

ÍNDICE

6.1.7 -	Oceanografia da Baía de Sepetiba	1/37
6.1.7.1 -	Caracterização Através de Dados Secundários	1/37
6.1.7.2 -	Caracterização através de Dados Primários	17/37
6.1.7.3 -	Metodologia e Instrumentos.....	18/37
6.1.7.4 -	Medições de Correntes com ADCP Fundeado	19/37
6.1.7.5 -	Medições de Correntes com ADCP a Bordo de uma Embarcação ..	20/37
6.1.7.6 -	Resultados Obtidos	21/37
6.1.7.7 -	Medições de Correntes com ADCP Fundeado nos Pontos II e IV ...	22/37
6.1.7.8 -	Medições de Correntes com ADCP em Embarcação Fundeada.....	30/37

6.1.7 - Oceanografia da Baía de Sepetiba

O presente capítulo procurou descrever os parâmetros relacionados com a dinâmica oceanográfica referente a Área de Influência Indireta (AII) assim como a área de Influência Direta (AID). A presente caracterização se fez através de dados primários e secundários expostos nos subítens 4.8.1 e 4.8.2.

Entre os parâmetros descritos estão: Transparência, Temperatura, Salinidade Regime de Marés, Regime de Ondas, Correntes entre outros, como segue:

6.1.7.1 - Caracterização Através de Dados Secundários

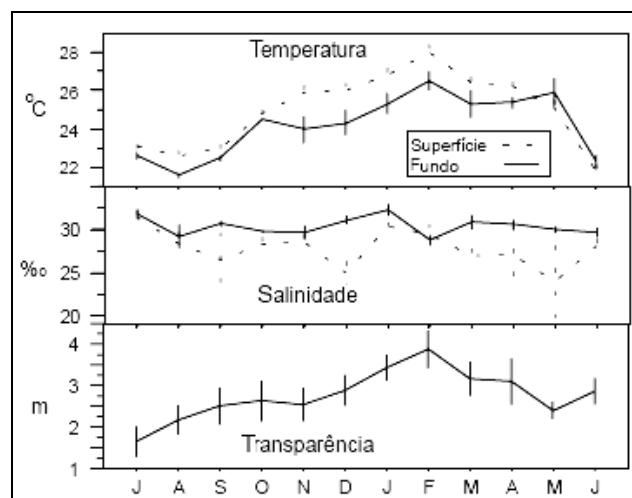
▪ Transparência

A baía de Sepetiba apresenta uma penetração de luz relativamente baixa como resultado do balanço entre a grande carga de sedimentos despejada pelos rios e a influência direta do oceano adjacente. A turbidez neste ambiente determina uma compartimentação do corpo hídrico: Entre as ilhas de Jaguanum e Itacuruçá há uma zona de maior penetração de luz, limitada a leste pelos aportes do rio da Guarda, do canal do São Francisco e do rio Piracão, os quais empurram baía adentro as zonas da baixa penetração. A maior parte da baía, porém, é ocupado por uma zona de características intermediárias. Esta zona intermediária é uma interface entre as duas áreas anteriores, e se concentra na parte central da baía, sendo a de maior ocupação espacial.

A amplitude destas zonas varia como resultado da dinâmica de marés, com a influência direta da estação do ano, em função do regime de chuvas. Outros fatores como a influência do arraste de fundo (pesca de camarão) e a própria contaminação do corpo hídrico pelas atividades circunvizinhas da baía de Sepetiba devem ser levados em consideração como influências locais.

Ainda no contexto de aumento de turbidez, o descarte de material de dragado na área da baía, durante atividades portuárias passadas, também são apontadas pelas comunidades locais como fator importante neste contexto. A população local, principalmente os moradores de Mangaratiba passaram a reclamar com frequência do aumento da turbidez da água apontando obras de dragagem como as responsáveis por tais efeitos.

Araújo et alii, 1998, registrou as variações da transparência ao longo do ano e verificou uma maior transparência em fevereiro, com valor de 4m de profundidade.



Fonte: ARAÚJO et alii, 1998

Figura 6.1.7-1 - Variação temporal da temperatura, salinidade e transparência nas águas da Baía de Sepetiba, RJ, entre Julho de 1993 e junho de 1994. Barras representando +/- 1 erro padrão.

▪ Temperatura

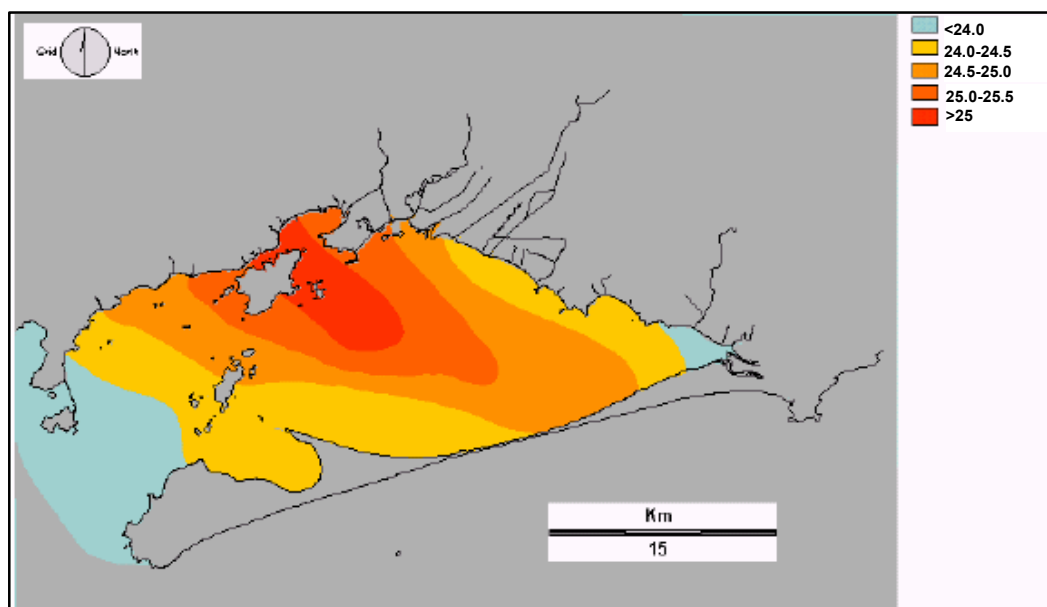
Na baía de Sepetiba, a temperatura das águas superficiais e em áreas localizadas mais ao fundo da baía é regida, principalmente, em função da sazonalidade, variando na ordem de 3 a 4 °C, de acordo com o estudo Sinopse de Dados Preliminares dos Estudos de Preservação Ambiental da Baía de Sepetiba, FEEMA (1982).

A distribuição espacial da temperatura demonstrou um padrão similar, independentemente da estação do ano, havendo variação apenas no valor da temperatura da água nos diferentes estratos da coluna d'água. Os valores médios anuais são da ordem de 25 °C no verão e de 22 °C no inverno, em maiores profundidades, com a temperatura da água variando entre 20 e 28 °C. No trabalho realizado por ARAÚJO et alii, 1998, a temperatura da água de superfície e de fundo apresenta um evidente padrão de variação sazonal, com estratificação marcada, com mínimas de aproximadamente 22 °C em agosto e máximas em torno de 26 °C em fevereiro (Figura 6.1.7-1).

Fatores como variação do volume de aporte dos rios, da penetração das águas oceânicas e do grau de insolação são fundamentais na distribuição da temperatura da água na baía.

A variação espacial da temperatura superficial na baía pode ser observada na Figura 6.1.7-2. Esta figura foi adaptada de cartogramas, elaborados pela SEMACARTOGEO no Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba - Programa de Zoneamento Econômico-

Ecológico do Estado do Rio de Janeiro, com base em dados ambientais coletados em 1990 pela FEEMA. A digitalização da figura serviu como camada temática nos modelos usados por SCOTT (1998).



Fonte: SCOTT (1998)

Figura 6.1.7-2 - Temperatura superficial em (°C), média anual

Verifica-se que a água superficial da região central da baía apresenta valores mais elevados de temperatura, com média superior a 25°C, principalmente no entorno das ilhas de Itacuruçá e da Madeira, devido talvez a pouca circulação e baixa profundidade. Nas extremidades da baía, no pequeno canal de comunicação com o oceano em Barra de Guaratiba e no canal principal entre as ilhas Grande e Marambaia a temperatura média é de 24°C.

▪ Salinidade

A invasão das águas do mar pelas correntes de maré e o aporte fluvial do canal de São Francisco e do Rio Piracão tem uma influência significativa na distribuição da salinidade dentro da Baía de Sepetiba. De forma geral, a salinidade está compreendida entre 34 e 20. As águas na Baía são classificadas como salobras (5 a 18), mixoalinas (18 a 30) e eualinas (30 a 40). Na borda norte/leste ocorre mistura das águas doces dos rios com águas eualinas da Baía, oscilando a salinidade entre águas mixoalinas e eualinas (Coelho, 1999).

Em virtude disso, a Baía pode ser classificada como um sistema compartimentalizado em ambientes desde francamente marinho (entrada até as ilhas de Itacuruçá e Jaguanum) até

transicional (das ilhas até a Ponta da Pombeba), mostrando um grau de confinamento e restrição ambiental aos organismos na direção leste (Borges, 1998).

Segundo Tenório (1999), a Baía de Sepetiba apresenta gradientes de salinidade que permitem dividi-la em duas regiões: a primeira, de forte influência costeira, apresenta menor salinidade e transparência da água e maior concentração de clorofila a e nutrientes; e a segunda, mais influenciada por águas oceânicas, apresenta salinidades e transparências maiores e concentrações de clorofila a e nutrientes menores.

Em geral, a estratificação é bem caracterizada por um período de chuvas intensas, coincidentes com as marés de sizígia, estando restritas as águas próximas à costa, onde há influência do aporte dos principais rios e canais da baía de Sepetiba. Nesta estreita faixa costeira observa-se uma camada superficial de água menos salina e outra de maior espessura ao fundo, com salinidade entre 33 e 20. Este comportamento se identifica perfeitamente com o modelo proposto por Pritchard (1967), denominado “estuário de cunha salina”, que considera que a estratificação é ocasionada por diferenças de densidade entre as águas.

Araújo et alii, 1998, registrou valores de salinidade de superfície variando entre 25 e 30 em superfície ao longo do ano. Já em maiores profundidades os valores variaram entre 28 e 35, evidenciando uma estratificação bem marcada na coluna d’água. Em ambas as profundidades os valores máximos atingidos foram registrados em janeiro.

▪ Regime de Marés

O regime de maré na Baía de Sepetiba é do tipo semidiurno com desigualdade diurna, apresentando-se assim com duas preamares e duas baixa mares de diferentes alturas. A desigualdade diurna (diferença de altura entre duas preamares ou baixa-mares sucessivas em um mesmo dia) provoca diferentes intensidades nas duas correntes de enchente e de vazante que ocorrem diariamente.

São observadas amplitudes inferiores a 2 metros; a amplitude média da maré de sizígia é de 110 cm, enquanto que a de quadratura é da ordem de 30 cm.

Os contornos da baía e sua batimetria são fatores que influenciam a maior ou menor defasagem dos períodos de maré no interior da mesma. A maré penetra na Baía por um único canal e encontra um forte gradiente batimétrico, o que provoca uma diferença de fase significativa entre a embocadura e o fundo, provocando maiores velocidades de corrente de maré (DHN, 1986).

O fluxo e refluxo da maré é o principal mecanismo responsável pela geração de correntes (Signorini, 1980a; 1980b; Fragoso, 1999;). Como na maioria dos estuários e baías, a onda de maré é do tipo estacionária, que não depende tanto da profundidade, mas sim da amplitude e de outros fatores físicos, como ventos, morfologia de fundo e configuração de canais. No caso da Baía de Sepetiba, os fatores determinantes da circulação são a maré, as morfologias costeiras e de fundo e o vento, além de eventos sazonais. De um modo geral, o padrão de circulação na Baía resulta em um pequeno tempo de residência da água (4,17 dias) e uma grande mistura da coluna d'água (SEMADS, 2001).

■ Regime de Ondas

A penetração de ondas na Baía é pequena ou desprezível. As ondas no seu interior são geradas pelos ventos incidentes sobre o corpo líquido, basicamente os de leste, sudeste e nordeste, que provocam perturbações na superfície da água. Cerca de 99% das ocorrências são de ondas com altura abaixo de 0,75 metro, com período compreendido de 3 a 5 segundos. São raras as ocorrências de ondas acima de 1,0 metro (SEMADS, 2001).

Segundo a avaliação do estado do mar através dos modelos teóricos de Neumann e Sverdrup, considerando a pista de atuação do vento, sua duração e intensidade. As alturas de ondas significativas assim obtidas são:

Vento	Altura de Onda Significativa (m)	
(m/s)	Neumann	Sverdrup
5,16	0,42	0,70
7,73	1,22	1,50
10,31	2,42	2,70
12,89	4,27	4,20
15,47	6,61	6,20

Fonte: MULTISERVICE, 1990

O trabalho elaborado por Multiservice, 1990, estabelece também as características das ondas oceânicas na entrada da baía de Sepetiba, quais sejam:

Vento (m/s)	Altura da Onda (m)	Período(s)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)
5,16	0,70	4,5	7,0	32
7,73	1,50	6,7	10,5	70
10,31	2,70	9,0	14,0	126
12,89	4,20	11,3	17,6	199
15,47	6,20	13,5	21,0	284

Fonte: MULTISERVICE, 1990

A partir dos registros de ondas relativos ao período 1976-80, obtidos por meio de ondógrafo instalado a Sul-Sudeste da ilha Guaíba (coordenadas de 23°01'10''S e 44°29'55''W) a uma profundidade de cerca de 15 m e utilizando as relações de Neumann, foram calculadas as alturas significativas de 1/10 das maiores ondas, obtendo-se os seguintes valores, que comprovam a influência dos ventos na intensidade da circulação da baía de Sepetiba:

Período	Altura Significativa (m)	Média das 10% maiores (m)
5	1.6	2.1
6-7	2.4	3.1
8-9	3.2	4.1
10-11	4.0	5.1
12-13	4.8	6.1
14-15	5.6	7.0
16-17	6.3	8.0
18-19	7.1	9.0

Fonte: MULTISERVICE, 1990

Com informações baseadas nos modelos de FRAGOSO (1995) para o regime de ondas, pode-se observar na **Figura 6.1.7-3** as alturas médias previstas, em metros, para as ondas incidentes na baía de Sepetiba (SCOTT 1998).

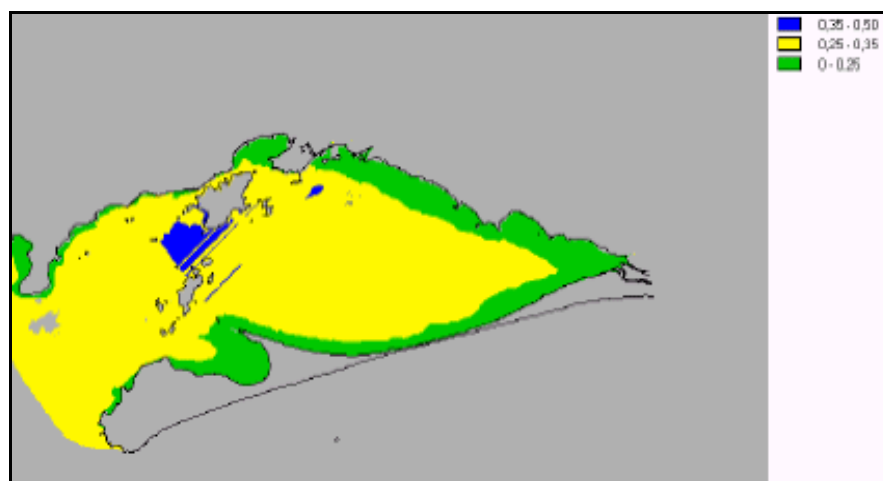


Figura 6.1.7-3 - Previsão de altura máxima de ondas em metros para a Baía de Sepetiba

A média da altura máxima de onda prevista para o entorno da baía é de 0,25 m, para a região central é de 0,35 m e nas áreas Sul e Sudoeste da ilha de Itacuruçá a maior altura prevista é de 0,50 m, devido à influência do canal de navegação da baía e da maior proximidade com a entrada da mesma.

■ Correntes

A circulação na Baía de Sepetiba tem sentido horário. A ação dos ventos gera uma corrente superficial que forma células de circulação em forma de oito (Brönnimann et al., 1981). Os padrões das correntes de superfície seguem a topografia do fundo, levando a criação de uma área de deposição preferencial em direção à costa norte (Suguio et al., 1979). A hidrologia da Baía de Sepetiba é fortemente influenciada por parcelas d'água subantárticas derivadas da Corrente das Malvinas, que chegam sazonalmente à costa sul-sudeste brasileira. Durante o inverno austral, estas parcelas de água fria penetram por canais profundos na parte oeste da Baía, aquecem-se em seu interior e tornam-se superficiais na altura da foz do Rio Guandu. Na superfície, contornam toda a Baía e retornam pelos mesmos canais por onde entraram, gerando uma superposição de correntes (Stevenson et al., 1998).

A baía de Sepetiba possui como um dos seus principais componentes, a descarga de água doce proveniente de canais e rios, sendo que a troca de águas com o oceano adjacente é dificultada pela barreira formada por uma grande restinga, a Restinga da Marambaia. Já a baía da Ilha Grande, por ser mais profunda e por apresentar uma maior abertura para o oceano, sofre maior influência de águas da Plataforma, mais frias e salgadas (Signorini, 1980). Estas características foram confirmadas por Miranda et al. (1977) que encontraram, na região

sudeste da entrada da baía de Sepetiba, frentes salinas bem delimitadas, indicando que as águas da baía da Ilha Grande são mais salinas e levemente mais quentes do que as da baía de Sepetiba.

Um fato marcante da circulação do sistema Ilha Grande/Sepetiba é a presença de um fluxo unidirecional no sentido oeste-leste, no canal entre o continente e a Ilha Grande. Ikeda e Stevenson (1980) observaram este fluxo a partir de dados correntométricos, sugerindo que este seja resultado de um bombeamento de água do lado oeste da Ilha Grande para o lado leste. Estes mesmos autores indicam, ainda, que a corrente no canal é modulada, ou seja, sofre diminuição de sua intensidade durante a maré vazante, mas não o suficiente para que haja mudança de sentido na corrente. Ikeda et al. (1989), analisando séries temporais de corrente, medidas no canal em dois períodos distintos, um com 14 dias e outro com 13 dias, relatam a presença de um fluxo de direção sudeste no canal, com velocidades médias em torno de 0,2 m/s na superfície. Ikeda e Stevenson (1980) analisando dados de corrente medidos durante menos que 24 horas em três locais ao redor da Ilha Grande, indicam a existência de um fluxo ao redor da Ilha Grande em profundidades maiores do que 10 m, sugerindo que a corrente no canal fizesse parte deste giro ciclônico ao redor da Ilha Grande.

Signorini (1980) ao estudar os dados de corrente em vários locais na baía da Ilha Grande, também, sugere a existência de tal circulação ciclônica, indicando que neste fluxo, não induzido pela maré, as águas mais salinas da plataforma entrariam pelo lado oeste da baía da Ilha Grande, circulariam ao redor da ilha, provavelmente, misturando-se com as águas menos salgadas da baía de Sepetiba, saindo então novamente para o oceano pelo lado leste da baía, sendo sua velocidade média de 0,1 m/s. Ele aponta, ainda, que a tensão de cisalhamento do vento é, em parte, responsável pela formação deste fluxo, no entanto, mesmo na ausência de ventos esta circulação ainda persiste. Calculando os gradientes horizontais de pressão entre dois pontos, a leste e a oeste da baía da Ilha Grande, o autor encontrou gradientes favoráveis à circulação no sentido horário e atribuiu esta circulação à estratificação de densidade.

Corrêa (1994), também encontrou esse tipo de circulação unidirecional nas camadas superiores (menores que 5 m de profundidade), com intensidade média de 0,3 m/s, indicando, também, que o mecanismo responsável por este tipo de circulação seria o gradiente horizontal de pressão gerado pela diferença de salinidade entre as águas das duas baías, tendo o vento e a maré pouca participação.

Este gradiente seria maior nas camadas superiores, diminuindo de intensidade em direção ao fundo. Sendo assim, junto ao fundo, o mecanismo da maré se sobreporia aos gradientes de densidade, gerando nestas camadas as oscilações encontradas pelo autor. Resultado

semelhante ao encontrado por Mahiques (1987), analisando 32 horas de dados de corrente amostrados no canal central da Ilha Grande. Esse autor indica a presença em superfície de uma intensa corrente com características unidirecionais, com predominância quase total do sentido sudeste e velocidades em torno de 0,5 m/s. Já as correntes medidas próximas ao fundo, apresentaram uma bidirecionalidade, alternando a direção entre nordeste e sudeste, com velocidades bem menores, da ordem de 0,1 m/s.

As velocidades de corrente de maré mostram-se bem maiores na baía de Sepetiba, em contraste com as baixas velocidades obtidas para a baía da Ilha Grande. Esse fato, provavelmente está relacionado à propagação da onda de maré no sistema de baías, que faz com que o nível do mar na baía da Ilha Grande oscile em fase, enquanto que na baía de Sepetiba existe uma defasagem da onda de maré entre a entrada e o fundo da baía, o que gera acentuados gradientes de elevação do nível do mar, resultando em fortes correntes de maré nesse local (Fragoso, 1999 apud BrasFELS, 2005).

A Figura 6.1.7-4 e a Figura 6.1.7-5 mostram exemplos de resultados do modelo numérico em condições de maré enchente e vazante, obtidos por Fragoso (1999), apresentados por BrasFELS (2005).

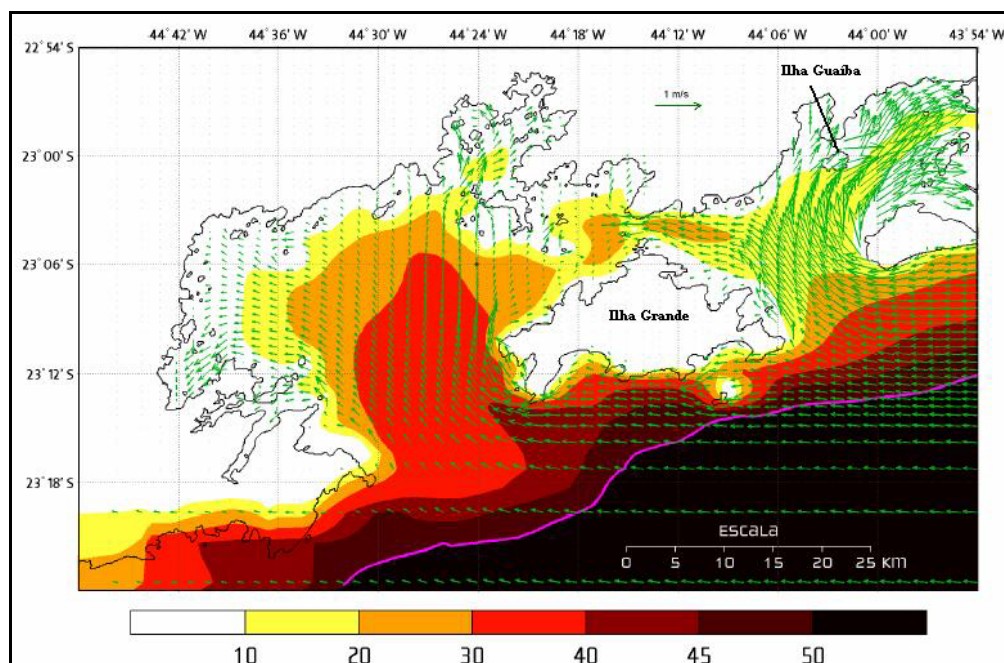


Figura 6.1.7-4 - Campo de Correntes em Superfície Obtidas por Simulação Numérica em Condição de Maré Enchente. A escala de cores representa velocidades de correntes em cm/s.

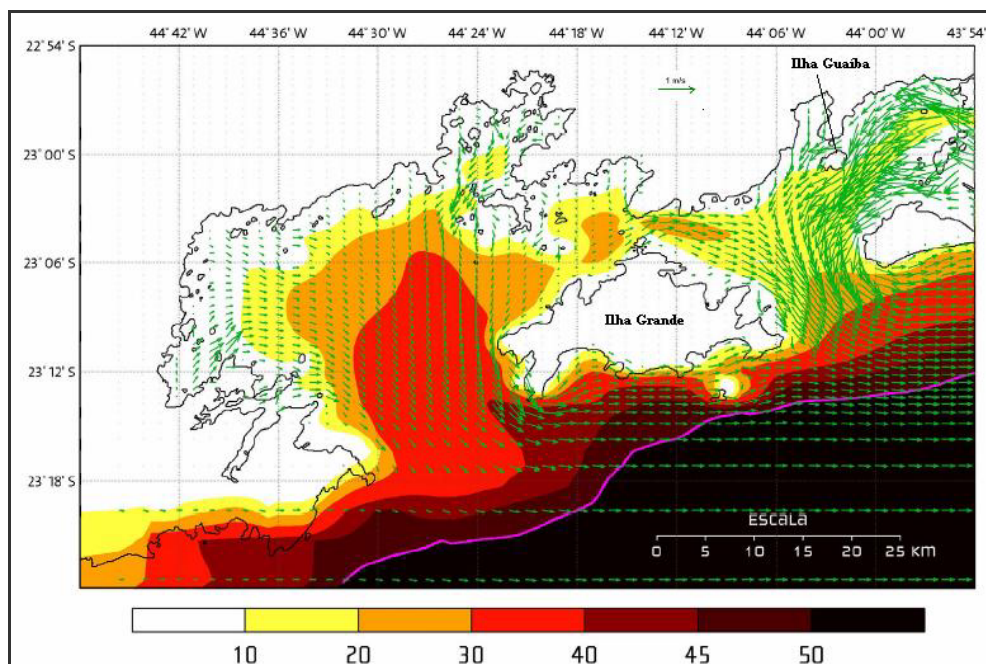


Figura 6.1.7-5 - Campo de Correntes em Superfície Obtidas por Simulação Numérica em Condição de Maré Vazante. A escala de cores representa velocidades de correntes em cm/s.

As imagens do satélite IKONOS apresentadas na **Figura 6.1.7-6** corroboram a constatação de Signorini (1980), evidenciando o maior aporte fluvial pelo canal de São Francisco e rio Guandu, bem como a dispersão da pluma sedimentar no sentido horário.

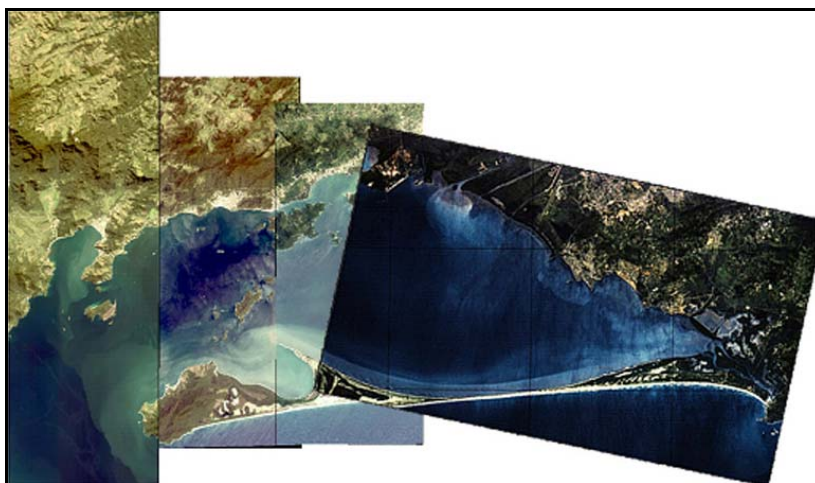


Figura 6.1.7-6 - Pluma formada pelo aporte do Canal de São Francisco e do rio Guandu

Verifica-se também um importante aporte fluvial a partir da baía de Mangaratiba.

As principais conclusões levantadas durante a caracterização da circulação da área indicam que a influência meteorológica constitui-se pela entrada de frentes polares, que alteram os ventos reinantes provocando variação do nível do mar. Desta forma, os ventos de SW elevam o nível do mar enquanto os ventos de NE causam efeitos contrários. A indicação de que as marés astronômicas possuem características semidiurnas, com influência quaterdiurnas, principalmente, nas quadraturas. As marés astronômicas representam as forças de oscilação predominantes na área da Ilha Guaíba ocorrendo uma entrada principal na barra leste da Ilha Grande e contribuições secundárias pelo estreito que liga à Baía da Ilha Grande, pelos canais da parte leste da Restinga de Marambaia e pela contribuição fluvial do fundo da baía.

Sendo assim, definimos que a circulação na área do empreendimento tem como agente predominante a ação de marés, com a penetração de água salgada (ACAS) pelo fundo e água menos salina na superfície, proveniente da baía de Sepetiba.

■ Hidrodinâmica da Baía

Entre as principais forçantes que determinam o regime hidrodinâmico da baía de Sepetiba estão as marés, os ventos, e a descarga dos rios que deságuam neste corpo hídrico.

Separada do oceano pela restinga de Marambaia, a baía de Sepetiba tem sua principal ligação com o mar através do canal localizado na região da Ilha da Marambaia. A oeste da baía, um grande canal natural, entre as ilhas de Jaguanum e Itacuruçá, com profundidade de 30m, mantém uma troca de água regular com o oceano (Molisani et al., 2004). A circulação de água na baía é regida principalmente pelo fluxo e refluxo da maré. A onda de maré na baía de Sepetiba é do tipo estacionária, que não depende tanto da profundidade, mas sim da amplitude de outros fatores físicos, como ventos, morfologia de fundo e configuração de canais (SEMADS, 2001). De acordo com Signorini (1980), que realizou um estudo de modelagem hidrodinâmica da baía, as correntes de circulação da água obedecem um sentido horário, conforme pode ser visto na **Figura 6.1.7-7**, o que promove uma troca permanente de água com o oceano.

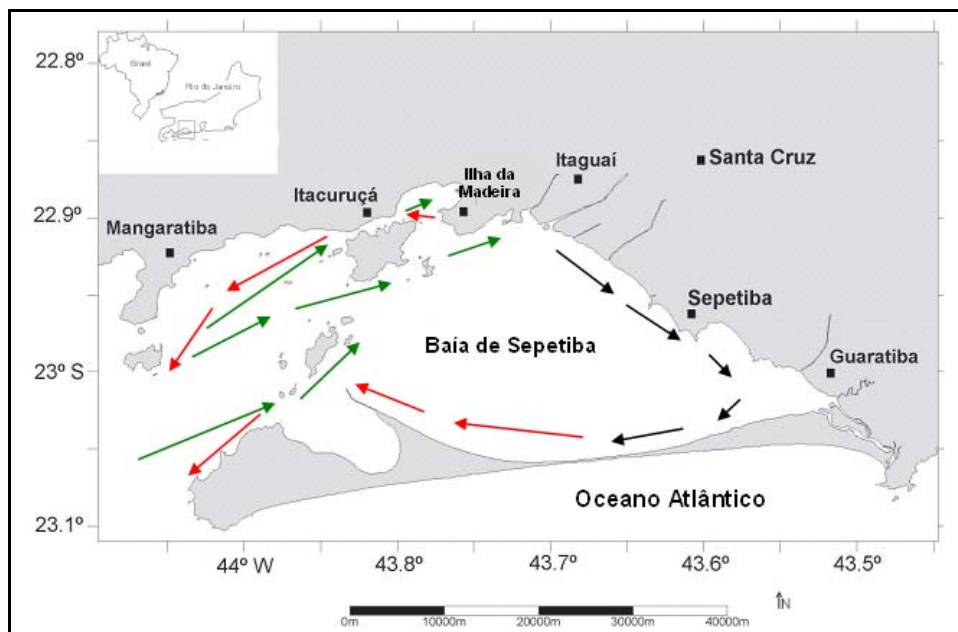


Figura 6.1.7-7 - Hidrodinâmica estabelecida em modelo numérico por Signorini (1980).

Também estudos hidráulicos realizados pelo Instituto de Pesquisas Hidroviárias - INPH na baía de Sepetiba entre agosto de 1974 e dezembro de 1975 demonstraram que a circulação d'água na baía é regida predominantemente pela maré. Os efeitos meteorológicos e aqueles associados às descargas fluviais dos pequenos rios que deságuam na baía são desprezíveis.

Segundo Rodrigues (1990), o volume médio de água na baía é de $2,56 \times 10^9 \text{ m}^3$, variando de um máximo de $3,06 \times 10^9 \text{ m}^3$ até um mínimo de $2,38 \times 10^9 \text{ m}^3$, indicando que a troca de água a cada ciclo de maré de sizígia é de $6,8 \times 10^8 \text{ m}^3$, ou em maré de quadratura por 12 horas $2,26 \times 10^8 \text{ m}^3$. Estes volumes correspondem à vazão em maré de sizígia é de $15.740 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e em maré quadratura de $5.246 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Assim, os aportes de água doce correspondem a 1,54% ou 4,61% das trocas com o oceano, em maré de sizígia ou quadratura respectivamente. Embora os cálculos de tempo de residência sejam aproximações grosseiras do processo de troca de água de um sistema (ALVES E WASSERMAN, 2002), eles são ferramentas importante para a gestão do ambiente costeiro.

Knoppers, *et al.* (1991) consideram o tempo de residência aquele, necessário para a troca de 50% da água do sistema. Segundo o autor os 50% restantes trocariam em um tempo que vai se aproximando do infinito. No caso da baía de Sepetiba foram trabalhados os conceitos de $T1/e$ (taxa de renovação), apresentado em Alves (2003), que é muito mais coerente com os processos reais de troca de águas em ambientes costeiros. Os cálculos indicam um valor de $T1/e$ de 3,28 dias em média, sendo 1,17 dias em sizígia e 5,40 dias em quadratura.

Observou-se também que o padrão de circulação d'água acompanha a morfologia do fundo e que as correntes de enchente, tanto na quadratura quanto na sizígia, são mais intensas do que as correntes de vazante.

A existência dessas correntes preferenciais pode ser confirmada pela observação de imagens sub orbitais, que mostram as desembocaduras dos rios e canais da região com forte inflexão para Leste (**Figura 6.1.7-8**), caracterizando a deriva desses deltas em função desta corrente.



Fonte: Relatório INPH nº 002-2001.

Figura 6.1.7-8 - Foz retificada do Canal de São Francisco, notando-se a ilha criada pela descarga sólida e a deriva do delta, como função da corrente preferencial no sentido Leste.

Foi observado, que as inversões de corrente ocorrem simultaneamente ao longo da vertical, caracterizando um corpo d'água não estratificado.

Na região da baía de Sepetiba conclui-se, portanto, que a velocidade das correntes pode ser bem representada por meio de valores médios na vertical, sendo desnecessária a inclusão de gradientes de pressão devido a gradientes de densidade. Além da quase homogeneidade da coluna d'água, o escoamento relevante nas situações de interesse para aplicação de modelos de simulação da circulação de água na baía de Sepetiba é predominantemente horizontal, sendo os gradientes horizontais de pressão devidos aos declives da superfície livre muito maiores que os devidos às variações de densidade.

Para os estudos deste EIA foi realizada pelo INPH uma simulação da circulação de água na baía de Sepetiba utilizando o modelo computacional MIKE 21 HD (hidrodinâmico bidimensional), desenvolvido pelo DHI Water & Environment. Para simular as condições de escoamento da Baía foi utilizada série histórica dos níveis d'água observados nos marégrafos da Ilha Guaíba e do Porto de Sepetiba por período de 15 dias, abrangendo um ciclo de maré de sizígia e um

ciclo de maré de quadratura. Os resultados da calibragem do modelo são ilustrados pela comparação entre os níveis de d'água medidos e os níveis simulados pelo modelo hidrodinâmico no Porto de Sepetiba apresentada na **Figura 6.1.7-9**.

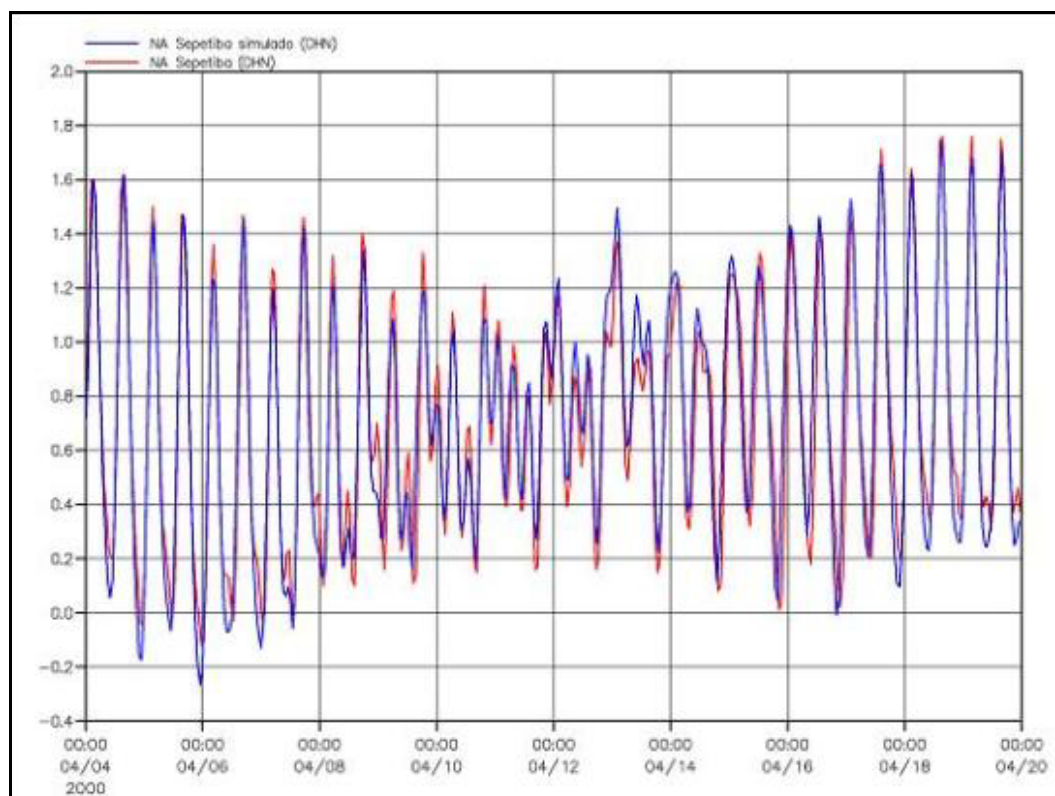
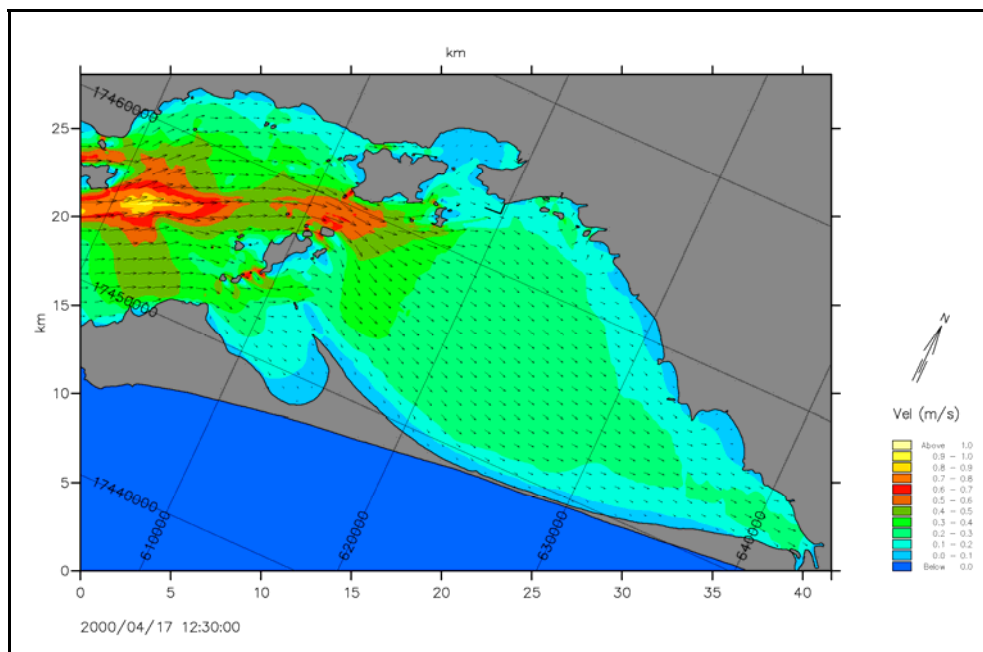


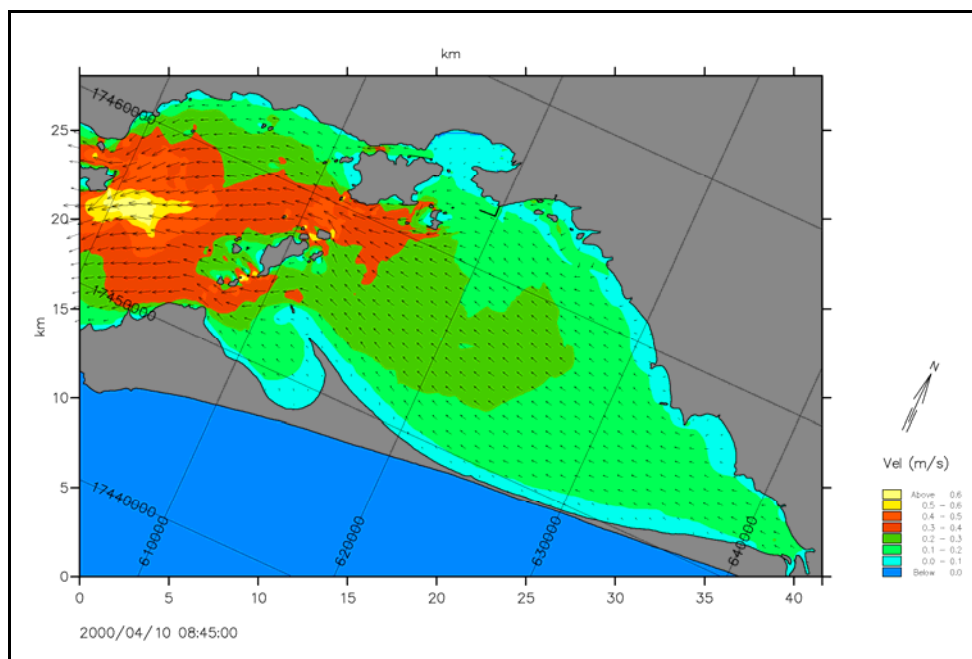
Figura 6.1.7-9 - Comparação entre os níveis d'água medidos e os níveis d'água simulados no Porto de Sepetiba

Com base na modelagem hidrodinâmica do INPH foi possível descrever o comportamento das correntes de maré (velocidade) no interior da baía, durante as fases de sizígia e de quadratura, como mostrado na **Figura 6.1.7-10** e na **Figura 6.1.7-11**, representativas de uma situação típica de maré enchente, e na **Figura 6.1.7-12** e na **Figura 6.1.7-13**, representativas de uma situação típica de maré vazante.



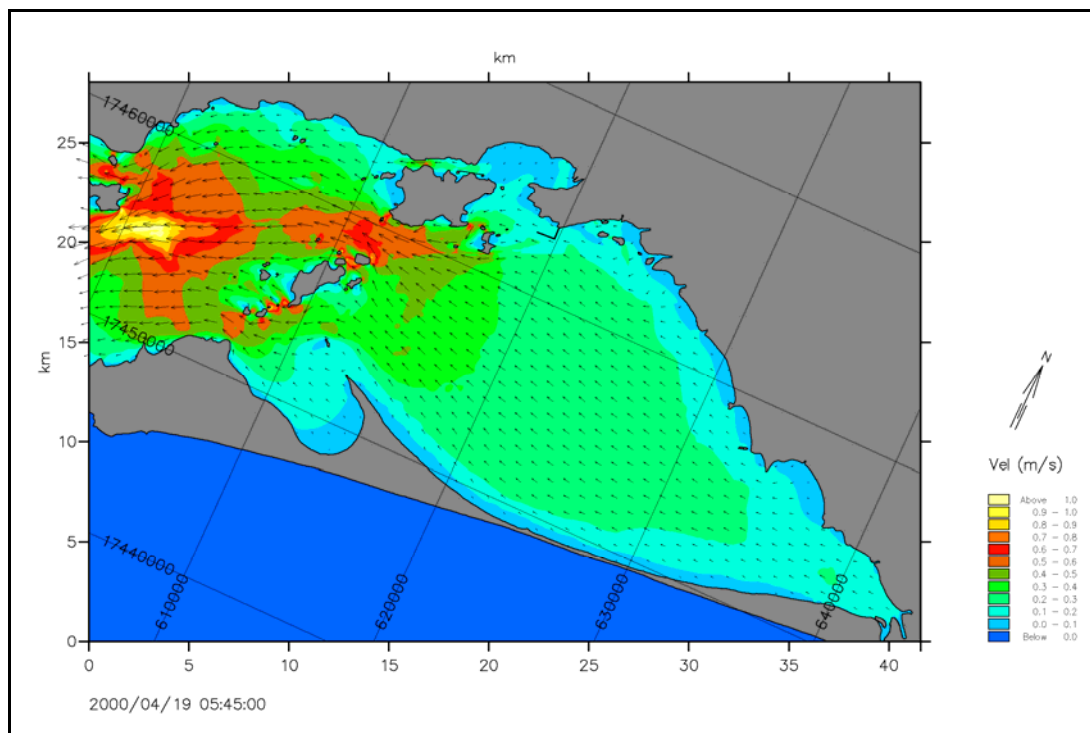
Fonte: CSA/2005

**Figura 6.1.7-10 - Situação atual - Maré de Sizígia -
Representação vetorial das correntes para uma situação típica de maré enchente.**

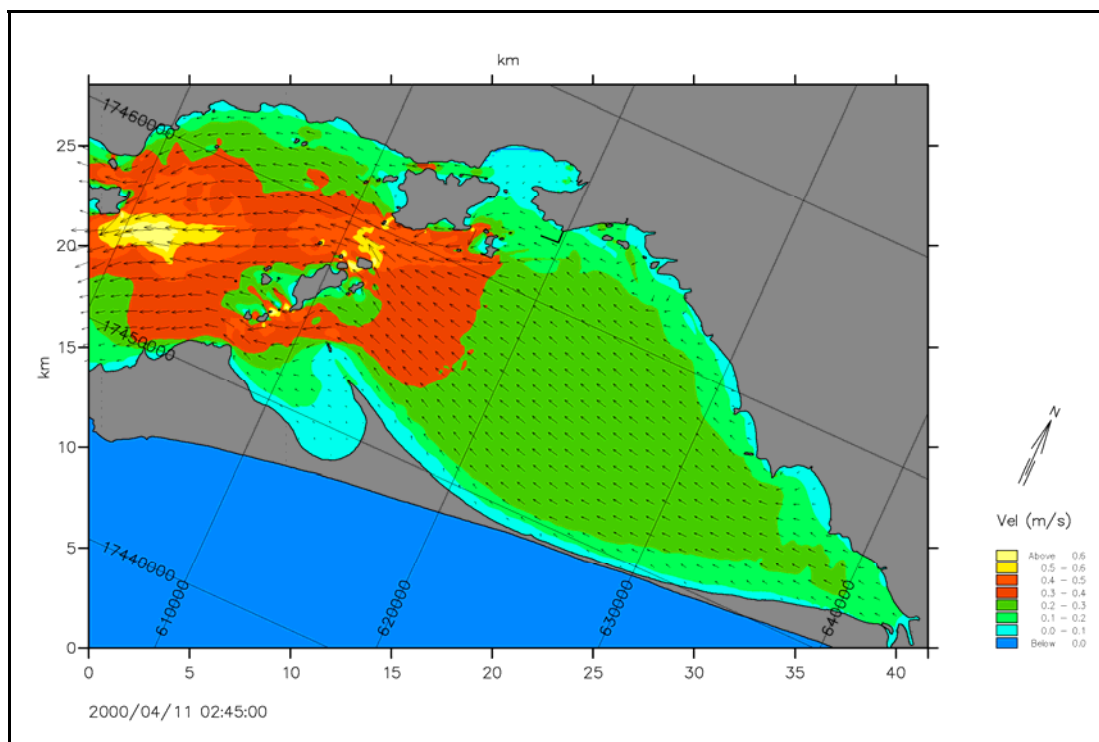


(Fonte: CSA/2005)

**Figura 6.1.7-11 - Situação atual - Maré de Quadratura -
Representação vetorial das correntes para uma situação típica de maré enchente.**



**Figura 6.1.7-12 - Situação atual - Maré de Sizígia -
Representação vetorial das correntes para uma situação típica de maré vazante**



**Figura 6.1.7-13 - Situação atual - Maré de Quadratura -
Representação vetorial das correntes para uma situação típica de maré vazante**

6.1.7.2 - Caracterização através de Dados Primários

O presente item tem por objetivo apresentar os resultados de medições de correntes realizadas com ADCP (“Acoustic Doppler Current Profiler”) em diversos locais na Baía de Sepetiba - RJ.

Durante a campanha de medição, com a duração aproximada de 18 dias, foram monitoradas correntes com ADCP e marés (nível de água) tal como descrito a seguir:

- Medições de correntes com dois correntômetros do tipo ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) fundeados nos pontos denominados II e VI medindo continuamente durante 18 dias (início em 20/02/2008 e término em 09/03/2008). Um ADCP de 600 kHz foi fundeado no ponto II (profundidade de 7 m) e um ADCP de 300 kHz foi fundeado no ponto VI (profundidade de 24 m) para medir simultaneamente as correntes a intervalos de 10 minutos.
- Medições expeditas de correntes durante aproximadamente 12 horas nos dias 21 e 22/02/2008 com um correntômetro de 1200 kHz instalado a bordo de uma embarcação fundeada nos pontos II e VI.
- Medições de correntes durante aproximadamente 12 horas nos dias 07 e 08/03/2008 com um correntômetro de 1200 kHz instalado a bordo de uma embarcação nos pontos I, III, IV e V.
- Medições de marés, a intervalos de 10 minutos durante 18 dias por meio de um sensor de pressão instalado junto à estação maregráfica existente na Praia dos Limões. Durante as medições de marés, a Microars Engenharia e Projetos Ltda realizou medições diretas de nível de água, cujos resultados são apresentados neste relatório.

As medições de correntes foram planejadas para priorizar situações de ocorrência de marés de sizígia, situações em que as magnitudes das corrente marítimas devem ser maiores.



Figura 6.1.7-14 - Localização nos pontos de medições de corrente com ADCP na Baía de Sepetiba (RJ).

6.1.7.3 - Metodologia e Instrumentos

As medições de correntes foram executadas segundo dois modos distintos:

- Medições de correntes com ADCPs instalados no fundo do mar;
- Medições de correntes com ADCP instalado na borda de uma embarcação.

Um resumo sobre as medições de corrente realizadas é mostrado na **Quadro 6.1.7-1**.

Quadro 6.1.7-1 - Localização nos pontos de medições de corrente com ADCP na Baía de Sepetiba (RJ).

Ponto de Medição	Medição com ADCP fundeado	Medição com ADCP a bordo de embarcação fundeada (aprox 12 horas)
I	---	08/03/08 (23:50 h) ▢ 09/03/08 (13:50h)
II	20/02/08 a 09/03/08	22/02/08 (10:10 h ▢ 20:50h)
III	---	08/03/08 (10:10 h ▢ 22:50 h)
IV	---	07/03/08 (22:40 h) ▢ 08/03/08 (09:00h)
V	---	07/03/08 (11:10 h ▢ 21:10h)
VI	20/02/08 a 09/03/08	21/02/08 (10:30 h ▢ 22:50h)

Maiores detalhes sobre essas medições e os resultados obtidos são apresentados a seguir.

6.1.7.4 - Medições de Correntes com ADCP Fundeado

Nessas medições de corrente o ADCP é colocado no fundo do mar realizando perfilagens de corrente marítima do fundo para a superfície, com medições simultâneas de magnitude e direção em diversas profundidades através da análise do sinal de retorno de pulsos de ultra-som.

A **Figura 6.1.7-15**, que se segue, apresenta esse modo de medição de corrente que foi adotado nas medições contínuas realizadas por ADCPs fundeados nos pontos denominados II e VI. Os ADCPs foram programados para realizar perfilagens de correntes a intervalos de 10 minutos durante todo o tempo de fundeio.

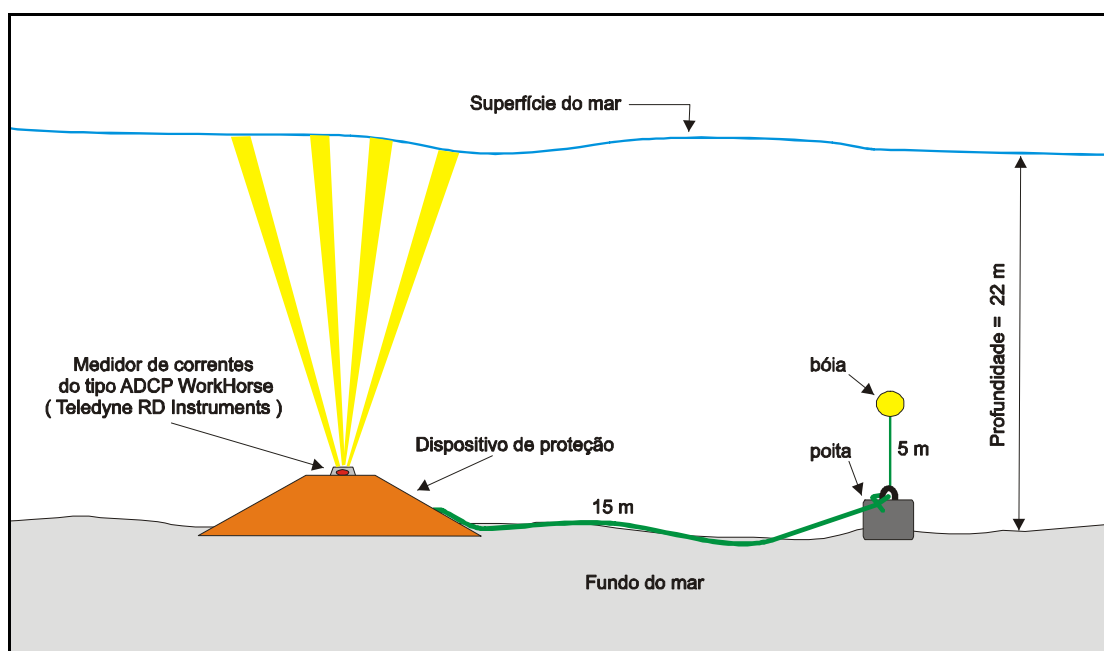


Figura 6.1.7-15 - Esquema de medição de correntes com ADCP fundeado nos pontos II e VI.

No ponto II foi fundeado um ADCP modelo WavesArray de 600 kHz e no ponto VI foi fundeado um ADCP modelo WorkHorse de 300 kHz ambos fabricados pela Teledyne RD Instruments (San Diego - USA).

Quadro 6.1.7-2 - Coordenadas (em WGS 84) dos pontos de medição de correntes com ADCP fundeado.

Coordenadas UTM (m) 23 K			
LOCAL	(N)	(E)	Prof. (m)
PONTO II	7.463.408	616.884	7
PONTO VI	7.462.389	616.032	24

6.1.7.5 - Medições de Correntes com ADCP a Bordo de uma Embarcação

Nessas medições de corrente o ADCP é fixado no costado de uma embarcação que permanece fundeada no local de medição durante um período estabelecido. Nesse caso as perfilagens de corrente, com medições simultâneas de magnitude e direção em diversas profundidades são realizadas por meio do sinal de retorno de “salvas” de ultra-som emitidas de “cima para baixo”.

Esse esquema de medições de correntes (**Figura 6.1.7-16**) foi adotado nas proximidades dos pontos II e VI durante os dias 21 e 22/02/2008 e nos pontos I, III, IV e V nos dias 07 e 08/03/2008 quando ocorreram situações de marés de sizígia.

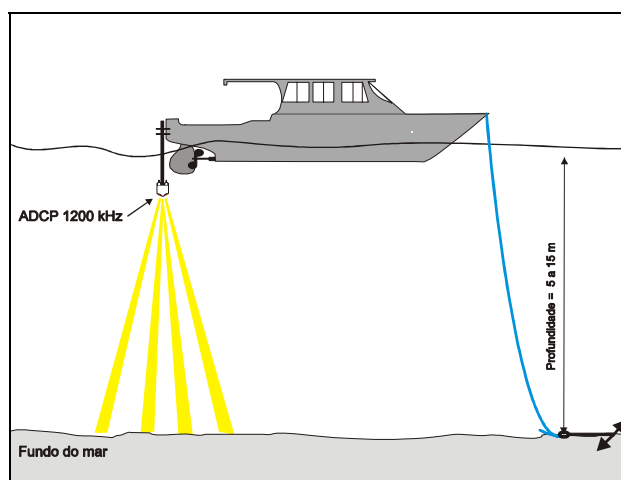


Figura 6.1.7-16 - Esquema de medições de correntes com ADCP fixado em uma embarcação.

Quadro 6.1.7-3 - Coordenadas (em WGS 84) dos pontos de medições com ADCP fixado em uma embarcação.

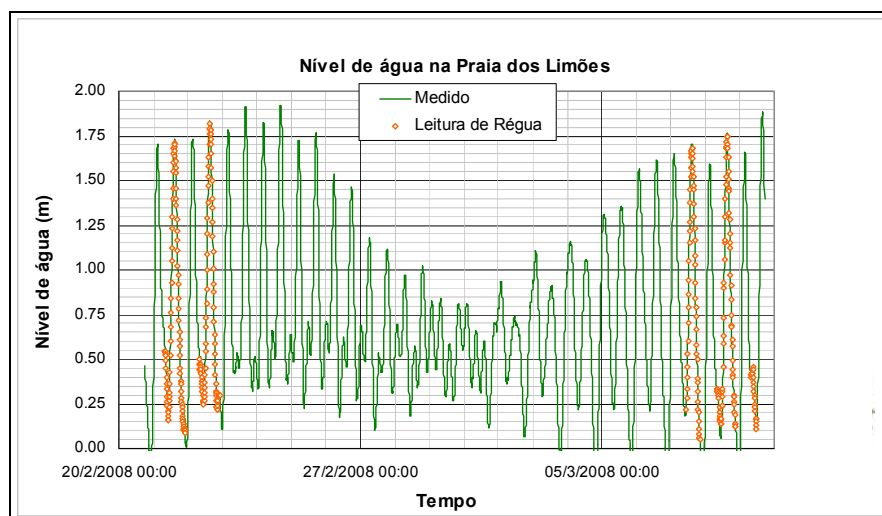
Coordenadas UTM (m) 23 K			
LOCAL	(N)	(E)	Prof. (m)
PONTO I	7.463.960	617.240	6
PONTO II	7.463.267	616.912	8
PONTO III	7.463.041	617.490	7
PONTO IV	7.463.126	617.201	7,5
PONTO V	7.463.802	617.467	8,5
PONTO VI	7.462.562	616.282	18

Durante as medições de corrente executadas por 12 horas, a embarcação foi ligeiramente afastada dos pontos II e VI onde foram fundeados ADCPs durante 18 dias. Tal procedimento teve por objetivo evitar problemas de interferências entre os sinais de ultra-som emitidos pelo ADCP fixado na lateral da embarcação e os sinais emitidos pelo ADCP pousado no fundo do mar.

6.1.7.6 - Resultados Obtidos

Monitoramento de Marés

Durante o período da campanha, foi realizado o monitoramento das marés usando um instrumento Global Water WL15 montado em um tubo tranqüilizador instalado no pier da Praia dos Limões. Os valores de nível de água foram adquiridos a intervalos de 10 minutos e referenciados às leituras de uma régua linimétrica instalada na Praia dos Limões pela Microars Consultoria e Projetos.



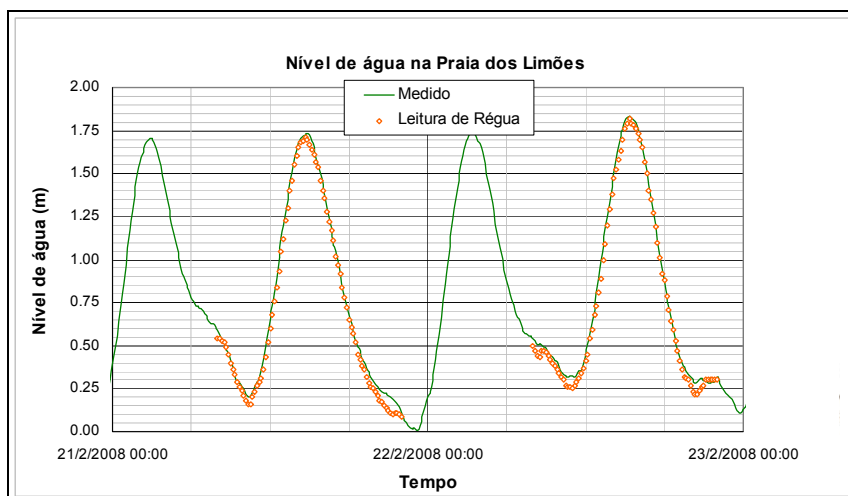


Figura 6.1.7-17 - Comparação entre marés monitoradas e leituras de régua na Praia dos Limões

6.1.7.7 - Medições de Correntes com ADCP Fundeado nos Pontos II e IV

A seguir são ilustradas as atividades relacionadas com as medições de correntes realizadas na Baía de Sepetiba em que dois ADCPs (um de 600 kHz e um de 300 kHz) foram fundeados, respectivamente, nos pontos II e VI durante cerca de 18 dias.



(A), (B) e (C) operações de resgate do ADCP de 600 kHz fundeado no ponto II



(D), (E) e (F) operações de resgate do ADCP de 300 kHz fundeado no ponto VI em Sepetiba (RJ)

Figura 6.1.7-18 - Atividades envolvendo o resgate de ADCPs a partir do fundo do mar.

A **Figura 6.1.7-19** apresenta a série temporal de correntes no ponto II enquanto a **Figura 6.1.7-20** e a **Figura 6.1.7-21** apresentam detalhes em torno dos dias de ocorrência de maré de sizígia. As profundidades estão referenciadas ao nível de redução para o local.

A **Figura 6.1.7-22** apresenta a série temporal de correntes no ponto VI enquanto a **Figura 6.1.7-23** e a **Figura 6.1.7-24** apresentam detalhes em torno dos dias de ocorrência de maré de sizígia. As profundidades estão referenciadas ao nível de redução para o local.

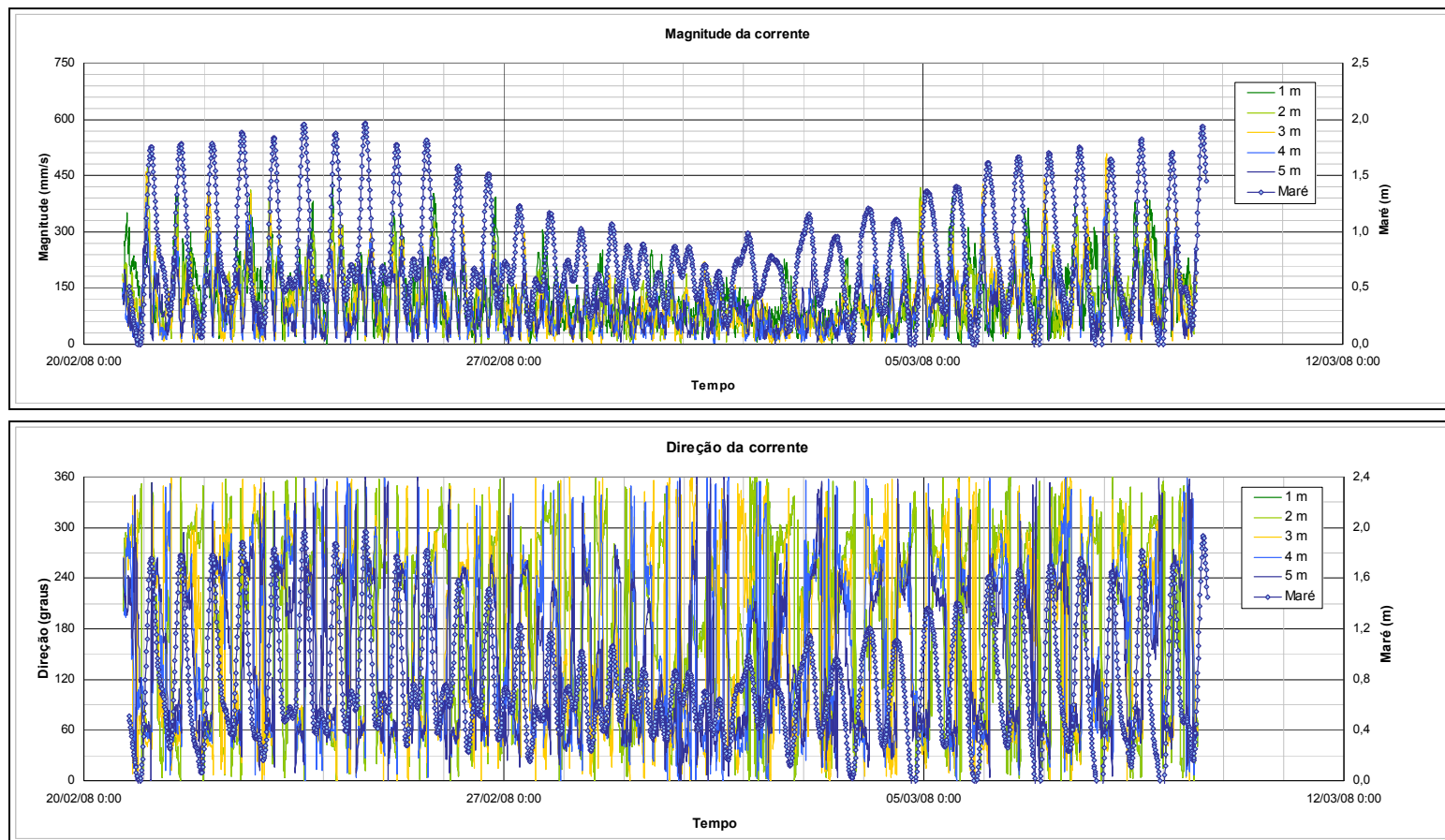


Figura 6.1.7-19 - Medições de corrente durante 18 dias no ponto II (Baia de Sepetiba - RJ)

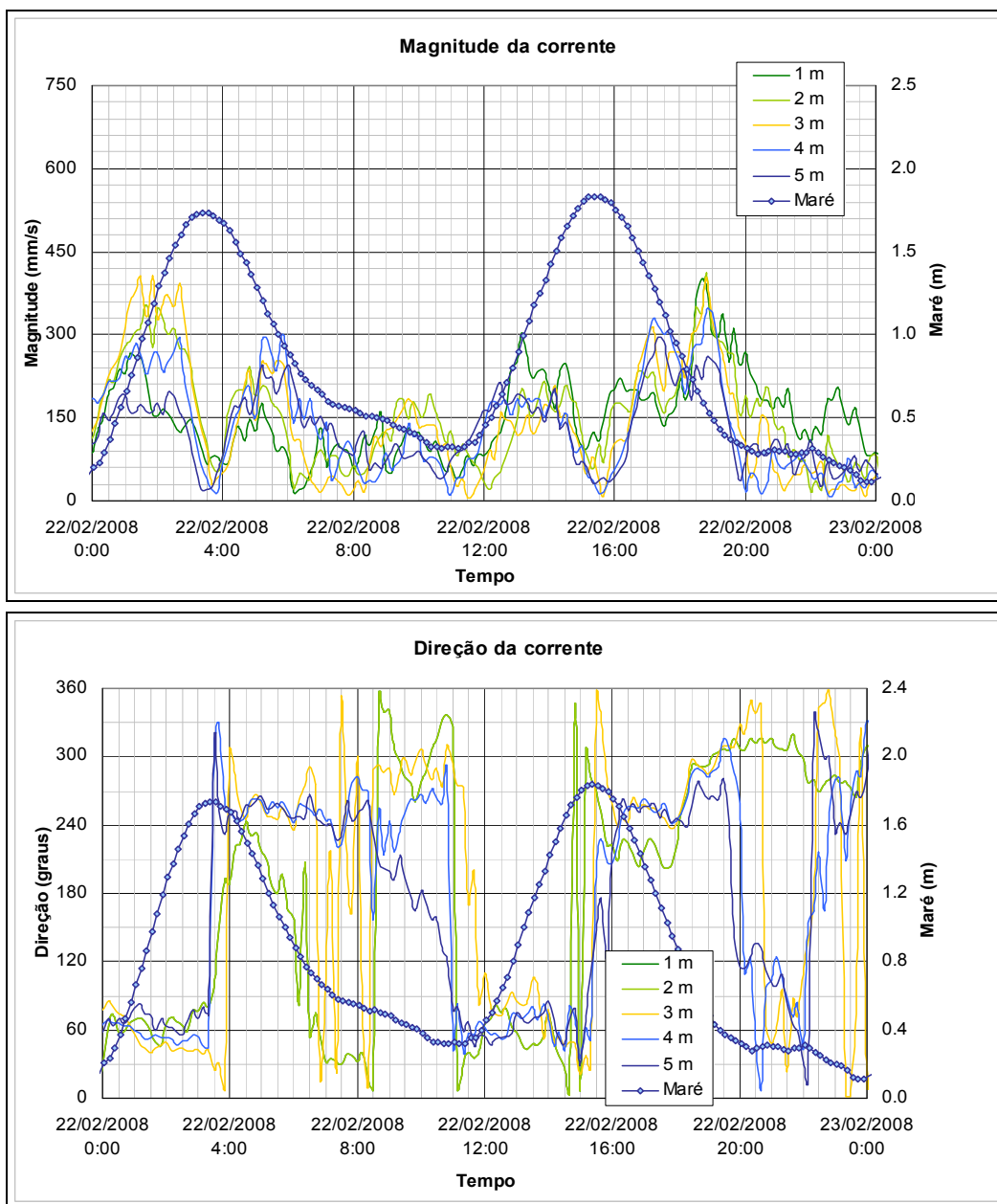


Figura 6.1.7-20 - Detalhe das medições de correntes realizadas com um ADCP pousado no fundo do mar no ponto II durante o dia 22/02/08 (maré de sizígia).

Durante o dia 22/02/08 - no ponto II - as maiores magnitudes da corrente ocorreram durante a meia-maré enchente com valores entre 0,30 e 0,45 m/s e com direção variando em torno de ENE. Durante a meia-maré vazante foram observados valores entre 0,15 e 0,30 m/s e direções variando significativamente em torno de SW.

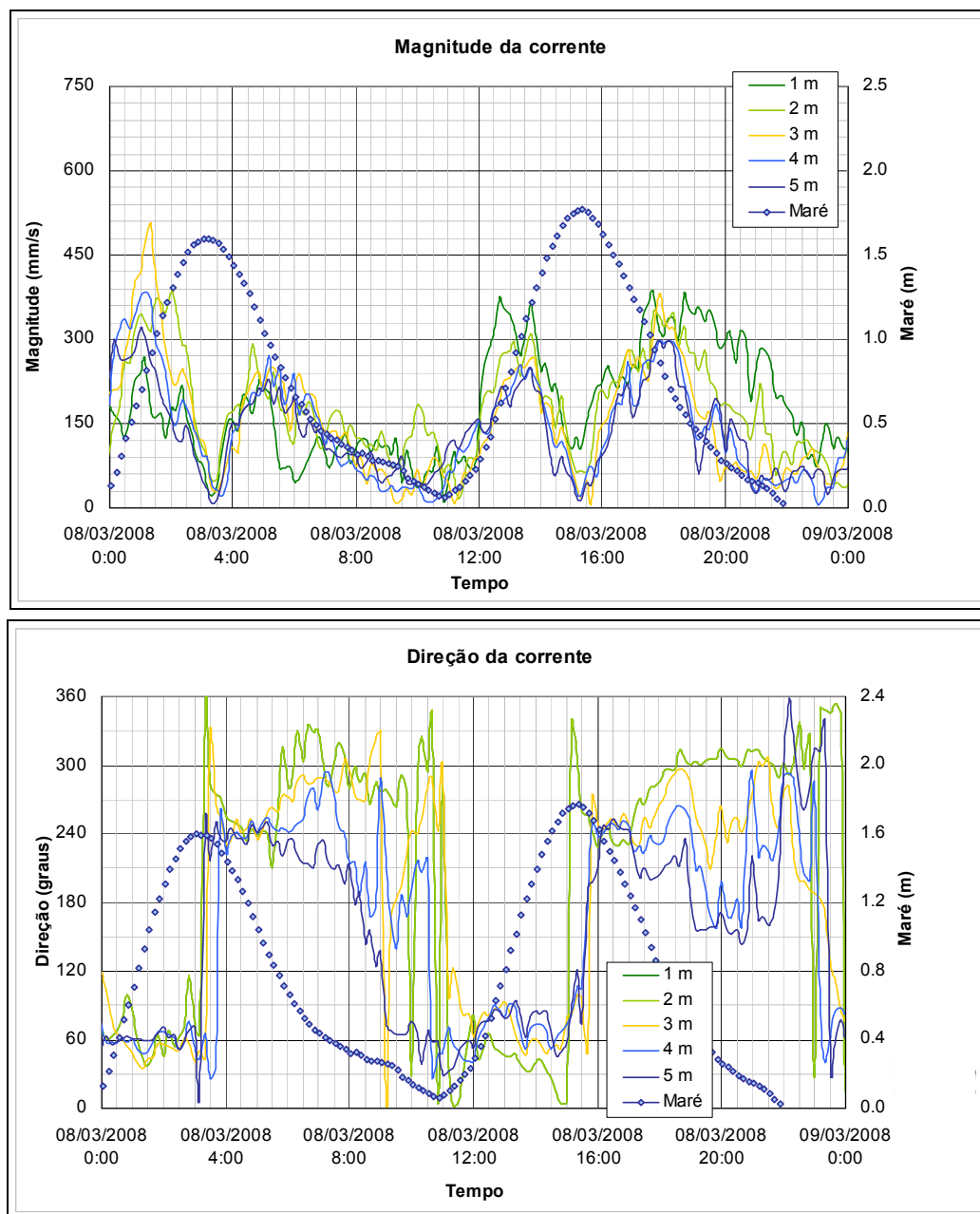


Figura 6.1.7-21 - Detalhe das medições de correntes realizadas com um ADCP pousado no fundo do mar no ponto II durante o dia 08/03/08 (maré de sizígia).

Durante o dia 08/03/08 - no ponto II - as maiores magnitudes da corrente ocorreram durante a meia-maré enchente com valores entre 0,20 e 0,45 m/s e com direção variando em torno de ENE. Durante a meia-maré vazante foram observados valores entre 0,20 e 0,35 m/s e direções variando significativamente em torno de SW.

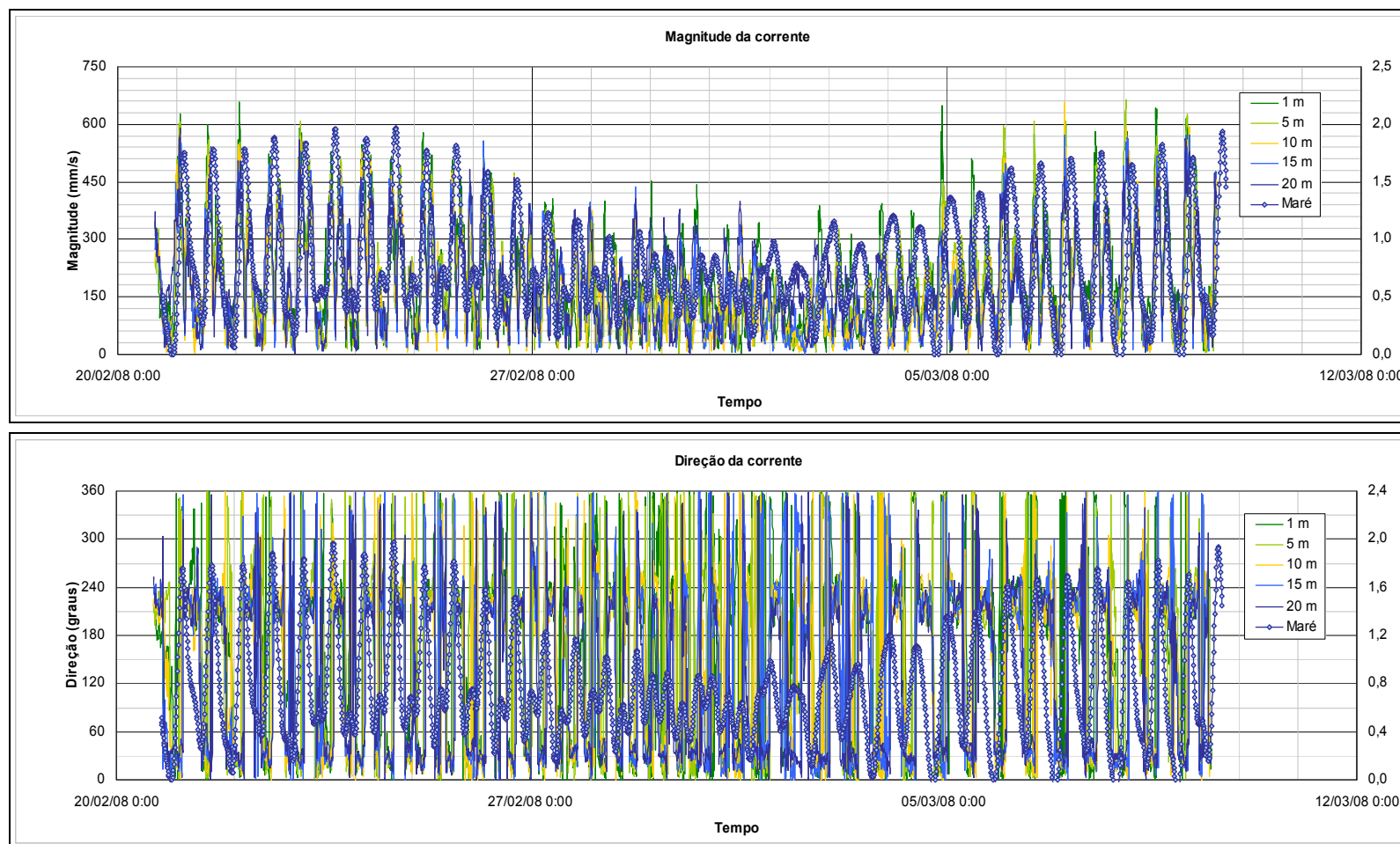


Figura 6.1.7-22 - Medições de corrente durante 18 dias no ponto VI (Sepetiba - RJ).

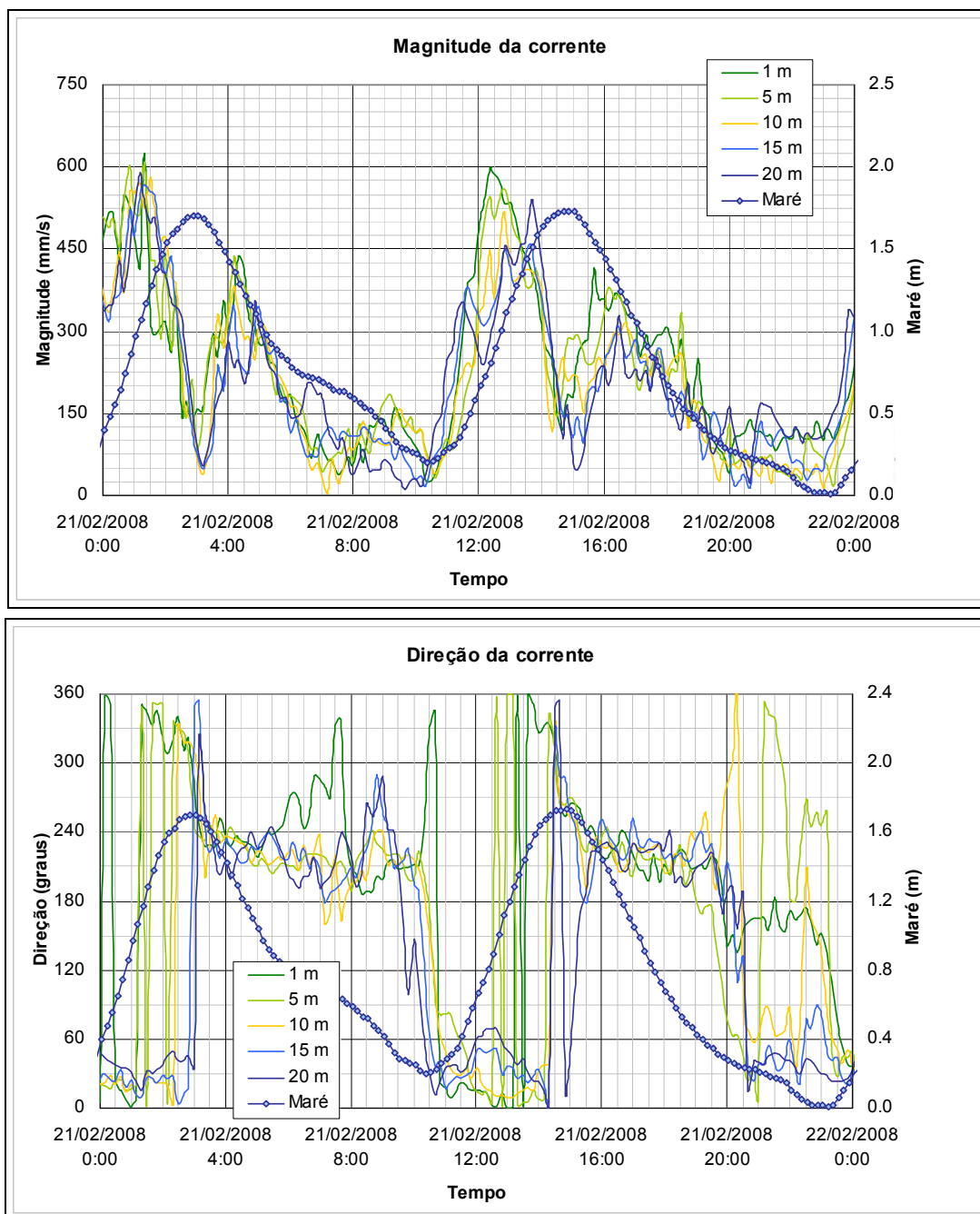


Figura 6.1.7-23 - Detalhe das medições de correntes realizadas com um ADCP pousado no fundo do mar no ponto VI durante o dia 21/02/08 (maré de sizígia).

Durante o dia 21/02/08 - no ponto VI - as maiores magnitudes da corrente ocorreram durante a meia-maré enchente com valores entre 0,40 e 0,60 m/s e com direção variando em torno de N (com diferenças entre fundo - ENE e superfície - NNW). Durante a meia-maré vazante foram observados valores entre 0,30 e 0,45 m/s e direções variando em torno de SW.

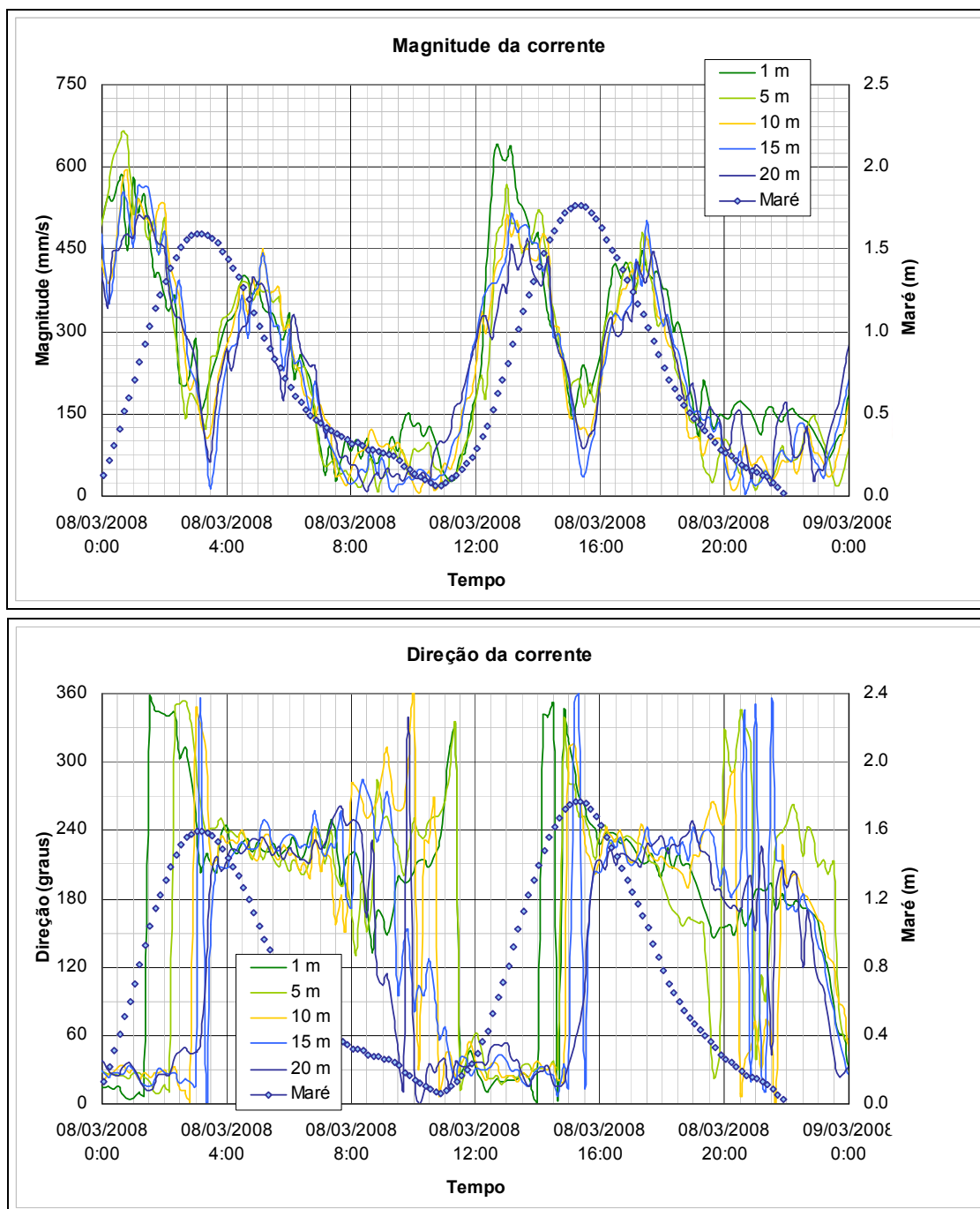


Figura 6.1.7-24 - Detalhe das medições de correntes realizadas com um ADCP pousado no fundo do mar no ponto VI durante o dia 08/03/08 (maré de sizígia).

Durante o dia 08/03/08 - no ponto VI - as maiores magnitudes da corrente ocorreram durante a meia-maré enchente com valores entre 0,45 e 0,65 m/s e com direção variando em torno de N

(com diferenças entre fundo - ENE e superfície - NNW). Durante a meia-maré vazante foram observados valores entre 0,35 e 0,50 m/s e direções variando em torno de SW.

6.1.7.8 - Medições de Correntes com ADCP em Embarcação Fundeada

A seguir são ilustradas as atividades relacionadas com as medições de correntes realizadas na Baía de Sepetiba em que um ADCP de 1200 kHz foi instalado na borda de uma embarcação fundeada nos pontos de interesse (Figura 6.1.7-25).



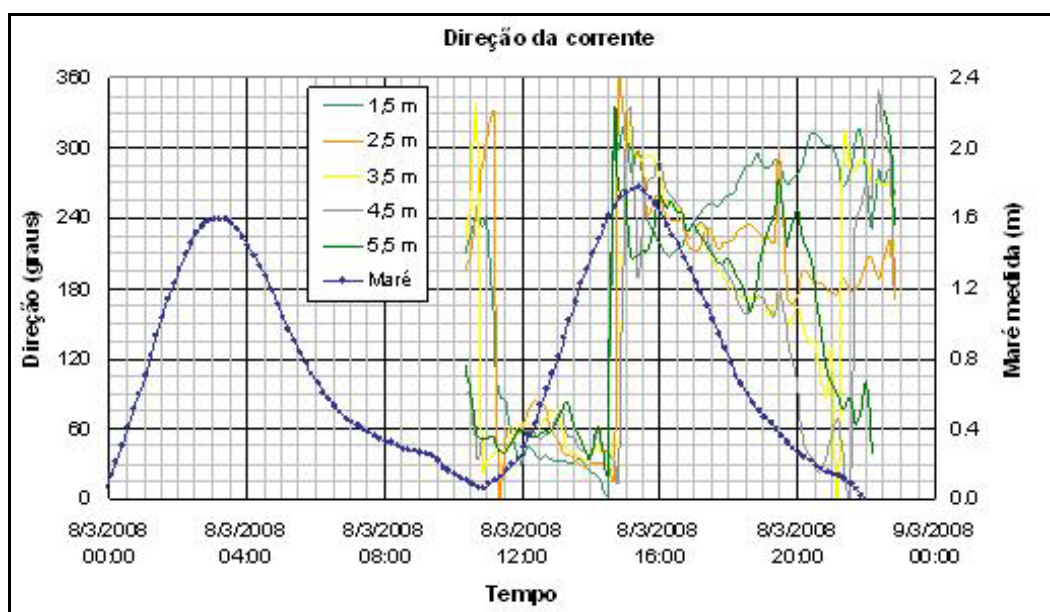
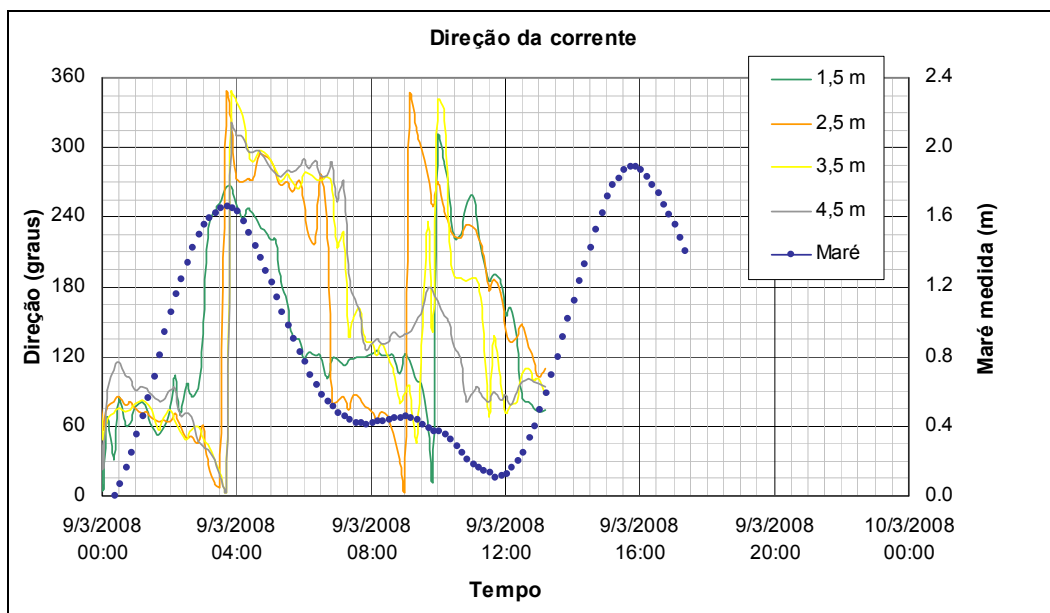
(A) embarcação Korio Maru I fundeada em um ponto de medição, (B) e (C) detalhes da fixação do ADCP na borda



(D) e (E) ADCP imerso e (F) “setup” do instrumento

Figura 6.1.7-25 - Atividades envolvendo o uso de um ADCP fixado na borda de uma embarcação para medir correntes em Sepetiba (RJ)

As figuras que se seguem apresentam os resultados referentes ao monitoramento de correntes durante cerca de 12 horas nos pontos I, II, III, IV, V e VI. As profundidades estão referenciadas à superfície.



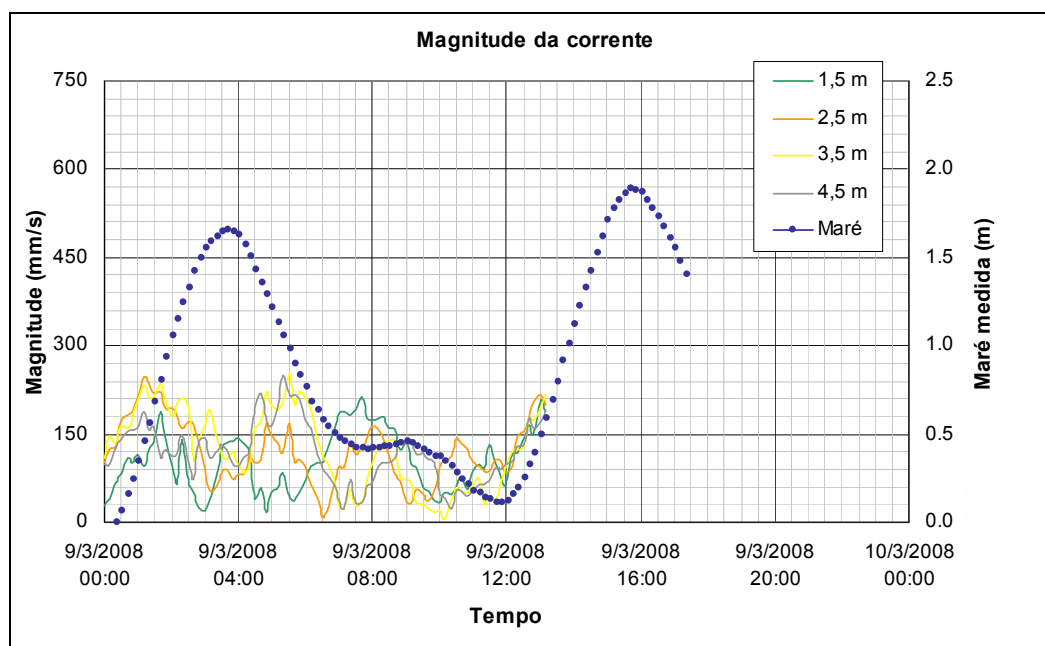


Figura 6.1.7-26 - Medições de correntes realizadas com o ADCP montado a bordo de uma embarcação fundeada no ponto I durante o dia 09/03/08 (maré de sizígia).

Durante o dia 09/03/08 - no ponto I - as maiores magnitudes da corrente ocorreram durante a meia-maré enchente com valores de cerca de 0,25 m/s e com direção variando em torno de E. Durante a meia-maré vazante também foram observados valores de cerca de 0,25 m/s e direções variando significativamente em torno de W.

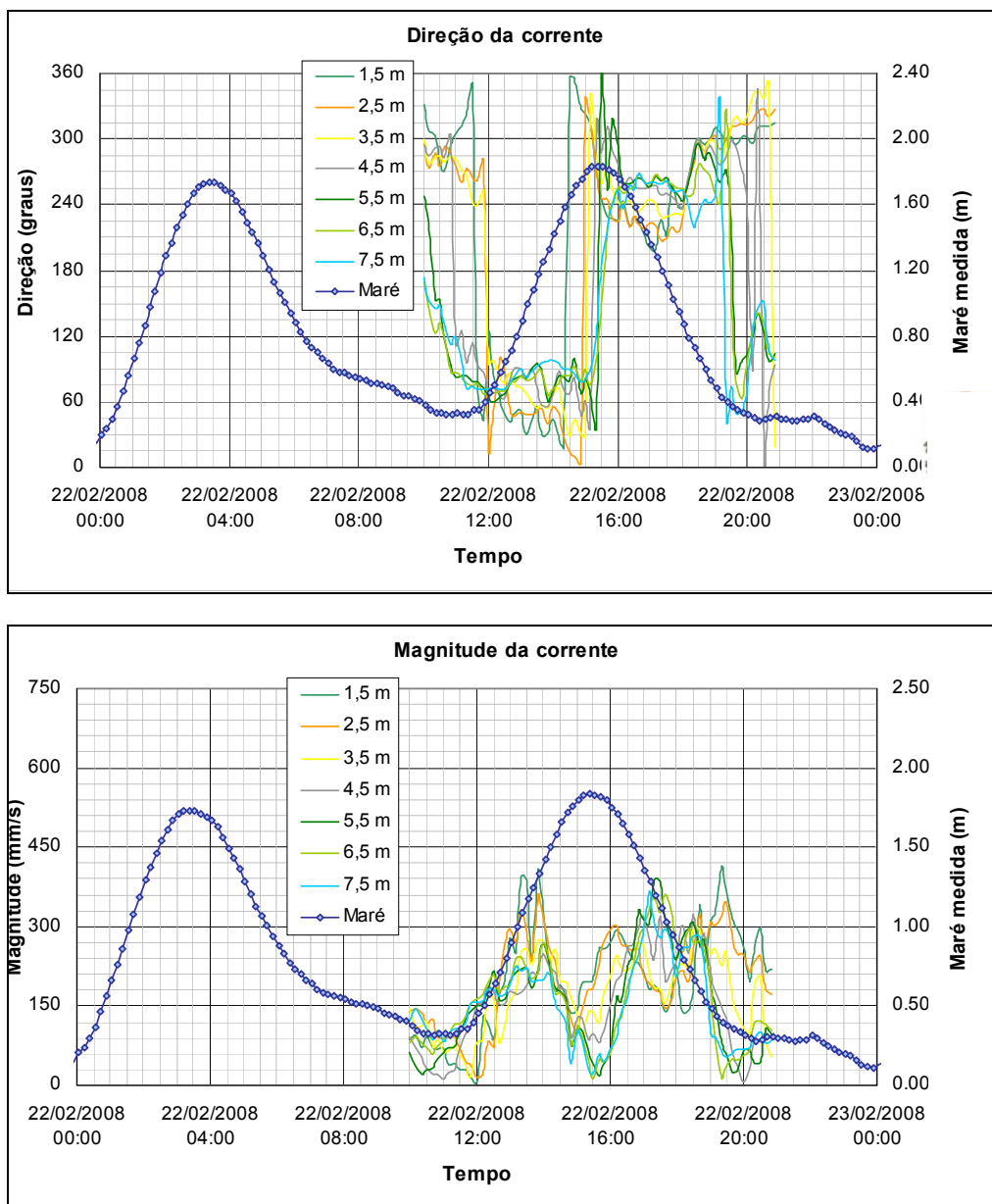


Figura 6.1.7-27 - Medições de correntes marítimas realizadas com o ADCP montado a bordo de uma embarcação fundeada no ponto II durante o dia 22/02/08 (maré de sizígia).

Durante o dia 22/02/08 - no ponto II - as maiores magnitudes da corrente ocorreram tanto durante a meia-maré enchente como na meia-maré vazante com valores entre 0,25 e 0,45 m/s. Durante a meia-maré enchente a direção variou significativamente em torno de ENE enquanto durante a meia-maré vazante foram observados valores em direções que variaram significativamente em torno de SW.

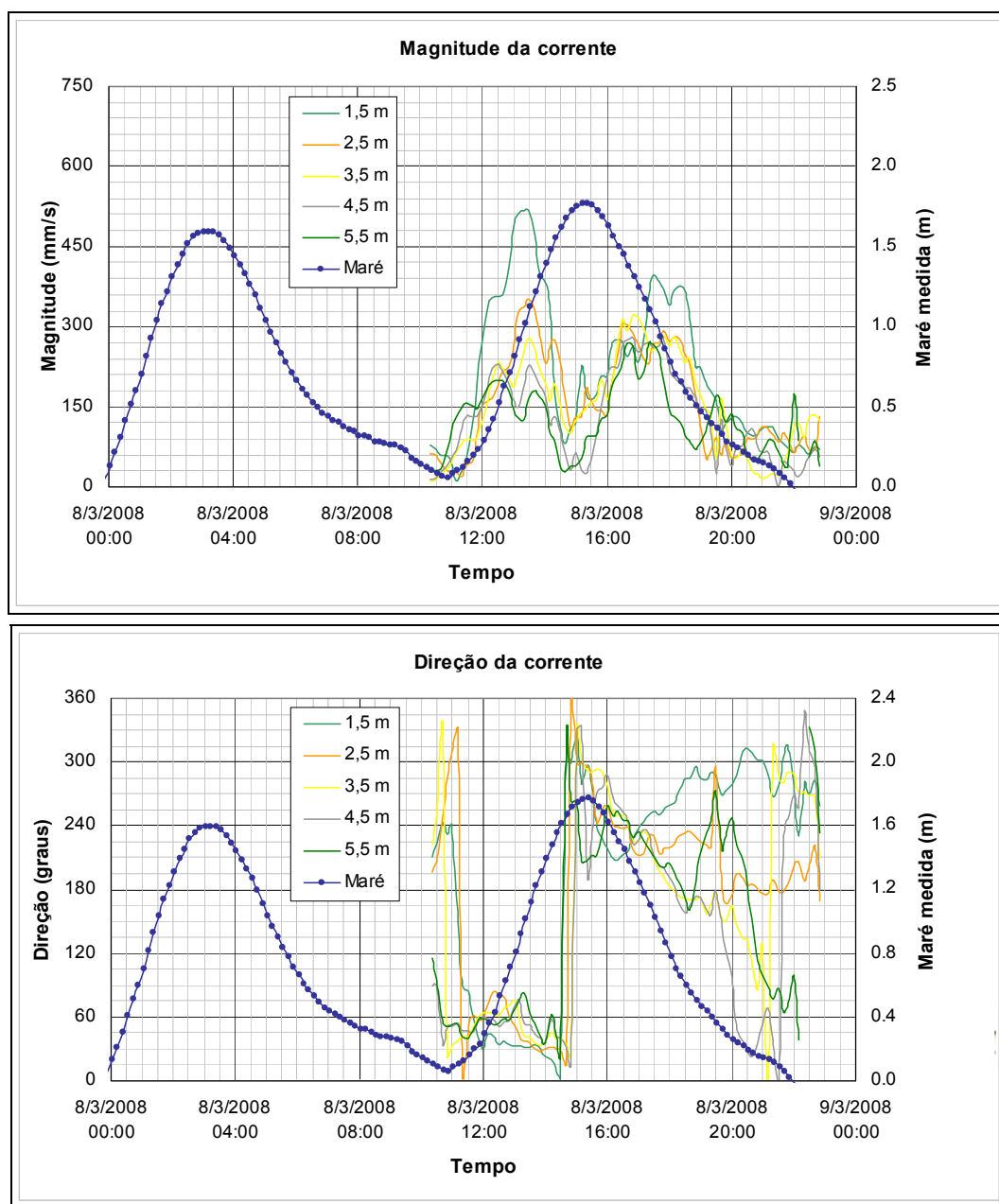


Figura 6.1.7-28 - Medições de correntes marítimas realizadas com o ADCP montado a bordo de uma embarcação fundeada no ponto III durante o dia 08/03/08 (maré de sizígia).

Durante o dia 08/03/08 - no ponto III - as maiores magnitudes da corrente ocorreram durante a meia-maré enchente com valores de cerca de 0,45 m/s e com direção variando em torno de ENE. Durante a meia-maré vazante foram observados valores de cerca de 0,35 m/s e direções variando significativamente em torno de SW.

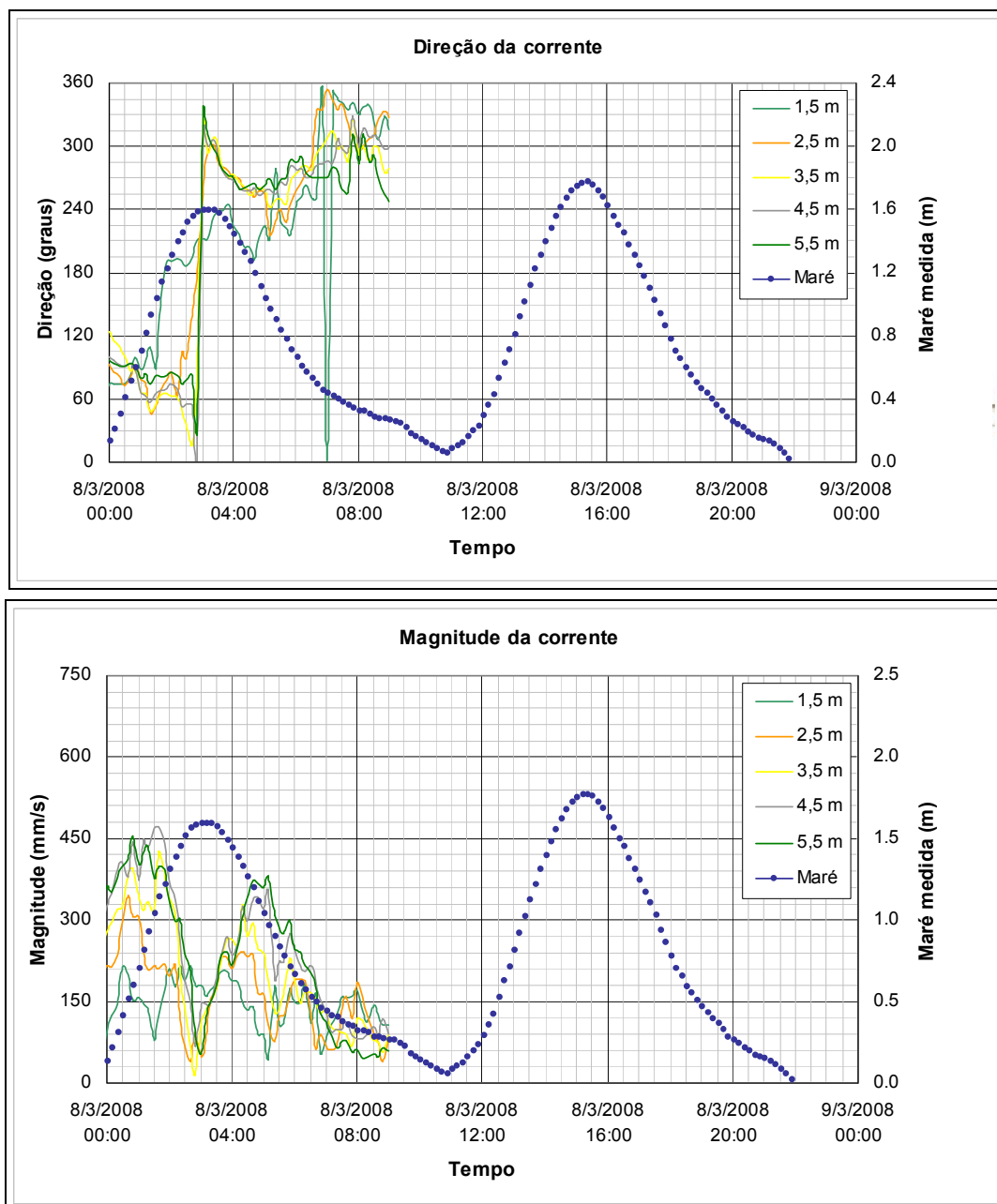


Figura 6.1.7-29 - Medições de correntes marítimas realizadas com o ADCP montado a bordo de uma embarcação fundeada no ponto IV durante o dia 08/03/08 (maré de sizígia).

Durante o dia 08/03/08 - no ponto IV - as maiores magnitudes da corrente ocorreram durante a meia-maré enchente com valores de cerca de 0,45 m/s e com direção variando em torno de E. Durante a meia-maré vazante foram observados valores de cerca de 0,35 m/s e direções variando significativamente em torno de W.

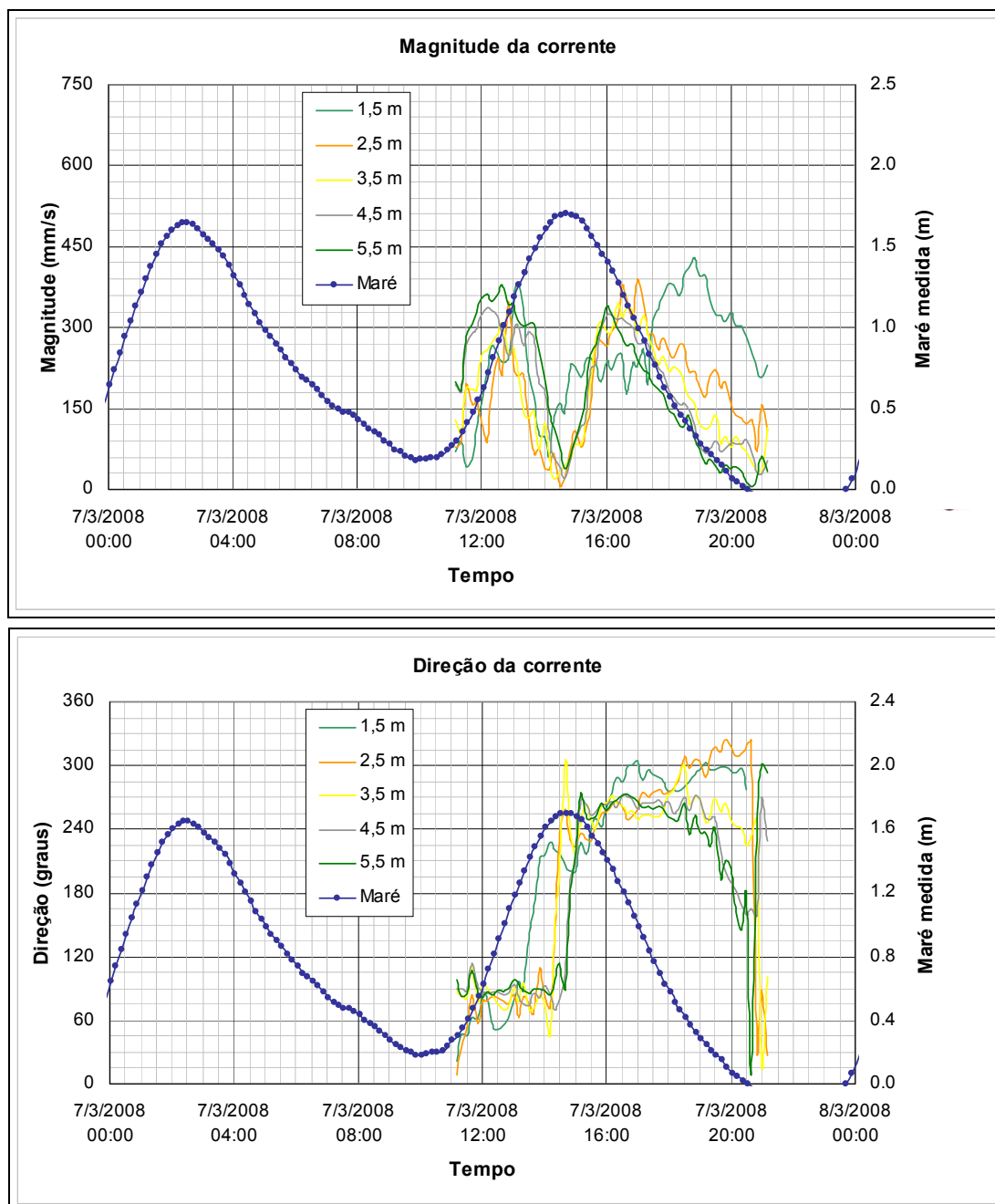


Figura 6.1.7-30 - Medições de correntes marítimas realizadas com o ADCP montado a bordo de uma embarcação fundeada no ponto V durante o dia 07/03/08 (maré de sizígia).

Durante o dia 07/03/08 - no ponto V - as maiores magnitudes da corrente ocorreram tanto durante a meia-maré enchente como na meia-maré vazante com valores entre 0,30 e 0,40 m/s. Durante a meia-maré enchente a direção variou em torno de E enquanto durante a meia-maré vazante foram observados valores em direções que variaram em torno de W.

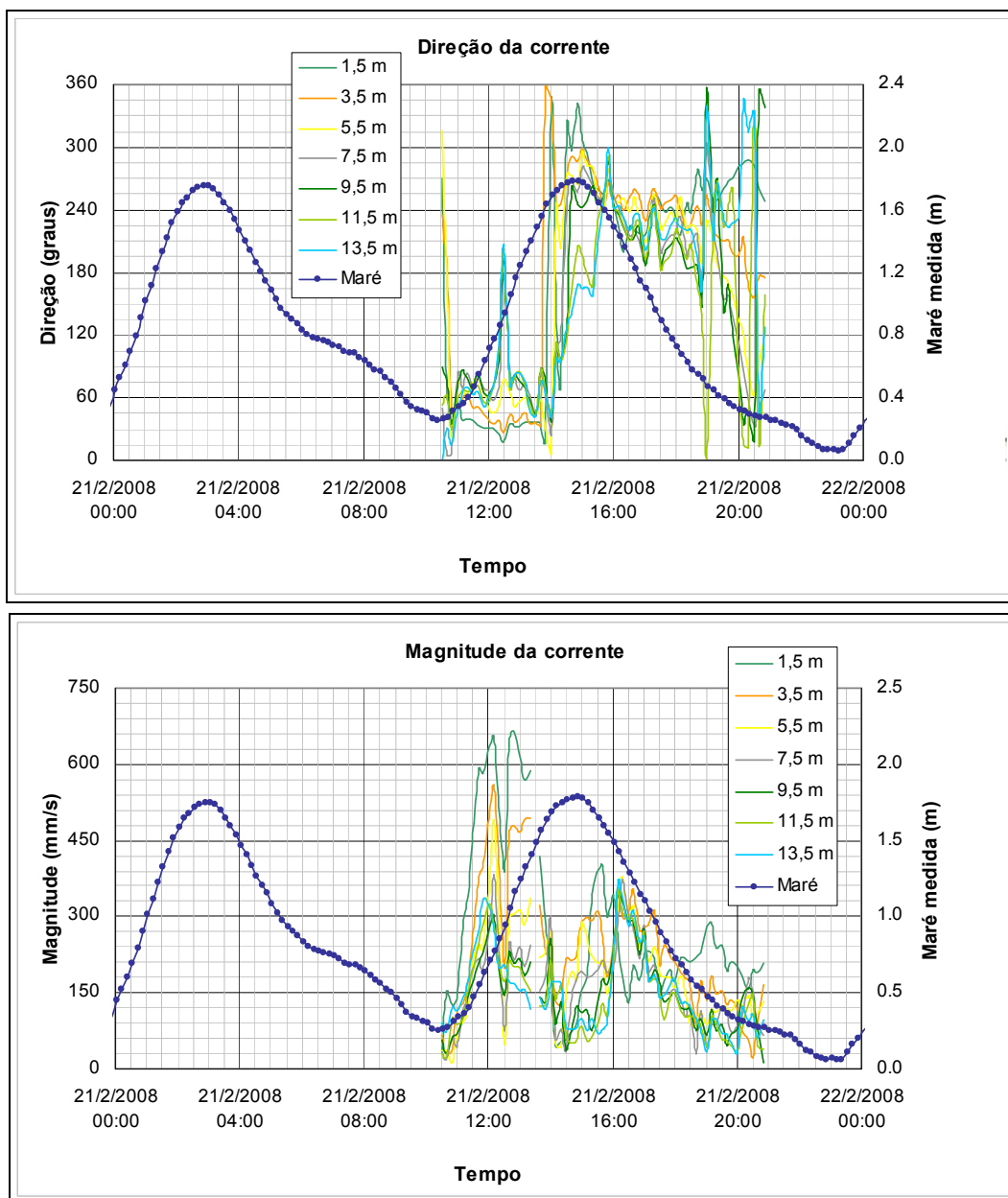


Figura 6.1.7-31 - Medições de correntes marítimas realizadas com o ADCP montado a bordo de uma embarcação fundeada no ponto VI durante o dia 21/02/08 (maré de sizígia).

Durante o dia 21/02/08 - no ponto VI - as maiores magnitudes da corrente ocorreram durante a meia-maré enchente com valores entre 0,35 e 0,65 m/s e com direção variando significativamente em torno de ENE. Durante a meia-maré vazante foram observados valores entre 0,30 e 0,40 m/s e direções variando em torno de SW.