



# **5** **Diagnóstico Ambiental**

## 5.1 Meio físico

### 5.1.1 Metodologia aplicada

A metodologia empregada para o levantamento dos dados que subsidiaram o Diagnóstico Ambiental dos itens relacionados ao Meio Físico seguiu procedimentos e critérios consagrados em estudos ambientais.

Para a elaboração do Diagnóstico Ambiental do presente Estudo de Impacto Ambiental foram utilizados dados secundários e primários. Boa parte da caracterização dos itens relacionados ao Meio Físico foi realizada através da análise, tratamento e interpretação de dados primários oriundos de estudos realizados especificamente com a finalidade de subsidiar o presente EIA. Conjuntamente, de modo a subsidiar a análise dos resultados obtidos nos levantamentos primários, realizou-se a comparação com dados secundários provenientes de estudos anteriores realizados no sul do Estado do Espírito Santo pertencentes ao banco de dados da CEPEMAR.

Para facilitar o entendimento da metodologia empregada em cada item do Meio Físico, optou-se por apresentar os métodos, materiais e estratégias ao longo do texto, como subitem do componente ambiental abordado.

### 5.1.2 Clima, condições meteorológicas e qualidade do ar

#### a) Introdução

A região do estado do Espírito Santo prevista para a instalação do empreendimento é submetida a quatro principais sistemas atmosféricos e suas respectivas correntes, que são: o Sistema Tropical Atlântico (Ta); Sistema Polar Atlântico (Pa); Sistema Equatorial Continental (Ec) e Sistema Tropical Continental (Tc).



O Sistema Tropical Atlântico (Ta), proveniente do anticiclone semifixo do Atlântico Sul, atua de forma constante o ano inteiro, tendendo à instabilidade no verão. O sistema de emissão anti-horário favorece sua penetração mais para o interior do continente. A Região Sudeste é frequentemente atravessada pela mTa (massa tropical atlântica) através de correntes de nordeste (NE) e seguidas pelas correntes de leste (E).

De grande importância na circulação secundária dessa região, o Sistema Polar Atlântico (Pa) possui atividade mais pronunciada no inverno, sendo auxiliado pela orientação N-S dos Andes, bem como pelo Planalto Central. A massa fria e úmida proveniente do anticiclone migratório polar origina-se sobre o Atlântico Sul, próximo ao continente sul-americano, na latitude da Patagônia, resultante do acúmulo do ar polar. Embora a mPa (massa polar atlântica) seja mais efetiva na Região Sul do Brasil, durante o inverno, com o avanço da massa polar, ela é sentida no Sudeste, com a presença dos ventos sul (S) e sudeste (SE) e temperaturas mais baixas. Essas frentes frias, que na primavera e no verão raramente atingem o litoral Sul capixaba, podem, durante o inverno, ultrapassar o estado do Espírito Santo e atingir o litoral nordeste brasileiro.

O Sistema Equatorial Continental (Ec), originado na Amazônia e considerado como uma célula de divergência dos ventos alísios, caracteriza-se por ser quente e de elevada umidade, decorrente da área sobre a qual se forma. Durante o verão, atraído pelos sistemas depressionários – térmicos e dinâmicos – do interior do continente, tende a avançar do noroeste (NW) ora para sudeste (SE) ora para sul-sudeste (SSE), de acordo com a posição da Frente Polar Atlântica.

O Sistema Tropical Continental (Tc), com pouca frequência de ocorrência, tem uma participação complementar. Tanto o Tc como o Ec são responsáveis pelas correntes de noroeste (NW) e oeste (W).

As frentes polares muitas vezes não conseguem chegar até o Estado do Espírito Santo, estacionando no Sul do Brasil e dirigindo-se para o mar. Ocasionalmente, o movimento da massa fria para o mar permite a penetração da massa quente, precedida por uma frente quente que se move para o sul, causando mal tempo. A formação de frentes quentes

originadas do Sistema Equatorial Continental (Ec), comuns no verão, contribui para maiores precipitações pluviométricas nesse período.

O clima predominante da região é o tropical quente e úmido do tipo Aw (segundo a classificação do clima de Köppen), caracterizado geralmente por uma curta e pouco sensível estação seca no inverno. Durante a maior parte do ano, os ventos predominantes são nordeste, provenientes do Oceano Atlântico devido à massa aquecida Tropical Atlântica. No inverno ocorre com frequência o vento sudoeste, devido à Massa Polar Antártica.

Uma característica básica do clima da região prevista para implantação do empreendimento é a influência marítima, devido à proximidade do Oceano Atlântico.

Considerando os intervalos de tempo típicos para estudos climatológicos, as normais climatológicas são dados de referência, pois, para sua obtenção, os dados coletados em estações meteorológicas são analisados e tratados estatisticamente de forma a obter um valor que não superestime períodos de chuva ou seca. Por esta razão, as normais climatológicas só são calculadas de 30 em 30 anos.

A estação climatológica, que apresenta registros consistidos em longo período de tempo, mais próxima do local do empreendimento está localizada em Barra do Itabapoana, município do estado do Rio de Janeiro, na divisa com o estado do Espírito Santo, latitude 21° 18' S e longitude 40° 59' W. Essa estação, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura, está instalada a menos de 11 quilômetros de distância de onde está prevista a instalação do empreendimento.

Foram também considerados os dados da Estação meteorológica de Marobá - ES medidos pela Fundação COPPETEC - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, para o período de julho a outubro de 2009.

b) Temperatura do ar

Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as médias anuais de temperatura na Região Sudeste oscilam entre 19°C e 28°C. Nos trechos litorâneos, as temperaturas médias anuais variam entre 21°C e 24°C. No verão, devido à maior intensidade e duração do brilho, as temperaturas médias, variam de 21°C a 27°C; com os maiores valores nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, oeste paulista e parte leste de Minas gerais, principalmente, onde as máximas médias apresentam valores de 33°C a 36°C. Contudo, no inverno, os números caem para o intervalo de 12°C a 21°C.

A Tabela 5.1.2-1 mostra os valores mensais médios, máximos médios e mínimos médios de temperatura, para um período de amostragem de 30 anos (1931 a 1960), registrados na Estação Meteorológica de Barra do Itabapoana, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Tabela 5.1.2-1: Temperaturas médias mensais obtidas pela estação meteorológica do INMET instalada em Barra do Itabapoana para o período de 1931 – 1960 (*apud* TRANSMAR, 2005).

MÊS	TEMPERATURA DO AR (C°)		
	MÁXIMA	MÉDIA	MÍNIMA
Janeiro	28,3	24,9	21,8
Fevereiro	28,9	25,3	21,8
Março	28,9	25,0	21,2
Abril	27,9	23,8	19,6
Maio	26,7	22,2	17,2
Junho	25,8	20,9	15,8
Julho	24,9	20,3	15,2
Agosto	25,0	20,8	15,7
Setembro	25,1	21,5	17,7
Outubro	25,8	22,6	19,3
Novembro	26,6	23,4	20,2
Dezembro	27,4	24,2	21,2
<b>Anual</b>	<b>26,8</b>	<b>22,9</b>	<b>18,9</b>

A temperatura média anual foi de 22,9 °C, sendo fevereiro o mês mais quente (média 25,3 °C) e julho o mais frio (média 20,3 °C).

A temperatura máxima anual ficou em 26,8 °C, sendo que os meses de fevereiro e março atingiram os valores de 28,9°C e o mês de julho 24,9 °C.

A mínima anual atingiu 18,9 °C. Os valores de 21,8°C foram encontrados para os meses de janeiro e fevereiro e, para julho, 15,2°C.

De modo a subsidiar o presente estudo, foi instalada pela Fundação COPPETEC - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, a serviço da Ferrous, uma estação meteorológica na localidade de Marobá. A Figura 5.1.2-1 apresenta os dados de temperatura medidos na Estação Meteorológica de Marobá, entre os dias 10 de julho e 03 de outubro de 2009.

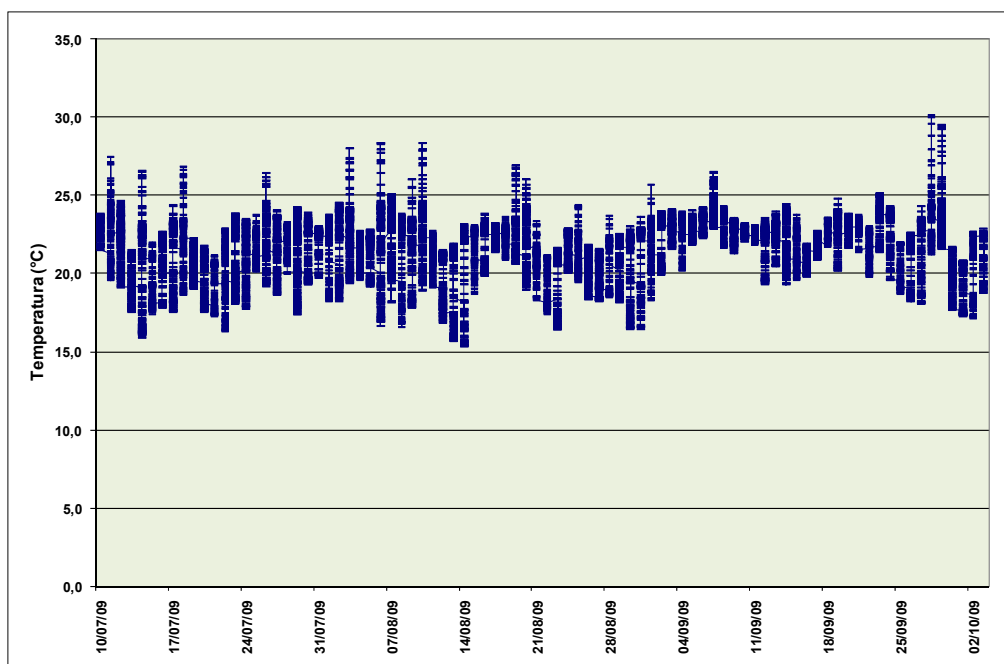


Figura 5.1.2-1: Temperaturas do ar medidas na Estação Meteorológica de Marobá – julho a outubro/2009. Fonte: Fundação COPPETEC - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

O valor da temperatura média no período foi de 21,6 °C, a máxima de 30,1 °C e a mínima de 15,4 °C. Como pode ser observado, estes valores estão dentro da média de valores atribuídos à região Sudeste pelo IBGE e INMET.

c) Umidade relativa do ar

A Tabela 5.1.2-2 e a Figura 5.1.2.-2 apresentam médias mensais de umidade relativa do ar para o período 1931/1960.

Tabela 5.1.2-2: Média mensal da Umidade Relativa do Ar obtida para a estação meteorológica do INMET instalada em Barra do Itabapoana para o período de 1931 – 1960 (*apud* TRANSMAR, 2005).

PERÍODO	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
1931/1960	83,5	83,1	82,6	82,3	82,1	81,7	80,2	78,9	80,4	81,5	82,0	83,4	81,8

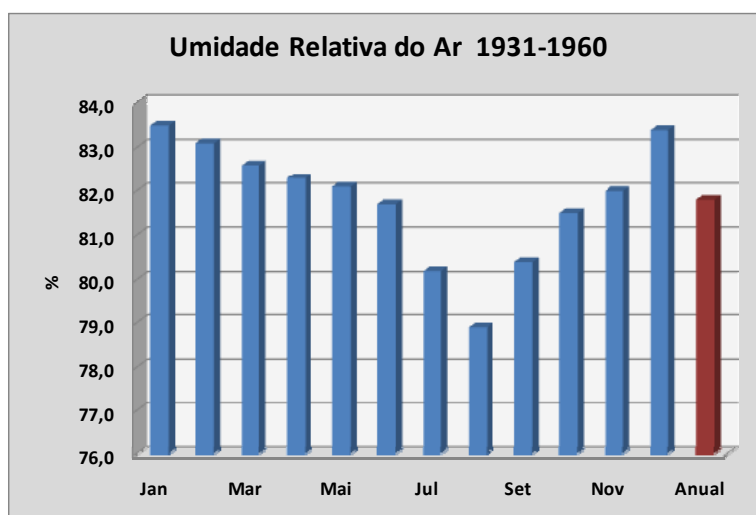


Figura 5.1.2-2: Umidade Relativa do Ar na estação meteorológica do INMET em Barra do Itabapoana –1931 – 1960. Fonte: TRANSMAR (2005).

A Tabela 5.1.2-2 e a Figura 5.1.2-2 mostram que a maior média de umidade relativa ocorreu no mês de dezembro (83,5%), enquanto o mês de agosto apresentou a menor média (78,9%). A média anual ficou em 81,8%.

A Figura 5.1.2-3 apresenta os dados de umidade relativa medidos na estação meteorológica de Marobá, entre os dias 10 de julho e 03 de outubro de 2009. A média do período encontrada foi de 80,5 %.

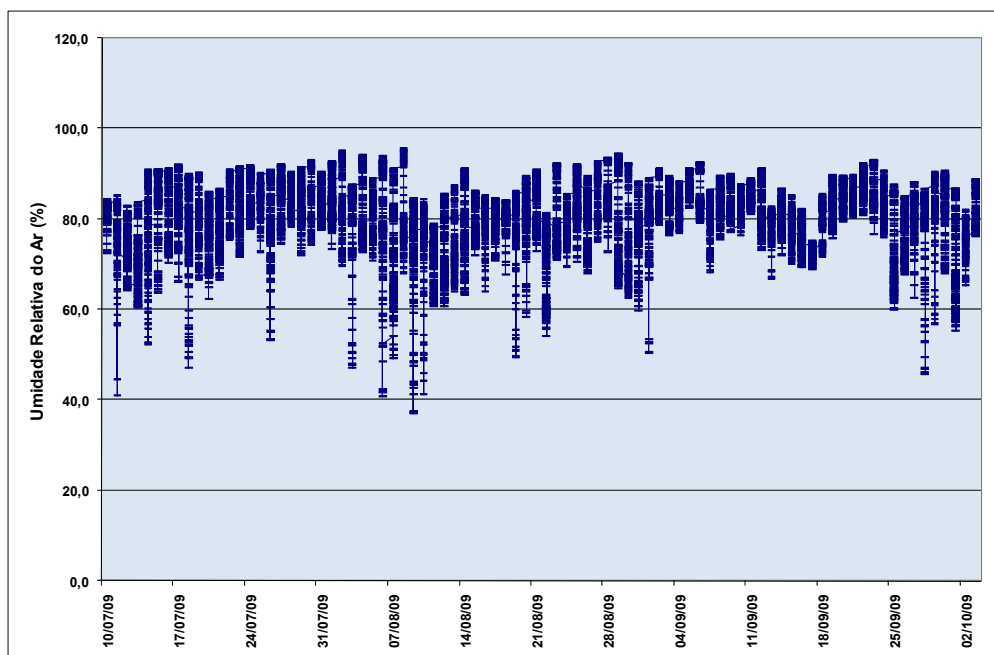


Figura 5.1.2-3: Umidade relativa do ar medida na Estação Meteorológica de Marobá – julho a outubro/2009. Fonte: Fundação COPPETEC - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

#### d) Precipitação pluviométrica

Os dados mensais médios de precipitação pluviométrica apresentados na Tabela 5.1.2-3, medidos na estação meteorológica do INMET de Barra do Itabapoana, para o período de 1931 – 1960 indicam a tendência de um máximo de precipitação no verão e um mínimo de precipitação no inverno. Esta tendência pode ser atribuída ao fato de que, além da penetração das frentes frias durante o verão ter uma trajetória mais marítima do que continental - trazendo assim uma maior quantidade de vapor - é durante a estação quente que se dá a conjugação das chuvas de instabilidade tropical com as chuvas das frentes polares, ou seja, a conjugação das correntes de circulação perturbada de Oeste - típicas do verão - e das correntes de circulação perturbada do Sul.

A Tabela 5.1.2-3 e a Figura 5.1.2-3 mostram médias mensais de precipitação pluviométrica para o período 1931/1960.

Tabela 5.1.2-3: Médias mensais de precipitação pluviométrica obtidas da estação meteorológica do INMET em Barra do Itabapoana entre 1931 – 1960 (*apud* TRANSMAR, 2005).

PERÍODO	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
1931/1960	93,5	62,0	86,3	85,5	59,7	41,5	28,9	22,7	55,7	84,6	131,9	171,9	924,2

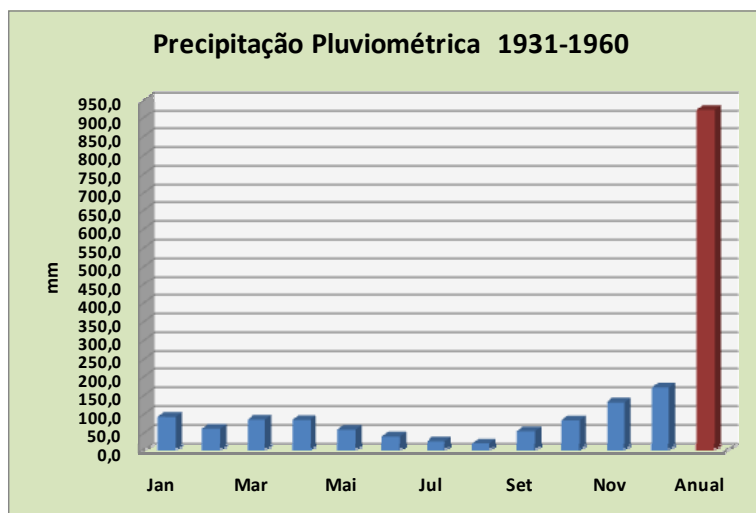


Figura 5.1.2-4: Precipitação Pluviométrica na estação meteorológica do INMET em Barra do Itabapoana –1931 – 1960. Fonte: TRANSMAR (2005).

A precipitação anual média para os 30 anos de registros foi 924,2 mm. O mês de agosto apresentou a menor média de precipitações mensais, 22,7 mm e dezembro apresentou a maior média, 171,9 mm.

As medições realizadas entre julho e outubro de 2009 na estação meteorológica de Marobá mostraram que foi medido um total de 49,5 mm em 82 dias, sendo 11,6 mm em 21 dias de julho, 16,10 mm no mês de agosto e 21,8 em setembro. Em se comparando os dados de precipitação mensal média da estação de Barra do Itabapoana para um período de amostragem de 30 anos, observa-se que a precipitação pluviométrica ficou abaixo da média para os meses de julho (28,9 mm), agosto (22,7 mm) e setembro (55,7 mm). Em outubro, os dados foram fornecidos até o dia 03/10/09 e não ocorreram chuvas nesse período.

e) Direção e velocidades dos ventos

A circulação principal no litoral sul capixaba e norte fluminense é comandada pelos ventos alísios, provenientes dos quadrantes nordeste (NE), leste (E) e sudeste (SE), gerados a partir do anticiclone semifixo do Atlântico Sul com predominância dos ventos de nordeste (NE) na estação quente e os de leste (E) e sudeste (SE) na estação fria. Esses ventos são notavelmente constantes e algumas vezes são frescos e as calmarias são raras.

A Tabela 5.1.2-4 apresenta as frequências de ocorrência dos ventos para o litoral de Presidente Kennedy segundo dados do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO).

Tabela 5.1.2-4: Frequências de Ocorrências dos Ventos – Litoral de Presidente Kennedy.

Velocidade (m/s)	Frequência de Ocorrência (%)								
	Calmaria	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Calmaria	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 a 2,6	-	2,2	3,3	2,3	1,8	2,2	1,5	2,6	1,3
3,1 a 5,1	-	4,3	7,0	5,4	3,4	4,9	2,9	3,1	2,3
5,7 a 7,7	-	3,6	6,8	4,1	2,0	3,1	2,7	1,2	0,6
8,2 a 10,3	-	2,4	5,3	2,7	0,7	1,7	1,1	0,4	0,3
10,8 a 12,9	-	0,7	2,3	1,0	0,2	0,6	0,4	0,0	0,0
13,4 a 15,4	-	0,2	1,0	0,3	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0
>15,4	-	0,2	0,3	0,2	0,0	0,2	0,1	-	0,0
<b>Total</b>	<b>2,4</b>	<b>13,6</b>	<b>26,0</b>	<b>16,0</b>	<b>8,2</b>	<b>12,9</b>	<b>8,9</b>	<b>7,3</b>	<b>4,6</b>

Fonte: Banco Nacional de Dados Oceanográficos, DHN-MM, Maio de 2004; Quadrado de Mardsen 37600.

Na região marítima, os ventos mais frequentes ocorrem provenientes dos quadrantes nordeste (NE) e leste (E) nos períodos quentes, e sudeste (SE) nos períodos frios, geralmente acompanhados de frentes frias. Os ventos provenientes do quadrante oeste (W) são raros. As intensidades preponderantes estão entre 2,6 e 10,3 m/s. A frequência de maiores intensidades é bem pequena, mesmo nos meses de inverno. Para a área terrestre, a circulação atmosférica sofre a influência de uma combinação entre os ventos alísios marítimos e os terrais, sendo predominantes os ventos de norte-nordeste (NNE) e nordeste (NE). Os ventos terrestres são mais intensos que os ventos marítimos.



A Figura 5.1.2-4 mostra o histograma com o número de frequência das classes de velocidade do vento medido na estação meteorológica de Marobá pela Fundação COPPETEC, para o período de 10 de julho a 03 de outubro de 2009. Pode ser observado que 67,6% do número de frequência de ocorrência dos dados de velocidade de vento apresentam-se na faixa de 1,0-6,0 m/s e que o maior número de frequência está entre 2,0 e 2,5 m/s. O valor médio medido em Marobá para esse período foi de 4,71 m/s.

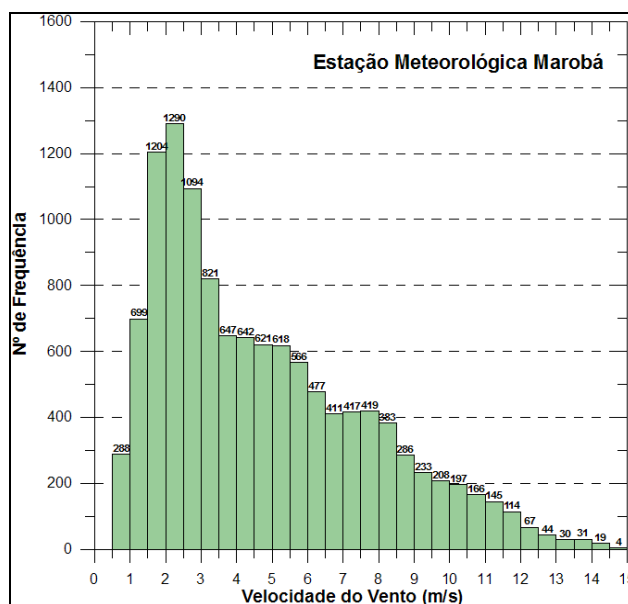


Figura 5.1.2-5: Histograma dos dados de velocidade de vento medidos na estação meteorológica de Marobá - 10/07/09 a 03/10/09.  
 Fonte: Fundação COPPETEC - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

As direções predominantes dos ventos medidas pela estação meteorológica de Marobá - para o período de 10 de julho a 03 de outubro de 2009 foram os ventos norte-nordeste (NNE) e nordeste (NE). A Figura 5.1.2-5 representa as direções e velocidades dos ventos da região em estudo, através do gráfico da Rosa dos Ventos.

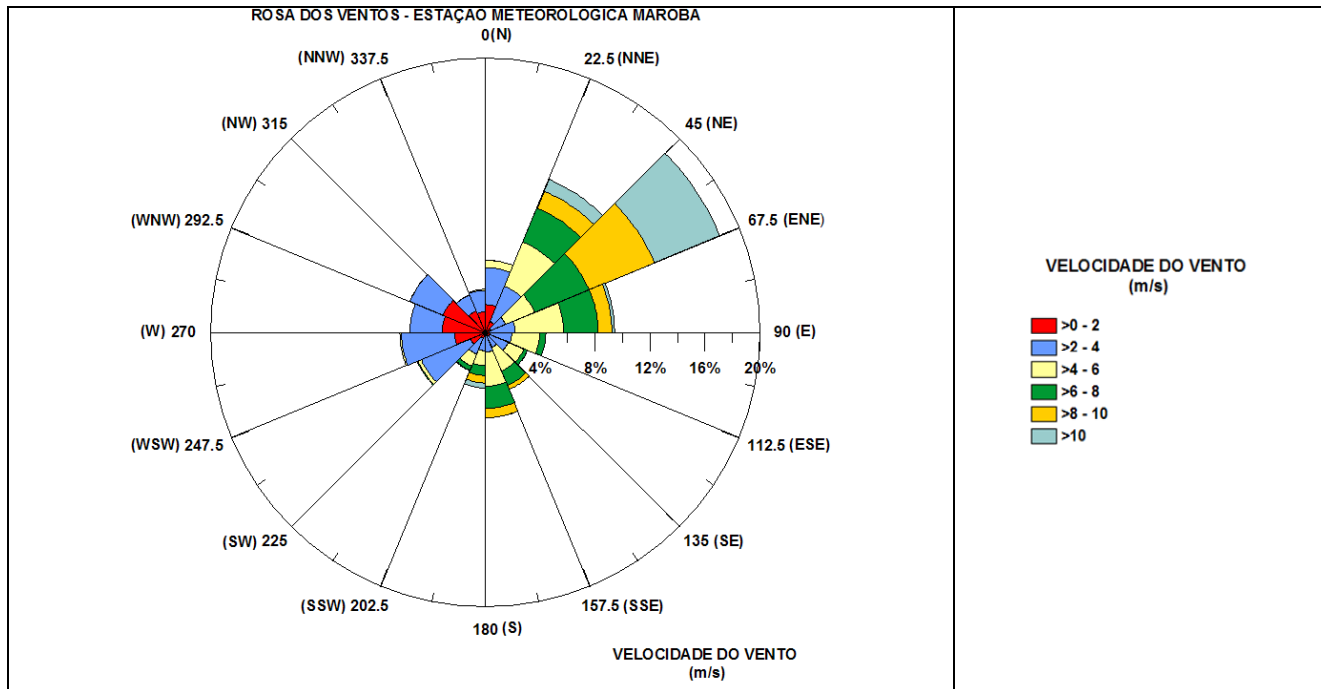


Figura 5.1.2-6: Rosa dos Ventos medidos na estação meteorológica de Marobá - 10/07/09 a 03/10/09.  
 Fonte: Fundação COPPETEC - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

### 5.1.2.1 Qualidade do ar

#### a) Considerações iniciais

A atmosfera terrestre é constituída de uma combinação de gases, contendo líquidos em suspensão e partículas sólidas, sendo sua composição e concentração variável em função da altitude (KEMP, 1994).

A região mais próxima à superfície da terra, chamada troposfera, possui uma camada de ar estreita e densa que contém praticamente toda a massa gasosa da atmosfera (75%), além de quase todo vapor d'água e a maior concentração de pequenas partículas, líquidas e sólidas, chamadas aerossóis. É a zona na qual ocorre a maioria dos fenômenos atmosféricos e onde a manifestação dos problemas ambientais globais, como a chuva ácida e o aquecimento global, têm sua origem e alcança sua maior extensão, devido ao nível de intervenção humana a que está submetida (PIRES, 2005).

A porção gasosa do ar atmosférico, na troposfera, é composta de aproximadamente 78% de nitrogênio (N<sub>2</sub>) e 21% de oxigênio (O<sub>2</sub>). O 1% restante é formado por uma infinidade de gases, chamados gases nobres – argônio, neônio, hélio, criptônio e xenônio. Estes são inertes, isto é, não reagem quimicamente com outras substâncias e respondem por 0,93 % da composição do ar natural. Cerca de 0,03% do ar é constituído de dióxido de carbono, ou gás carbônico (CO<sub>2</sub>), e o restante é composto por metano (CH<sub>4</sub>), hidrogênio (H<sub>2</sub>), óxido nitroso (NO<sub>2</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>) (BRANCO *et al.*, 1995).

As atividades industriais, o tráfego de veículos, a atividade de construção civil, a movimentação de materiais secos e as queimadas provocam a emissão de partículas e/ou gases para a atmosfera, podendo alterar significativamente a qualidade do ar de uma região.

Além das atividades humanas, existem as atividades naturais que levam à deterioração da qualidade original da atmosfera (PIRES, 2005).

Como assinalou BRETSCHEIDER & KURFÜRST (1987), a erupção do vulcão Krakatoa, em 1883, introduziu mais poeira na atmosfera do que toda fumaça produzida pelas atividades humanas ao longo da história. Além das erupções vulcânicas, outros fenômenos naturais como queimadas nas florestas e a dispersão de areia pelo vento, entre outros, são fatores que intensificam o fluxo de matéria introduzida na atmosfera, “contaminando” o ar. Essa “contaminação” é na verdade a poluição natural como definiu BOUBEL *et al.* (1984), e que introduz na atmosfera gases que atualmente são considerados poluentes.

Segundo STERN *et al.* (1984), o ar não poluído é um conceito e seria a composição do ar se o homem e suas atividades não estivessem na terra. O ar que respiramos seria então definido como: “... *ar poluído diluído...*”, cujos principais elementos constitutivos são o nitrogênio, o oxigênio e o vapor d’água.

Os poluentes lançados na atmosfera sofrem o efeito de um processo complexo, sujeito a vários fatores, e que determina a concentração do poluente no tempo e no espaço. Assim, a mesma emissão de uma fonte sob as mesmas condições de lançamento pode produzir concentrações diferentes num mesmo ponto do espaço em tempos diferentes dependendo das condições atmosféricas.

Em uma dada região, a concentração dos diferentes poluentes no ar é determinada pelas características das fontes emissoras, pelo relevo e pelas condições meteorológicas. Os diferentes parâmetros meteorológicos, como velocidade e direção dos ventos, precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar, etc., afetam os mecanismos de transporte que levam os poluentes de uma fonte emissora até o receptor, sejam o homem, os animais, as plantas, os monumentos, entre outros. As diferentes combinações destes parâmetros meteorológicos podem agravar ou atenuar os efeitos das emissões de poluentes sobre a qualidade do ar de uma determinada região. Por exemplo, um cenário composto por fortes ventos, com escassez de chuvas, pode manter a poeira em suspensão por períodos de tempo prolongados e proporcionar a ressuspensão de material particulado em diversos pontos da região, facilitando a ocorrência de altas concentrações desse poluente no ar.

Outro fator a ser considerado é que a concentração de poluentes varia sazonalmente no decorrer do ano, ou seja, com as estações do ano. Durante os meses de inverno, há a tendência da concentração de poluentes (gases e partículas) ser mais elevada que nos meses de primavera e verão.

Durante os meses de inverno ocorre o fenômeno atmosférico conhecido por “inversão térmica”. Este se caracteriza pela sobreposição de uma camada de ar quente a uma camada de ar frio, especialmente nas manhãs dos dias frios e ensolarados, que, sendo mais pesada fica aprisionada sob o ar quente. Nesses meses, quando está mais frio, o fenômeno ocorre próximo à superfície do solo, impedindo a formação de correntes de convecção verticais, o que dificulta a diluição dos poluentes no ar, fazendo com que estes fiquem estagnados próximo ao solo, elevando a sua concentração.

A busca de um equilíbrio sem comprometimento da qualidade do ar será sempre a melhor opção. Portanto, tal opção deve levar em consideração as características regionais sob os diversos aspectos inerentes, como: clima, uso e ocupação do solo, condições antrópicas e naturais.

b) Parâmetros e padrões de qualidade do ar

O nível de poluição do ar é medido pela quantificação das substâncias poluentes presentes no mesmo.

Na Resolução CONAMA N.º 003/90, Art. 1.º:

“[...] entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

A variedade de substâncias que podem estar presentes na atmosfera é muito grande e por isso, a determinação sistemática da qualidade do ar deve ser, por questões de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes, definidos em função de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis. De uma forma geral, a escolha recai sempre sobre um grupo de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar, consagrados universalmente: material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), ozônio (O<sub>3</sub>) e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>). A razão da escolha desses parâmetros como indicadores de qualidade do ar está ligada à sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam ao meio ambiente.

Os limites que possibilitam a garantia da proteção da saúde humana, bem como dos componentes do meio ambiente, são estabelecidos por meio de critérios científicos para cada tipo de contaminante do ar, sendo definidos como padrões de qualidade do ar.

Através da Portaria Normativa n.º 348 de 14/03/90, o IBAMA estabeleceu os padrões nacionais de qualidade do ar e os respectivos métodos de referência, ampliando o

número de parâmetros anteriormente regulamentados através da Portaria GM 0231 de 27/04/76.

Os padrões estabelecidos através dessa portaria foram submetidos ao CONAMA em 28/06/90 e transformados na Resolução CONAMA n.º 03/90.

No Art. 2.º da Resolução CONAMA N.º 003/90, foram estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar: o primário e o secundário. O primário é entendido como o nível máximo tolerável de concentração de poluentes atmosféricos, que, se ultrapassado, poderá afetar a saúde da população, constituindo-se em meta de curto e médio prazo. O secundário é entendido como nível desejado de concentração de poluentes, com o qual se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral e se constitui em meta de longo prazo.

O rigor adotado nesses padrões, em termos de vigilância da qualidade do ar é que o padrão médio anual não deve ser excedido e os padrões horários não devem ser excedidos mais do que uma vez ao ano. A Tabela 5.1.2.1-1 apresenta os padrões nacionais de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 003/90.

Tabela 5.1.2.1-1: Padrões nacionais de qualidade do ar – Resolução CONAMA n.º 003/90.

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PADRÃO SECUNDÁRIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
PTS – Partículas Totais em Suspensão	24 horas	240 <sup>(1)</sup>	150 <sup>(1)</sup>
	MGA <sup>(2)</sup>	80	60
PM <sub>10</sub> – Partículas Inaláveis	24 horas	150 <sup>(1)</sup>	150 <sup>(1)</sup>
	MAA <sup>(3)</sup>	50	50
SO <sub>2</sub> – Dióxido de Enxofre	24 horas	365 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>
	MAA <sup>(3)</sup>	80	40
NO <sub>2</sub> – Dióxido de Nitrogênio	1 hora	320	190
	MAA <sup>(3)</sup>	100	100
CO – Monóxido de Carbono	8 horas	10.000 <sup>(1)</sup>	10.000 <sup>(1)</sup>
	1 hora	40.000 <sup>(1)</sup>	40.000 <sup>(1)</sup>

(1) Não deve ser excedido mais de uma vez por ano.

(2) MGA – Média Geométrica Anual.

(3) MAA – Média Aritmética Anual.

c) Caracterização da qualidade do ar na área de estudo

As diferentes regiões do planeta apresentam características próprias de qualidade do ar segundo a composição média de sua camada gasosa. A composição natural do ar de uma região, também denominada “*background*”, caracteriza o seu estado natural com relação à qualidade do ar. Isto é, ela não sofre interferência de substâncias provenientes de atividades humanas ou antropogênicas. Sabe-se, por exemplo, que o ar das regiões à beira-mar tem altas concentrações de cloretos devido às emissões de sais marinhos durante o salpico das ondas. O ar das regiões que têm vulcões em atividade apresenta maior concentração de compostos de enxofre.

A habilidade da sociedade em causar distúrbios significativos ao meio ambiente é um fenômeno fortemente influenciado pelo crescimento demográfico (populacional), desenvolvimento tecnológico ou industrial, desenvolvimento econômico, a concentração populacional e industrial e os hábitos da população, o que leva a interferência de substâncias (poluentes) na qualidade do ar de uma determinada região, fazendo-se necessária a adoção de medidas de controle e monitoramento da poluição do ar (PIRES, 2005).

Os principais objetivos do monitoramento da qualidade do ar em uma dada região, são:

- Fornecer dados para ativar as ações de controle durante os períodos de condições meteorológicas adversas, quando os níveis de poluentes na atmosfera estiverem representando risco à saúde pública.
- Avaliar a qualidade do ar à luz dos limites estabelecidos para proteger a saúde e o bem-estar das pessoas.
- Obter informações que possam indicar os impactos sobre a fauna, flora e o meio ambiente em geral.
- Acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devido a alterações nas emissões dos poluentes, e assim auxiliar no planejamento de ações de controle.



- Informar à população, órgãos públicos e sociedade em geral os níveis presentes da contaminação do ar.

O empreendimento em questão está localizado no litoral sul do Estado do Espírito Santo, no município de Presidente Kennedy, entre as localidades de Praia de Marobá e Praia das Neves, em uma região com uma densidade populacional baixa. O entorno do empreendimento é constituído de propriedades rurais, vias de tráfego não pavimentadas, ruas e rodovias municipais e o Oceano Atlântico.

Deve-se destacar que as principais fontes de material particulado da região do entorno do empreendimento são provenientes do tráfego de caminhões de transporte de cana-de-açúcar e outros veículos, da ação eólica sobre as vias não pavimentadas que cortam o município e dos aerossóis marinhos (sais marinhos) devido ao salpico das ondas do mar.

As Figuras 5.1.2.1-1 a 5.1.2.1-4 exemplificam a região do entorno do empreendimento.



Figura 5.1.2.1-1 “a” e “b”: Localidade Praia de Marobá.





Figura 5.1.2.1-2: Localidade Praia das Neves.



Figura 5.1.2.1-3: Exemplifica a movimentação de caminhões de transporte de cana-de-açúcar nas vias não pavimentadas (ES-060), que cortam o município.



Figura 5.1.2.1-4: Praia de Marobá – Oceano Atlântico.

### ● Monitoramento da Qualidade do Ar

Para a caracterização da qualidade do ar na região de estudo foi realizado monitoramento da qualidade do ar para os parâmetros Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PM<sub>10</sub>) nas localidades de Praia de Marobá e Praia das Neves, sendo as mais próximas do empreendimento. O período de amostragem foi de 01/09/2009 a 07/10/2009.

Foram utilizados para as amostragens um amostrador de grande volume (AGV) Andersen para partículas menores que 10 µm (AGV-PM<sub>10</sub>) e um amostrador também de grande volume para partículas totais em suspensão (AGV-PTS).

As amostragens foram realizadas normalmente em períodos de 24 horas, a cada seis dias, e seguindo as recomendações das normas NBR 9547 (PTS) e NBR 13412 (PM<sub>10</sub>) estabelecidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e do manual do fabricante. Esses amostradores são utilizados em redes de monitoramentos manuais.

A Tabela 5.1.2.1-2 mostra os poluentes medidos nas estações de monitoramento da qualidade do ar, implantadas no período de 01/09/2009 a 07/10/2009, bem como as suas coordenadas UTM.

Tabela 5.1.2.1-2: Poluentes medidos em cada estação e suas respectivas coordenadas UTM.

ESTAÇÃO	POLUENTES		UTM X (m)	UTM Y (m)
	PTS	PM <sub>10</sub>		
Praia de Marobá	X	X	299837	7655510
Praia das Neves	X	X	296255	7645908

A Figura 5.1.2.1-5 mostra a localização das estações de monitoramento da qualidade do ar da Praia de Marobá e Praia das Neves. As Figuras 5.1.2.1-6 e 5.1.2.1-7 apresentam as estações e os seus equipamentos instalados.

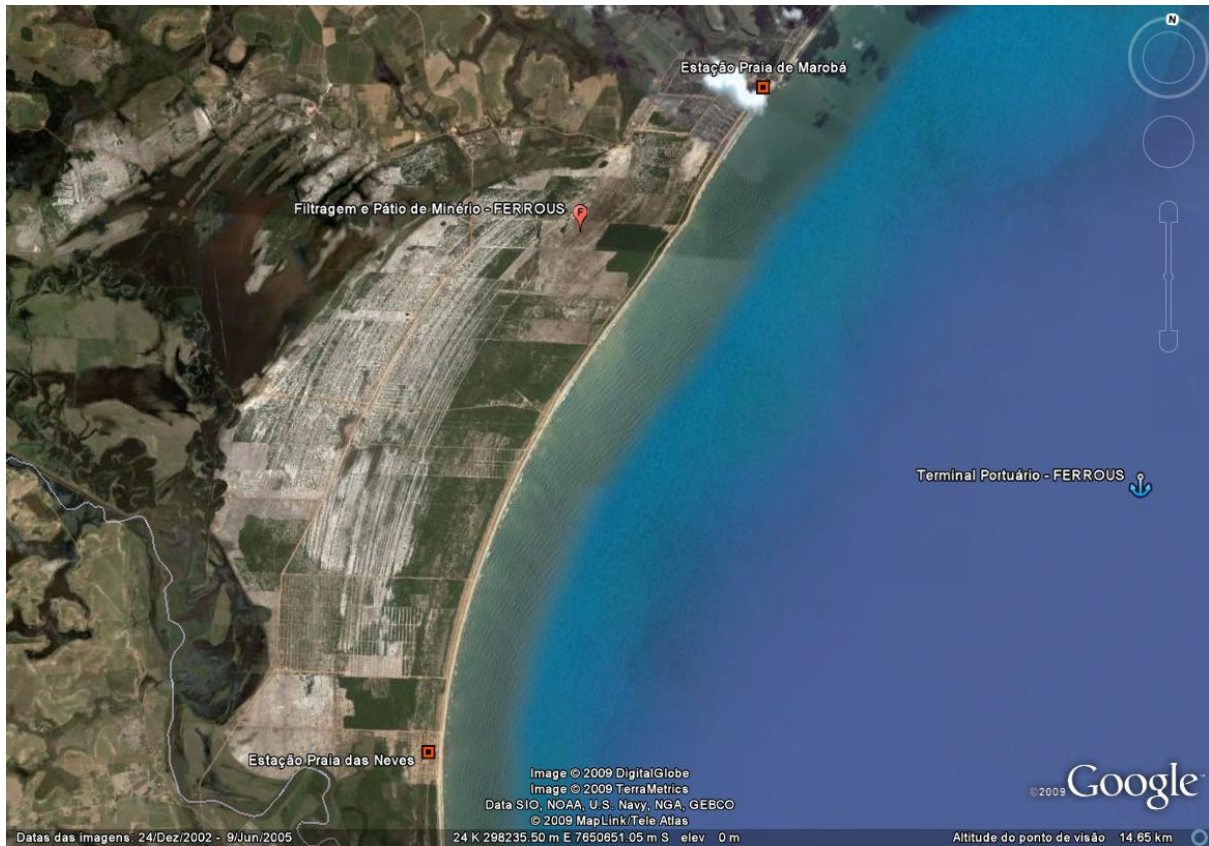


Figura 5.1.2.1-5: localização das estações de monitoramento da qualidade do ar na região do empreendimento.



Figura 5.1.2.1-6: Estação Praia de Marobá. Visualizar os amostradores AGV-PM<sub>10</sub> e AGV-PTS instalados.



Figura 5.1.2.1-7: Estação Praia das Neves. Visualizar os amostradores AGV-PM<sub>10</sub> e AGV-PTS instalados.

● **Resultados**

- Material particulado (PTS e PM<sub>10</sub>)

Os resultados das concentrações médias de 24 h de PTS e PM<sub>10</sub> medidas no período de 01/09/2009 a 07/10/2009 estão apresentados nas Figuras 5.1.2.1-8 a 5.1.2.1-11. Observa-se que os valores das concentrações ficaram abaixo dos limites primários (240,0 µg/m<sup>3</sup> – PTS e 150,0 µg/m<sup>3</sup> – PM<sup>10</sup>) estabelecidos pela legislação brasileira (CONAMA 03/90).

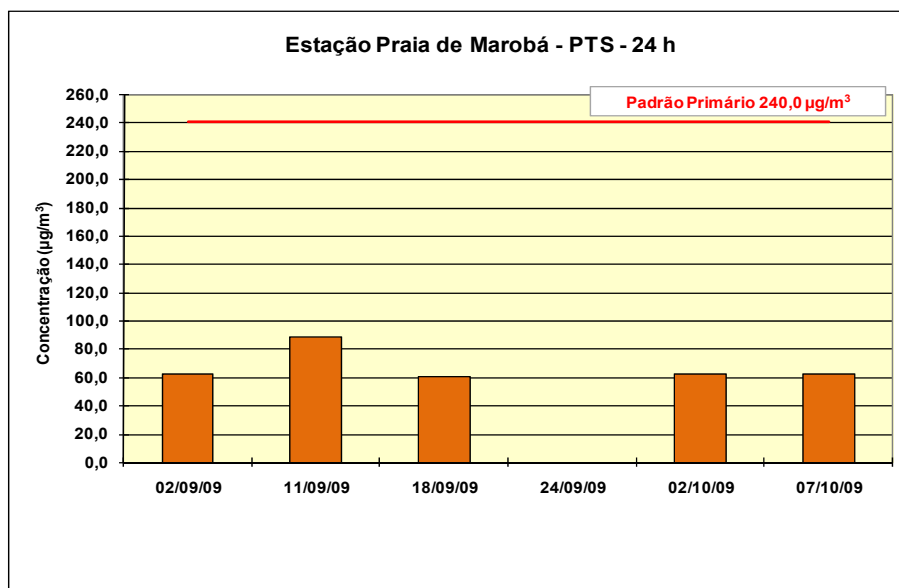


Figura 5.1.2.1-8: Concentrações médias de 24 h de PTS medidas na estação Praia de Marobá no período de 01/09/2009 a 07/10/2009. A linha de cor vermelha na horizontal representa o limite primário estabelecido na Resolução CONAMA 03/90.

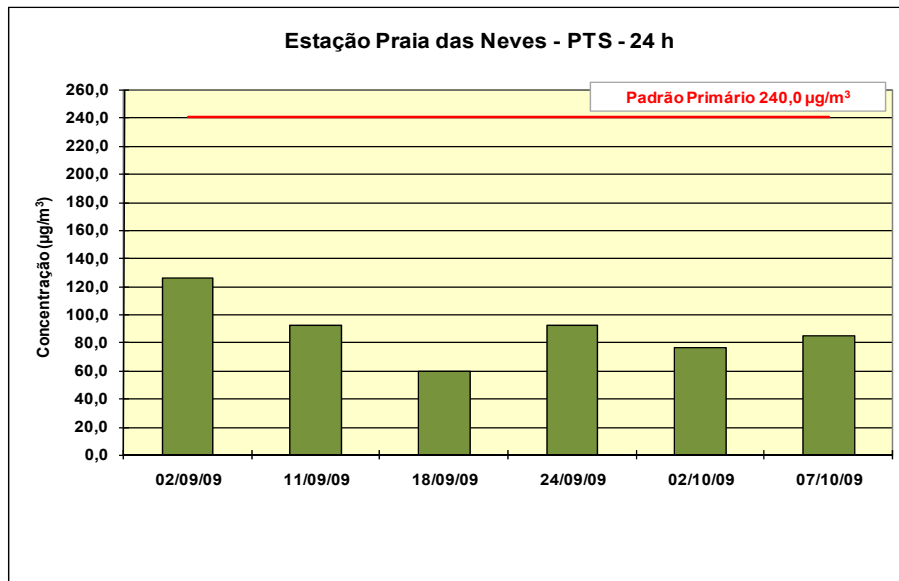


Figura 5.1.2.1-9: Concentrações médias de 24 h de PTS medidas na estação Praia das Neves no período de 01/09/2009 a 07/10/2009. A linha de cor vermelha na horizontal representa o limite primário estabelecido na Resolução CONAMA 03/90.

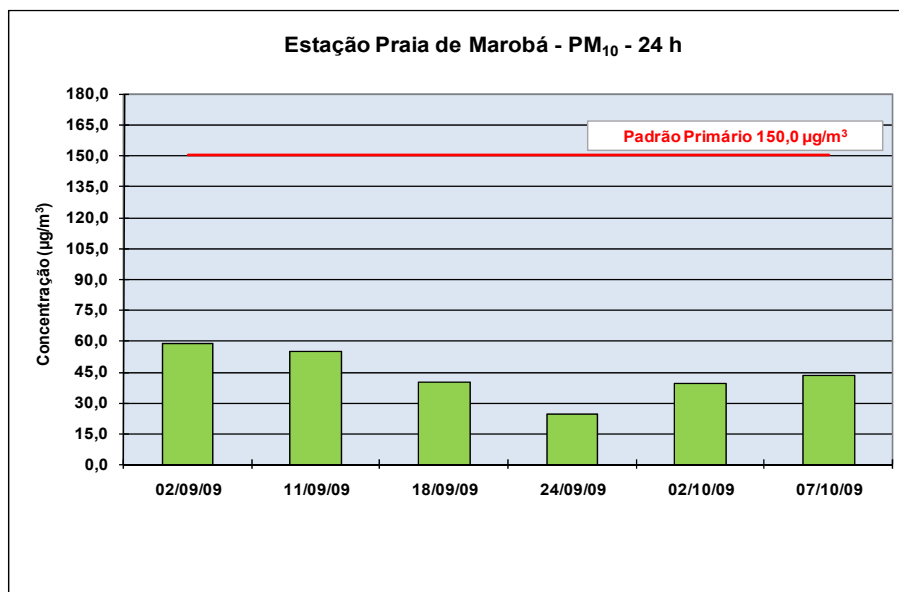


Figura 5.1.2.1-10: Concentrações médias de 24 h de PM<sub>10</sub> medidas na estação Praia de Marobá no período de 01/09/2009 a 07/10/2009. A linha de cor vermelha na horizontal representa o limite primário estabelecido na Resolução CONAMA 03/90.

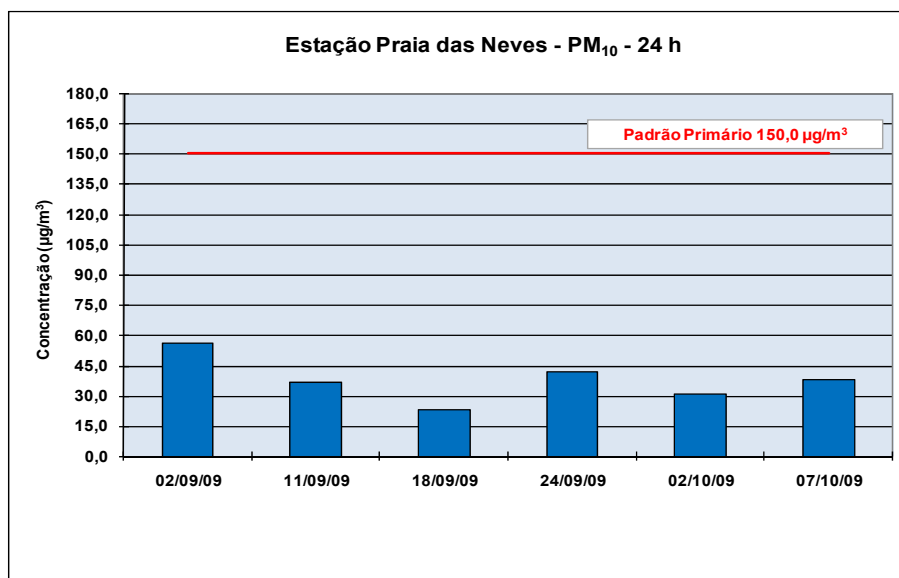


Figura 5.1.2.1-11: Concentrações médias de 24 h de PM<sub>10</sub> medidas na estação Praia das Neves no período de 01/09/2009 a 07/10/2009. A linha de cor vermelha na horizontal representa o limite primário estabelecido na Resolução CONAMA 03/90.

## ● Conclusão

Os resultados apresentados acima levam a concluir que a qualidade do ar da região de estudo é boa, com níveis de concentrações de PTS e PM<sub>10</sub> abaixo dos padrões primários estabelecidos na Resolução CONAMA 003/90.

### 5.1.3 Geologia e pedologia

#### 5.1.3.1 Geologia

##### a) Considerações gerais

A região proposta para implantação do Projeto Ferrous encontra-se localizada no município de Presidente Kennedy, em sua porção litorânea centro-sul. Embora a área de implantação do empreendimento em questão possua uma extensão de aproximadamente 1 km no sentido norte-sul, observa-se nesta área uma única unidade estratigráfica na qual predomina praticamente um único tipo litológico.



Esta área encontra-se na região da foz do rio Itabapoana, desde a divisa com o estado do Rio de Janeiro ao sul, até a região de Marobá, ao norte. No sentido leste-oeste atinge uma faixa de cerca de 4 km no trecho de largura máxima. A Figura 5.1.3.1-1, a seguir, apresenta um mapa geológico regional que abarca esta área de estudo no qual pode ser observada a ocorrência de depósitos de materiais geológicos recentes.

Na região da foz do rio Itabapoana ocorrem somente os sedimentos quaternários representados principalmente por depósitos de brejos em ambiente fluvial, depósitos de mangue em ambiente flúvio-marinho e, sobretudo, depósitos arenosos em ambiente marinho, cujas idades de deposição compreendem os períodos Pleistoceno e Holoceno, relacionando-se assim aos sedimentos do topo da Coluna Geológica do Espírito Santo.

Os sedimentos arenosos desta área da foz do rio Itabapoana definem estruturas alongadas e paralelas entre si e a linha de costa, que são denominados cordões litorâneos.

No entorno desta área, no sentido do continente, ocorrem os sedimentos terciários do Grupo Barreiras, porém já fora da planície quaternária da foz do rio Itabapoana. Ressalta-se que o empreendimento pretendido pela Ferrous não propõe a instalação de qualquer unidade de produção na região de ocorrência destes sedimentos terciários.

Na área específica de implantação do empreendimento ocorrem quase somente os sedimentos arenosos ao longo dos cordões litorâneos que dominam a quase totalidade da área, cedendo espaço aos depósitos de materiais mais finos de pântanos e brejos apenas na porção oeste da área e na parte isolada na porção sul, onde ocorrem depósitos de mangue próximos ao local onde será instalado um canteiro de obras marítimas durante a Fase de Implantação do porto marítimo

Com base na ocorrência e distribuição da estratigrafia na região de estudo, a presente caracterização da geologia da área se encontra totalmente voltada para os sedimentos terciários e quaternários que correspondem ao topo da Coluna Geológica do Espírito Santo.

Na caracterização da geologia desta área apresenta-se o mapa geológico da Área de Influência Direta do empreendimento, acompanhada de uma descrição das unidades estratigráficas presentes na área. Apresenta-se ainda um mapa onde constam os diversos requerimentos de pesquisa mineral presentes na área em questão, tendo como base o levantamento dos dados no Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM). Por fim, apresenta-se ainda uma caracterização preliminar das condições geotécnicas da área de implantação do empreendimento.



Qa	<b>Quaternário – Sedimentos Aluvionares Fluviais</b>
Qm	<b>Quaternário – Sedimentos Marinhas</b>
TQb	<b>Terciário / Quaternário – Grupo Barreiras</b>

Figura 5.1.3.1-1: Mapa Geológico da região da foz do rio Itabapoana e classes de legenda. Fonte MME (1983).



## b) Metodologia

A metodologia utilizada no presente levantamento constou basicamente de quatro atividades principais, descritas a seguir:

- Levantamento bibliográfico com consultas a vários documentos, podendo ser destacados o Projeto RadamBrasil - Levantamento de Recursos Naturais, Volume 32 – Folha Rio de Janeiro/Vitória (Ministério das Minas e Energia, 1983), além de diversos trabalhos de Kenitiro Suguio, com destaque para o trabalho Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo (CPRM, 1997).
- Levantamento de campo, onde se percorreu toda a área de influência do empreendimento em questão, procurando reconhecer as litologias e unidades litoestratigráficas já definidas em trabalhos anteriores.
- Levantamento no site do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), mais especificamente no Programa Sigmine, das áreas requeridas para pesquisa mineral e/ou lavra na área de implantação do empreendimento.
- Finalmente, uma etapa em que se desenvolveram os trabalhos de escritório e de mapeamento sobre as fotografias aéreas que cobrem a região de estudo, objetivando a execução do mapa geológico e do relatório final da presente caracterização geológica da área estudada.

## c) Estratigrafia

Na descrição da estratigrafia da área de estudo apresenta-se, além da caracterização das unidades estratigráficas da região, a Coluna Geológica na Tabela 5.1.3.1-1, a seguir, abrangendo os sedimentos que afloram na Área de Influência Direta do empreendimento, que correspondem ao topo da Coluna Geológica do estado do Espírito Santo.

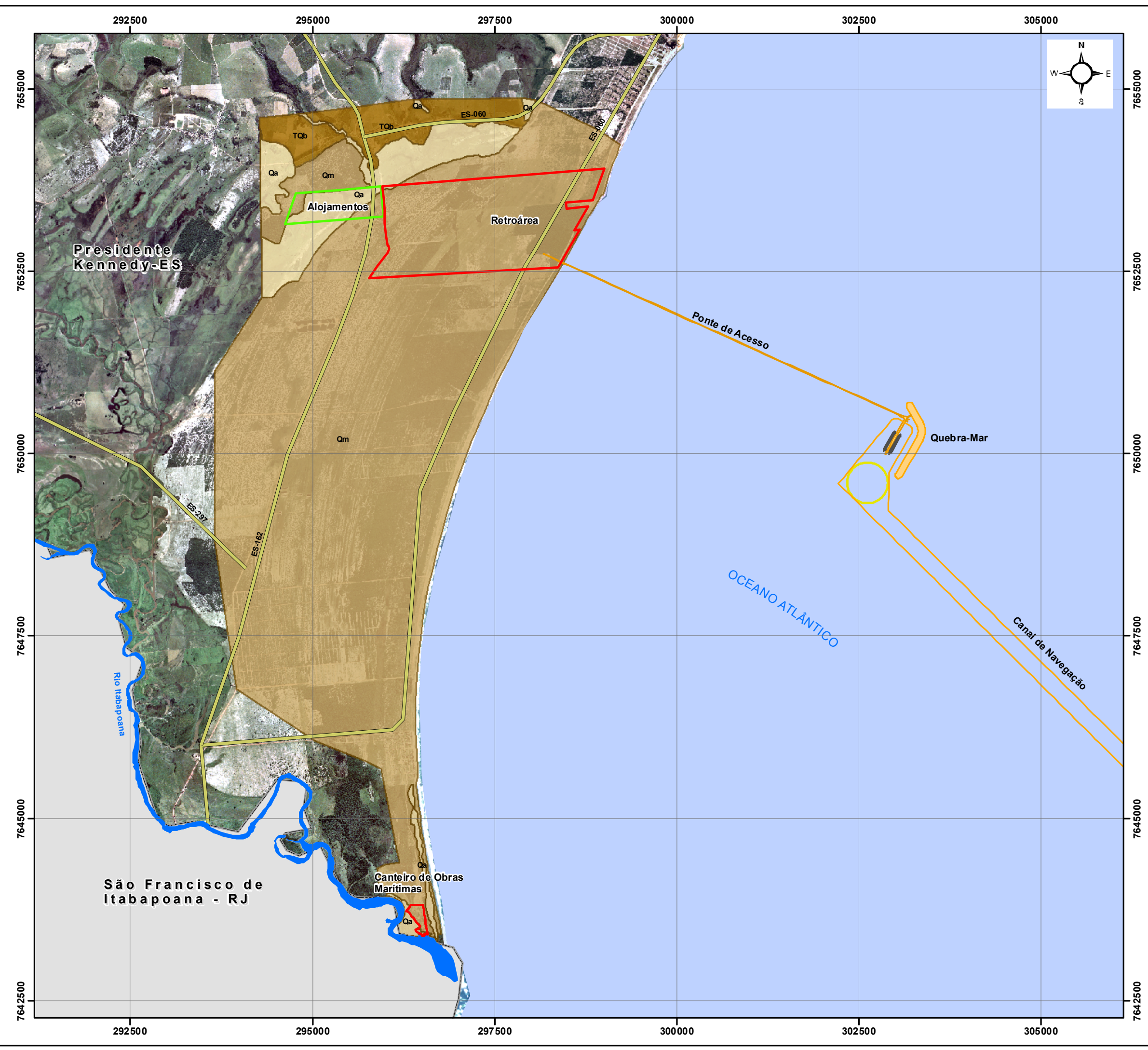
Observa-se que as rochas do Complexo Paraíba do Sul, que correspondem às mais antigas existentes no entorno da região do empreendimento, não se mostram presentes na área de estudo e por isso não são consideradas no Mapa Geológico e na Coluna Geológica apresentados para a área de estudo.

Tabela 5.1.3.1-1: Coluna Geológica da Área de Influência Direta do empreendimento.




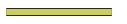




PERÍODO	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIAS OU FÁCIES
Quaternário	Sedimentos Quaternários Fluviais	Depósitos sedimentares fluviais inconsolidados, compostos principalmente por argilas e areias
	Sedimentos Quaternários Marinhos	Depósitos sedimentares marinhos inconsolidados, compostos por areias
Terciário	Grupo Barreiras	Sedimentos areno-argilosos e arenitos grosseiros, consolidados e mal selecionados

Fonte: Ministério das Minas e Energia (1983)




Na Figura 5.1.3.1-2 apresenta-se o Mapa Geológico da Área de Influência Direta do empreendimento, onde se pode observar a distribuição dos sedimentos fluviais e marinhos quaternários e os sedimentos terciários do Grupo Barreiras.



**Legenda**

-  Bacia de Evolução
-  Ponte de Acesso / Canal de Navegação
-  Quebra Mar
-  Rodovias Principais - Estaduais e Municipais
-  Rio Itabapoana
-  Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
-  Área dos Alojamentos
-  Limite Estadual - Rio de Janeiro

**Classes Geológicas:**

-  Quaternário Fluvial - Flúvio Marinho (Qa)
-  Quaternário Marinho - (Qm)
-  Terciário - Grupo Barreiras - (TQb)

**EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES**

Figura 5.1.3.1-2: Mapa Geológico da Área de Influência do Empreendimento

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala:  
0 0,5 1 1,5 1:50.000  
km

Elaborado Por: Data:  
Juliana Kerckhoff Novembro/2009





- **Sedimentos Quaternários**

De modo geral, os depósitos sedimentares holocênicos que se encontram distribuídos ao longo da costa e dos rios brasileiros vêm recebendo nomes informais como “aluviões quaternários”, “sedimentos de praia e rios”, “Holoceno Aluvionar” ou simplesmente “quaternário”.

No entanto, algumas áreas específicas do quaternário brasileiro, ao serem estudadas mais detalhadamente, vêm mostrando atributos indispensáveis ao caráter formacional do conjunto de estratos observados, como distribuição horizontal e vertical e características litológicas próprias e facilmente reconhecíveis, que são formalmente reconhecidas como unidade estratigráfica. Dentre estes exemplos pode-se citar a denominação de Formação Linhares para caracterizar os depósitos sedimentares quaternários da bacia do Espírito Santo na região da foz dos rios Doce e São Mateus (PIAZZA, ARAÚJO e BANDEIRA JÚNIOR, 1972).

No entanto, a definição desta Formação que possui sua seção tipo na região da foz do rio Doce, no litoral do Espírito Santo, não se estende até os sedimentos aluvionares da área de estudo, na região da foz do rio Itabapoana, que se caracterizam por serem de menor espessura que as localizadas no norte do estado. Ainda assim esses sedimentos marinhos e fluviais da foz do rio Itabapoana correspondem a dois conjuntos litológicos perfeitamente mapeáveis e identificáveis em imagens aéreas, e por não receberem uma denominação estratigráfica formal serão tratados no presente levantamento como Sedimentos Quaternários, datados do Holoceno, e representam o quaternário costeiro da região sul do estado do Espírito Santo.

Os sedimentos depositados na porção leste da área, junto à linha de costa, possuem origem totalmente marinha, e são compostos predominantemente por sedimentos arenosos que foram depositados pelo retrabalho das ondas e marés. Essa deposição define uma estrutura paralela de cordões litorâneos conforme pode ser facilmente observado em imagens aéreas, a exemplo da Figura 5.1.3.1-3, a seguir.

O termo cordão litorâneo, empregado por PIAZZA, ARAÚJO e BANDEIRA JÚNIOR (1972), caracteriza a feição morfológica positiva, alongada, que se encontra moldada sobre as areias da baixada litorânea (Planície Costeira). A eles intercalam-se depressões igualmente alongadas e paralelas que se sucedem, produzindo uma superfície nitidamente ondulada. A Figura 5.1.3.1-3 ilustra esses cordões litorâneos na área de implantação do empreendimento, na qual podem ser observados extensos trechos dominados pelas feições desses cordões arenosos.

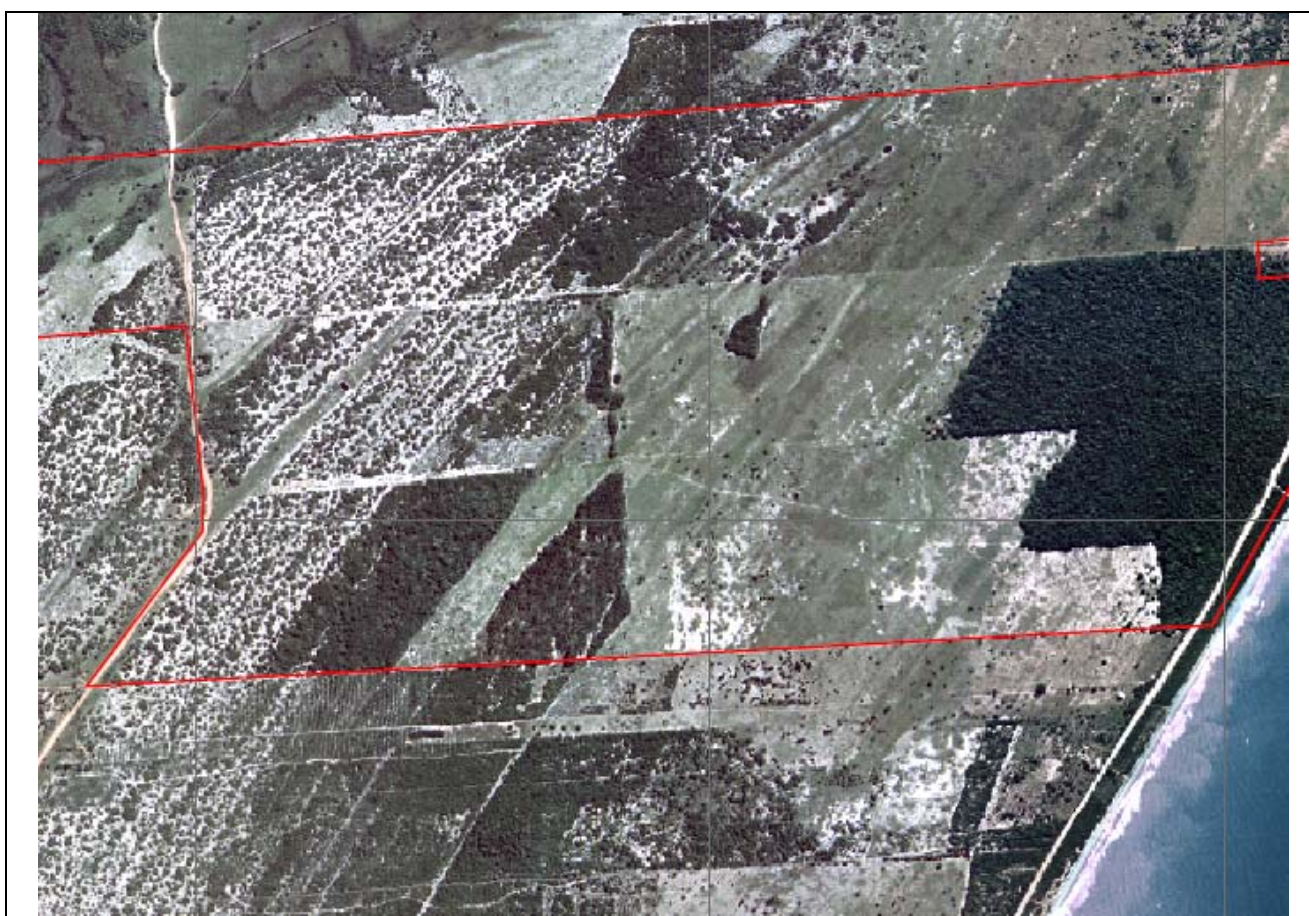


Figura 5.1.3.1-3: Imagem aérea da região da retroárea do empreendimento, onde se observam cordões litorâneos sucessivos e paralelos.

Embora pareça muito pequena a diferença topográfica entre os topos e as bases dos cordões litorâneos, é essa diferença que permite que os topos, na época das chuvas, mantenham-se emersos, uma vez que as partes baixas, mais próximas ao lençol freático, podem acumular águas pluviais e gerar áreas inundadas no período das chuvas. A Figura 5.1.3.1-4 apresenta esses cordões litorâneos na área do empreendimento.

Os cordões litorâneos existentes na área de estudo são depósitos arenosos, resultantes do retrabalhamento pelo mar da carga sedimentar carreada principalmente pelo rio Itabapoana. Alinham-se em longos cordões distribuídos por grande parte da planície costeira atual.

Litologicamente, esses cordões litorâneos são constituídos por areias quartzosas médias a grosseiras, mal selecionadas a conglomeráticas, com frequentes grânulos e seixos de até 16 mm de diâmetro maior (Ministério das Minas e Energia, 1983), com abundantes minerais escuros (ilmenita, magnetita, zircão e turmalina) concentrados em lâminas e leitos. Ocasionalmente, aparecem leitos de areias médias, com seleção regular e boa. Essas areias contêm, por vezes, pequena percentagem de plaquetas de mica. A Figura 5.1.3.1-5 ilustra esses depósitos arenosos na área de estudo.



Figuras 5.1.3.1-4: Cordões litorâneos em diferentes pontos da área de estudo mostrando uma sedimentação arenosa marinha.





Figuras 5.1.3.1-5: Cordões litorâneos com composição totalmente arenosa dos sedimentos.

Observou-se ainda que, mesmo nas porções mais basais dos cordões, onde se tem uma maior suscetibilidade à presença de água, a composição é totalmente arenosa, assim como nas partes mais elevadas dos cordões.

A ação combinada das ondas e correntes litorâneas, que retrabalharam as areias provenientes do continente, aliadas ao rebaixamento do nível do mar, possibilitou a construção dos cordões litorâneos. A repetição cíclica de cavas e cristas justapostas e paralelas tem provavelmente causa periódica, explicável pela sucessão de grandes ressacas e calmarias, combinadas com os movimentos de marés (PIAZZA, ARAÚJO e BANDEIRA JÚNIOR, 1972.).

A estrutura sedimentar mais proeminente nos cordões litorâneos reside na estratificação plano-paralela horizontal, com mergulho suave para o mar. Ocorrem também estratificações cruzadas, embora elas não se façam notar muito frequentemente.

Os sedimentos arenosos nesta região de estudo ocorrem sob diversos tipos de cobertura vegetal, tanto daquela representada por pastagens, como nos locais onde se encontra preservada a vegetação de restinga.

Na Área de Influência Direta do empreendimento e seu entorno, estes depósitos de cordões litorâneos representam a litologia predominante, ocorrendo ao longo da quase totalidade da área de implantação do empreendimento. Exceção ao domínio destes sedimentos arenosos ocorre nos extremos sul e oeste da área, onde se tem, respectivamente, a presença da planície fluvio-marinha do rio Itabapoana e uma área mais rebaixada por onde escoam um canal de drenagem retificado artificialmente.

Na Área de Influência Direta do empreendimento e seu entorno, esses depósitos de cordões litorâneos representam a litologia predominante, ocorrendo ao longo da quase totalidade da área de implantação do empreendimento. Exceção ao domínio destes sedimentos arenosos ocorre nos extremos sul e oeste da área, onde se tem, respectivamente, a presença da planície de inundação do rio Itabapoana e uma área mais rebaixada por onde escoam um canal de drenagem retificado artificialmente.

Na área ao sul, junto ao rio Itabapoana, tem-se a ocorrência de sedimentos mais finos, de origem flúvio-marinha, caracterizando depósitos de mangues muito próximos aos cordões arenosos da área. Correspondem a zonas baixas, próximas a costa, encharcadas, sujeitas em grande parte do tempo às influências da maré, de salinidade razoavelmente elevada, onde se desenvolve uma vegetação específica e uma fauna característica. Dentre os organismos presentes, típicos caranguejos escuros, causam intensa bioturbação nos sedimentos depositados nos mangues.

Os depósitos de mangue pouco diferem dos depósitos de pântanos de água doce em termos sedimentológicos. Os seus componentes inorgânicos, representado por argilas escuras, siltes e areias argilosas de coloração cinza escura, com abundantes restos vegetais, tendem a ser mais grosseiros do que os componentes dos depósitos de pântanos.

Os depósitos de mangue estabelecem-se nas enseadas e baixadas, principalmente dos rios de fraca energia, de cursos meandantes, onde a água consegue penetrar, misturando-se às dos rios durante a preamar. Na área de estudo esses depósitos são observados com larga distribuição na região da foz do rio Itabapoana.



Na porção oeste tem-se uma sedimentação típica fluvial, em associação aos depósitos arenosos da área. O Mapa Geológico apresentado anteriormente identifica a área de ocorrência destes sedimentos mais finos, de origem fluvial, bem como a identificação das áreas de ocorrência dos depósitos de mangues.

A Figura 5.1.3.1-6 ilustra o rio Itabapoana e sua planície de inundação onde se observam os sedimentos fluviais depositados em suas margens. A Figura 5.1.3.1-7 ilustra o canal de drenagem artificial que cruza a área de sedimentação fluvial localizada na porção oeste da área de estudo.



Figuras 5.1.3.1-6: Rio Itabapoana na região de sua foz e depósitos argilosos de mangues



Figuras 5.1.3.1-7: Canal retificado em áreas mais úmidas na porção oeste da área de estudo, área dos alojamentos, onde se observa uma sedimentação mais fina, de origem fluvial.

A Figura 5.1.3.1-8, a seguir, ilustra o contato entre os dois tipos de sedimentação na área de estudo – marinha e fluvial. Nestas fotos é possível verificar uma nítida alteração de tonalidade da cor verde, que indica o contato transicional entre estas duas faciologias na porção oeste da área de estudo.



Figuras 5.1.3.1-8: Contato transicional entre as sedimentações marinha e fluvial na porção oeste da área de estudo.

Os sedimentos localizados junto ao corpo d'água a oeste da área de estudo possuem origem predominantemente fluvial continental e distribuem-se nas partes topograficamente mais baixas da área, compondo as baixadas e planícies onde predominam materiais mais finos (argilas e siltes). Esses sedimentos quaternários aluvionares fluviais ocorrem preenchendo vales abertos, de fundos chatos.

Os sedimentos aluvionares fluviais e flúvio-marinhos constituem-se, na área de estudo, em depósitos de pequeno porte em termos de espessura de pacote sedimentar, bem como em termos de distribuição areal, onde não são muito expressivos, conforme pode ser observado no Mapa Geológico. A Figura 5.1.3.1-9 ilustra estes depósitos de sedimentos flúvio-marinhos nas margens do rio Itabapoana e aluvionares fluviais na margem do canal retificado na porção oeste da área, respectivamente. Litologicamente estes depósitos são formados principalmente por siltes e argilas escuras, limitando-se a sua ocorrência principalmente às baixadas e vales de cursos d'água.



Figura 5.1.3.1-9: Sedimentos fluvio-marinhos às margens do rio Itabapoana e fluviais às margens do canal retificado na parte oeste da área de estudo, respectivamente.

Não foram observadas estruturas sedimentares mais proeminentes nesses sedimentos; no entanto, de modo geral, este tipo de acumulação apresenta abundante matéria orgânica e contém estratificações, em geral indistintas, como resultado da intensa bioturbação por vegetais, uma vez que ocorre uma significativa cobertura vegetal dessas áreas.

Em diversos pontos das baixadas é observada a presença de vegetação de área úmida recobrendo os sedimentos desta unidade, assumindo um aspecto de depósito de brejos e pântanos de água doce.

O material argiloso desta unidade, quando se conserva abaixo do nível de água, assume uma coloração esverdeada. Contudo, nos locais apenas periodicamente inundáveis, ela toma uma coloração marrom amarelada, em virtude da oxidação sofrida durante o período de exposição ao ar.

- Grupo Barreiras

Esta unidade litoestratigráfica encontra-se disposta ao longo de grande parte da região costeira do sudeste e nordeste do Brasil, distribuindo-se em uma extensa faixa norte-sul, onde apresenta suas melhores exposições. O Grupo Barreiras ocupa uma expressiva área no estado do Espírito Santo, sobretudo na região sul, nas proximidades do local



previsto para o empreendimento da Ferrous, e a partir da porção central rumo ao norte, onde apresenta boas exposições que se estendem para o sul da Bahia e nordeste de Minas Gerais.

Embora não ocorra na área prevista para implantação do empreendimento em questão, esta unidade litoestratigráfica se distribui no entorno do empreendimento conforme mostra o Mapa Geológico apresentado na Figura 5.1.3.1-1.

Litologicamente o Grupo Barreiras é constituído por arenitos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, argilosos, finos a grosseiros, mal selecionados, com intercalações de argilitos vermelhos e variegados com espessuras decimétricas, podendo ainda ocorrer localmente lentes de aproximadamente 2 metros de espessura de conglomerado intraformacional, constituído de seixos arredondados de quartzo e quartzito de até 13 centímetros de diâmetro, envolvidos em matriz areno-argilosa vermelha. Comumente ocorre estratificação plano-paralela e secundariamente estratificação cruzada. Nos locais onde esses sedimentos se encontram mais preservados é possível observar estratificações cruzadas de pequeno porte (Ministério das Minas e Energia, 1983).

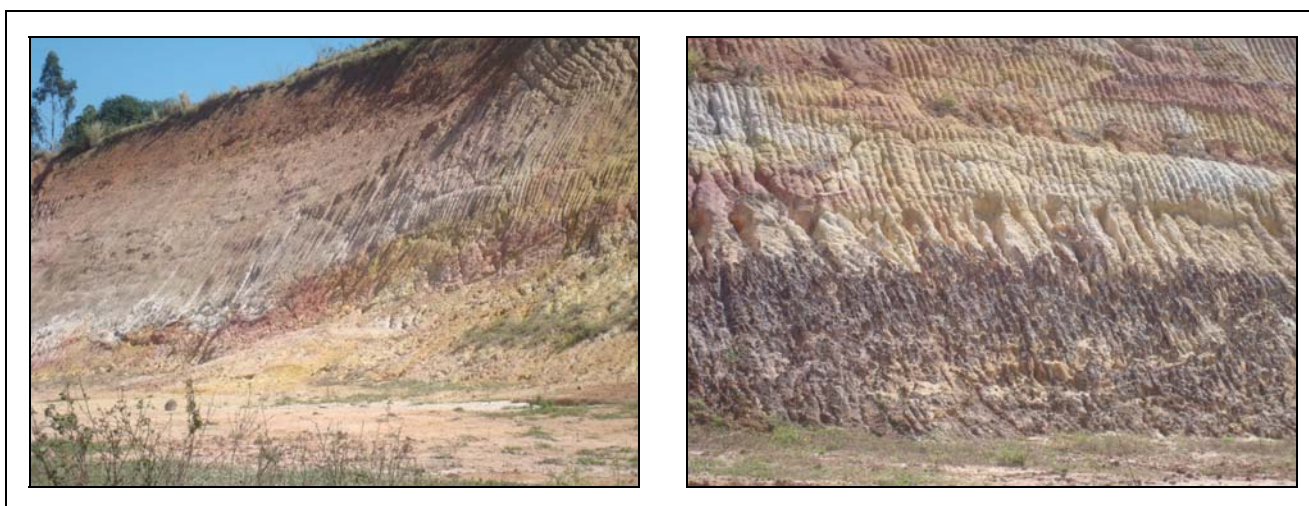
A parte inferior da unidade geralmente é constituída por arenito vermelho fino a grosseiro, argiloso, mal selecionado, maciço e conglomerático na base. É comum encontrar-se na parte média da sequência uma seção de argila variegada com infiltração de óxido de ferro. A parte superior, constituída de arenitos argilosos, pode apresentar, por vezes, zonas silicificadas (Ministério das Minas e Energia, *op.cit*).

Na área de estudo, embora existam excelentes exposições desta unidade em afloramentos, não foram observados níveis conglomeráticos. As cores predominantes dos sedimentos variam de avermelhado a amarelado, localmente muito esbranquiçado, conforme ilustra a Figura 5.1.3.1-10, a seguir.



Figuras 5.1.3.1-10: Grupo Barreiras na área de estudo mostrando coloração avermelhada e esbranquiçada.

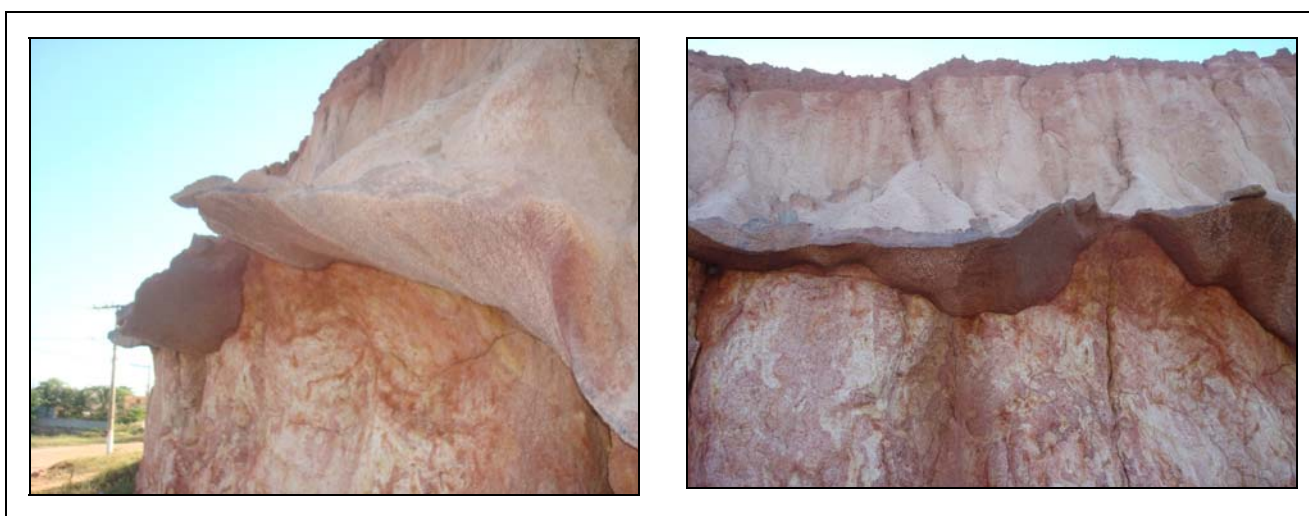
Na área de estudo, em local muito próximo ao de implantação do empreendimento da Ferrous, tem-se uma grande caixa de empréstimo em local de ocorrência do Grupo Barreiras, utilizada para fornecimento de material para uso em uma estrada estadual recentemente pavimentada pelo governo do estado. A Figura 5.1.3.1-11 ilustra essa caixa de empréstimo.



Figuras 5.1.3.1-11: Exposição dos sedimentos do Grupo Barreiras em grande caixa de empréstimo na área de estudo.

Nos afloramentos existentes na área de estudo não é possível a identificação de estruturas primárias nestes sedimentos, a exemplo de estratificações cruzadas, que se encontram bastante frágeis e alterados.

É muito comum encontrar, em meio à massa sedimentar do Grupo Barreiras, porções com infiltrações de óxido de ferro, muitas vezes formando bolsões limoníticos, como visto em determinados afloramentos na área de estudo e apresentado anteriormente. Também foram observados níveis delgados e contínuos de concreções limoníticas ferruginosas formando uma nítida camada em meio à sequência do pacote de sedimentos Barreiras, conforme se apresenta na Figura 5.1.3.1-12. Ressalta-se que não é muito comum esta forma de ocorrência de concreções ferruginosas em meio ao Grupo Barreiras.



Figuras 5.1.3.1-12: Níveis ferruginosos formando uma camada contínua em meio ao pacote de sedimentos do Grupo Barreiras.

Nos locais onde os sedimentos se apresentam menos alterados é possível observar uma grande quantidade de caulinitas esbranquiçadas em meio à massa da rocha, conforme pode ser observado na figura anteriormente apresentada.

Com relação à espessura, o pacote sedimentar do Grupo Barreiras é bastante variado. Em furos de sondagem realizados próximo a Nova Almeida, na região da Grande Vitória, constatou-se uma espessura de 80m para esses sedimentos, aumentando gradualmente em direção à plataforma continental, podendo atingir 150m.

Essa espessura de sedimentos da unidade na região do Monte Pascoal, na Bahia, não passa de duas dezenas de metros, enquanto pode atingir até cerca de 250m na sua espessura máxima na região de Conceição da Barra, norte do estado do Espírito Santo, conforme observado em furos de sonda da Petrobras. Todavia, é bastante provável que

nestes casos, onde a espessura é maior, o Grupo Barreiras esteja sendo considerado em conjunto com os sedimentos do Grupo Rio Doce, sotoposto ao Barreiras, que apresenta litologias semelhantes. Para a região de estudo, a espessura destes sedimentos não são conhecidas.

O Grupo Barreiras na região do empreendimento se encontra em seu máximo limite de ocorrência para leste, onde faz contato com os sedimentos arenosos quaternários costeiros. Para oeste faz contato discordante com as rochas pré-cambrianas do Complexo Paraíba do Sul, já distante do empreendimento em avaliação.

Os vários autores que estudaram esta unidade afirmam que seu ambiente de sedimentação é continental. SILVA FILHO *et al.* (1974) estabeleceram que os sedimentos foram originados a partir de alternâncias climáticas. Durante os climas úmidos atuava o intemperismo químico no embasamento, enquanto que nos períodos de clima semiárido havia a desagregação mecânica e transporte por correntes fluviais. SILVA & FERRARI (1976) advogaram a influência do clima tropical úmido na área fonte, admitindo que a rocha foi totalmente intemperizada “*in situ*” para depois ser erodida e posteriormente depositada em planícies de inundação, ressaltando ainda a importância do ambiente lagunar na formação dos níveis argilosos.

#### d) Estruturas

Estruturalmente, a Bacia Sedimentar do Espírito Santo apresenta um arranjo semelhante ao das demais bacias cretáceas costeiras e está ligada aos processos que deram origem à deriva continental, a partir da separação entre os continentes Africano e Sul-Americano, durante a fase de resfriamento térmico. Regionalmente, consiste em um extenso monoclinal com mergulho suave, entre 5° e 15° para leste.

As falhas apresentam-se como componentes estruturais mais importantes e são de duas gerações distintas. A primeira está ligada ao rifteamento (Cretáceo Inferior) e a segunda ligada ao basculamento, devido à subsidência e flexurização crustal e conseqüente fluxo salino (Cretáceo Superior). Embora existam essas duas gerações de falhas bem marcantes, outros falhamentos surgiram a partir da reativação destas principais.



e) Ocorrências minerais

Para o presente levantamento, visando à identificação das áreas requeridas para pesquisa mineral na área de estudo, foram analisados os “over-lays” eletrônicos do Programa Sigmine do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), onde constam os diversos tipos de requerimentos existentes para a área em análise. Os tipos de processos no DNPM podem ser de requerimento de pesquisa mineral, de autorização de pesquisa mineral, de requerimento de concessão de lavra, dentre outros.

O resultado da pesquisa mostra que a região na qual se insere a Área de Influência Direta do empreendimento da Ferrous possui sua área integralmente requerida por inúmeros requerimentos de pesquisa mineral no DNPM.

Na área específica de implantação do empreendimento ora proposto, composto pela área retroportuária, pelas instalações do terminal portuário e pela base de apoio no rio Itabapoana, foram identificados 9 requerimentos minerais que recobrem integralmente a área proposta para o empreendimento da Ferrous. No ambiente marinho encontram-se 4 desses requerimentos, enquanto no ambiente continental têm-se os outros 5 requerimentos, sendo 2 destes localizados junto ao rio Itabapoana, onde se prevê a base de apoio fluvial.

A Tabela 5.1.3.1-2, a seguir, apresenta para estes requerimentos que se sobrepõem ao empreendimento no ambiente continental o número do processo, o ano do requerimento, o tamanho da área, a fase do processo, a substância mineral requerida, o requerente de cada área e o último evento no DNPM. A data da consulta aos arquivos do DNPM foi novembro de 2009.



Tabela 5.1.3.1-2: Listagem dos requerimentos minerais registrados no DNPM para a área do continental do empreendimento Ferrous.

Número do Processo	Ano do Processo	Área Solicitada (hectares)	Fase do Processo	Substância Requerida	Requerente	Último Evento
896239	2004	937,00	Autorização de Pesquisa	Ilmenita	Verde Areia Mineração Ltda.	Prorrogação do prazo de pesquisa solicitado em 02/06/2009
896085	2007	841,63	Autorização de Pesquisa	Areia	Facilita - Cred Construtora e Incorporadora Ltda.-ME	Pagamento taxa de autorização de pesquisa efetuado em 31/07/2009
896160	2008	205,03	Autorização de Pesquisa	Areia	Irene Braido Fernandes da Silva	Pagamento taxa de autorização de pesquisa efetuado em 30/01/2009
896597	2009	48,56	Requerimento de Pesquisa	Granito	Verde Areia Mineração Ltda.	Documentos diversos protocolizados em 27/07/2009
896598	2009	47,49	Requerimento de Pesquisa	Granito	Verde Areia Mineração Ltda.	Documentos diversos protocolizados em 27/07/2009

Fonte: DNPM

A Tabela 5.1.3.1-3 apresenta as mesmas informações para os requerimentos minerais localizados no ambiente marinho, que se sobrepõem ao canal de navegação, à ponte de acesso e ao quebra-mar. A data da consulta aos arquivos do DNPM foi novembro de 2009.

Tabela 5.1.3.1-3: Relação dos requerimentos minerais registrados no DNPM para a área marinha do empreendimento Ferrous.

Número do Processo	Ano do Processo	Área Solicitada (hectares)	Fase do Processo	Substância Requerida	Requerente	Último Evento
896660	2008	1913,40	Autorização de Pesquisa	Areia	Vila Rica Mineração	Pagamento taxa de autorização de pesquisa efetuado em 31/07/2009
896661	2008	1767,12	Autorização de Pesquisa	Areia	Vila Rica Mineração	Pagamento taxa de autorização de pesquisa efetuado em 31/07/2009
896662	2008	1732,92	Autorização de Pesquisa	Areia	Vila Rica Mineração	Pagamento taxa de autorização de pesquisa efetuado em 31/07/2009
896670	2008	1817,21	Autorização de Pesquisa	Areia	Vila Rica Mineração	Pagamento taxa de autorização de pesquisa efetuado em 31/07/2009

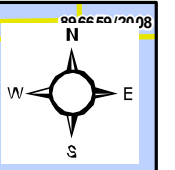
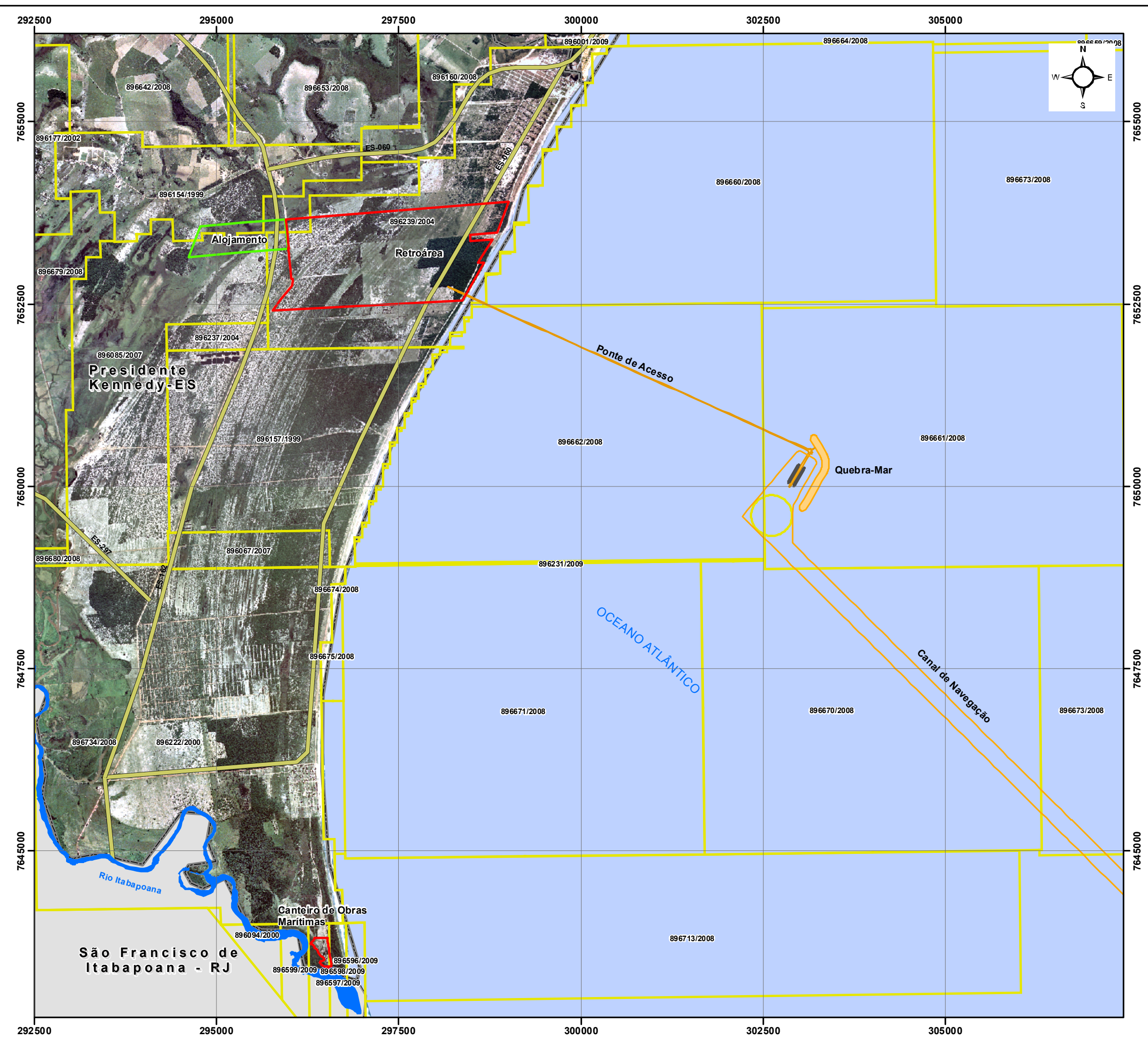
A Figura 5.1.3.1-14 ilustra a região de implantação do empreendimento e seu entorno imediato com as delimitações das diversas áreas requeridas, tanto no ambiente terrestre como no ambiente marinho. Cabe observar que, embora integralmente requerida por diferentes titulares, nenhuma das áreas registradas no DNPM possui decreto de lavra publicado pelo Ministério das Minas e Energia.

Da mesma forma, não se verificaram nas inspeções de campo nos meses de setembro e novembro de 2009 atividades minerais vinculadas aos requerimentos de pesquisa mineral na área de estudo. Exceção apenas para uma lavra de areia verificada nos cordões litorâneos em local muito próximo ao empreendimento, ao sul da futura área retroportuária. A Figura 5.1.3.1-13 ilustra esta atividade mineral verificada na área, observando-se nesta última que as escavações expõem o lençol freático da área.












Figuras 5.1.3.1-13: Atividade mineral de extração de areia ao sul do empreendimento da Ferrous, que chega a expor o lençol freático da área.





**Legenda**

-  Bacia de Evolução
-  Ponte de Acesso / Canal de Navegação
-  Quebra Mar
-  Rodovias Principais - Estaduais e Federais
-  Rio Itabapoana
-  Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
-  Área do Alojamento
-  Área de Requerimento Mineral
-  Limite Estadual - Rio de Janeiro

**EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES**  
 Figura 5.1.3.1-14: Requerimentos Minerais na Área do Empreendimento Registrados no DNPM

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
 Datum: WGS 84  
 Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
 Ortofoto - Escala 1/15.000  
 342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: 0 0,25 0,5 1 1,5 km  
 Escala: 1:50.000

Elaborado Por: Juliana Kerckhoff  
 Data: Novembro/2009



f) Geotecnia

Embora até o presente momento ainda não tenham sido realizadas sondagens geotécnicas na área de implantação do projeto Ferrous, pode-se afirmar que, de forma geral, do ponto de vista geotécnico, as rochas locais, representadas principalmente pelos sedimentos quaternários costeiros e terciários do Grupo Barreiras, embora inconsolidados e alterados, conferem ao local um suporte de fundação geotécnica suficientemente seguro e condizente com a implantação das instalações necessárias para a plena operação do Projeto Ferrous.

As restrições, embora não impeditivas, podem ocorrer de forma localizada nas porções oeste e sul da área, onde se têm as planícies fluviais com sedimentos mais argilosos e as áreas com maior umidade. Esses locais podem ser caracterizados como aqueles que podem apresentar limitações para um uso mais intensivo, uma vez que corresponde a uma região com elevada umidade e presença de material argilo-arenoso inconsolidado, encontrando-se eventualmente encharcado. Para a utilização desses locais será necessária a realização de avaliações geotécnicas mais aprofundadas, a partir das quais será avaliada a necessidade da adoção de outras medidas de proteção.

Cabe observar, para a totalidade da área de implantação do empreendimento, que estudos geotécnicos a serem desenvolvidos irão estabelecer o tipo de aterro a ser implantado sobre a área, de forma que ela seja dotada de maior elevação e maior compactação dos agregados do solo. Paralelamente, os furos de sondagem SPT em diversos pontos da área de implantação do projeto irão avaliar a resistência ao empuxo, a compressão e a estabilidade dos terrenos da área de implantação, de forma a melhor caracterizar e definir as reais condições geotécnicas.

Outras informações de caráter geotécnico para os terrenos da área de implantação do empreendimento da Ferrous, a exemplo da suscetibilidade aos fenômenos de erosão e movimentos de massa, dentre outros processos de dinâmica superficial da região, encontram-se descritas no tema Geomorfologia, mais especificamente no item referente à Avaliação Morfodinâmica da área de estudo descrito no item 5.1.4 – Geomorfologia.



### 5.1.3.2 Pedologia e Aptidão Agrícola

#### a) Introdução

A área de estudo que envolve o empreendimento Ferrous encontra-se inserida nas proximidades da foz do rio Itabapoana - extremo sul do litoral Capixaba - perfazendo divisa com o Estado do Rio de Janeiro, mais especificamente nas proximidades dos balneários de Marobá e Praia das Neves, localizados respectivamente ao norte e ao sul da área diretamente afetada pelo o empreendimento.

O processo de implantação de novas atividades socioprodutivas em uma área rural e litorânea estabelece como resultados práticos de sua desenvoltura algumas modificações em relação às tipologias de uso e ocupação do solo desenvolvidas na área, das quais sobressaem algumas perturbações de ordem biológica, química e/ou física sobre este elemento ambiental que é o solo.

Porém, se tais modificações forem realizadas de forma a respeitar as características intrínsecas dos solos - e fundamentalmente, no que condizem seus níveis de resiliência frente às mudanças impostas - pode-se alcançar a promoção do desenvolvimento regional pautado na mitigação dos impactos dele derivados, colaborando assim para a manutenção da qualidade ambiental do meio ao qual se insere.

Este item tem como objetivo apresentar os resultados dos estudos pedológicos realizados em campo e gabinete, compondo assim o relatório de EIA/RIMA que subsidiará a Ferrous - Terminal Portuário Privativo para Embarque de Minério de Ferro no IBAMA no processo de requisição do licenciamento para as atividades propostas.

Assim, apresenta-se neste relatório para área de estudo a descrição e mapeamento das classes de solo de acordo com o Sistema de Classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, o estudo de Aptidão Agrícola e a sua avaliação ambiental.

b) Metodologias

- Levantamento da pedologia

Com fins de concretização deste item, elaborou-se primeiramente uma revisão bibliográfica de trabalhos correlatos ao tema já publicados sobre a área em análise, assim como a verificação e compilação de informações contidas nas cartas de solos preexistentes.

A área em estudo possui dois levantamentos pedológicos já publicados, sendo um pela Embrapa no ano de 1978, e outro pelo Ministério de Minas e Energia por meio do IBGE/RADAMBRASIL (1987), que concernem, respectivamente, ao Mapa Exploratório de Solos do Espírito Santo, na escala de 1:400.000, e no Mapa Exploratório de Solos (folha Rio de Janeiro-Vitória), na escala de 1:1.000.000 (originalmente elaborado na escala 1.250.000), sendo este último adotado como referencial cartográfico em virtude de ser mais atual e apresentar mais detalhamento das informações levantadas.

Em vista de complementar e aprofundar as informações extraídas das literaturas consultadas e dos produtos cartográficos acima citados, realizaram-se também campanhas de campo.

No decorrer das campanhas de campo, as tipologias de solo da área de interesse foram analisadas em termos de sua distribuição em relação aos aspectos geológicos e geomorfológicos por meio de observações de perfis em trincheiras abertas no campo, sendo também coletadas suas amostras para posterior análise em laboratório especializado. As informações levantadas em campo foram consolidadas em gabinete e complementadas com informações extraídas de aerolevantamentos recentes, possibilitando assim a finalização da carta de solos da área de estudo.

- Levantamento da aptidão agrícola da terra

No que condiz à elaboração do estudo de aptidão agrícola da terra, foram utilizados como escopo metodológico os critérios apresentados em RAMALHO FILHO *et al.* (1978),

citados por PRADO (1995). Tal metodologia de análise tem como objetivo a apresentação da aptidão das terras, alicerçada no melhor uso do solo, sendo considerados três níveis de manejo: Alto, Médio e Baixo; e quatro classes de aptidão: Boa, Regular, Restrita e Inapta.

– Critérios fundamentais

A metodologia de interpretação da aptidão agrícola da terra empregada no presente relatório segue os preceitos contidos no “*Soil Survey Manual*” do USDA e na metodologia da FAO (1976), onde estas sugerem a realização da avaliação da aptidão agrícola das terras fundamentada em resultados de levantamentos sistemáticos de aspectos geobiofísicos que se encontram diretamente relacionados com as características de uma determinada porção de terra, como por exemplo: solo, clima, vegetação, geomorfologia, etc.

– Níveis de manejo considerados

Para diagnosticar o comportamento das terras em relação às distintas tecnologias a elas empregadas, são considerados três níveis de manejo. Sua indicação é feita através das letras A, B e C, conforme as classes de aptidão que apresentem as terras, em cada um dos níveis adotados.

✓ Nível de manejo A

Alicerçado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico. Praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.

✓ Nível de manejo B

Alicerçado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio, caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo,



melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas, principalmente, à tração animal.

✓ Nível de manejo C

Alicerçado em práticas que refletem um alto nível tecnológico, caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

As terras consideradas viáveis para total ou parcial melhoramento, mediante a aplicação de fertilizantes e corretivos ou o emprego de técnicas como drenagem, controle à erosão, proteção contra inundações, remoção de pedras, etc., são classificadas de acordo com as limitações persistentes, tendo em vista os níveis de manejo considerados. No caso do nível de manejo A, a classificação é feita de acordo com as condições naturais da terra, uma vez que este nível não implica técnicas de melhoramento.

– Classes de Aptidão

São utilizadas no procedimento de classificação das terras quanto à sua aptidão agrícola as limitações atribuídas a cada uma das unidades (tipos de solos) presentes. Assim, são consideradas as classes Boa, Regular, Restrita e Inapta.

✓ Classe de aptidão boa

Terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduzem a produtividade ou benefícios expressivamente e não aumentam os insumos acima de um nível aceitável.

Nesta classe, os diversos tipos de utilização das terras são representados pelos seguintes símbolos:

A, B e C – lavouras

P – pastagem plantada

S – silvicultura

N – pastagem natural

✓ Classe de aptidão regular

Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras de classe Boa.

Nesta classe, os diversos tipos de utilização das terras são representados pelos seguintes símbolos:

A, B e C – lavouras

P – pastagem plantada

S – silvicultura

N – pastagem natural

✓ Classe de aptidão restrita

Terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.

Nesta classe, os diversos tipos de utilização das terras são representados pelos seguintes símbolos:

A, B e C – lavouras

P – pastagem plantada

S – silvicultura

N – pastagem natural

✓ Classe de aptidão inapta

Terras apresentando condições que parecem excluir a produção sustentada do tipo de utilização em questão. Ao contrário das demais, esta classe não é representada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência das letras no tipo de utilização considerado.

A simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras é apresentada na Tabela 5.1.3.2-1.

Tabela 5.1.3.2-1: Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras.

CLASSE DE APTIDÃO DA TERRA	TIPO DE UTILIZAÇÃO					
	LAVOURAS			PASTAGEM PLANTADA	SILVICULTURA	PASTAGEM NATURAL
	NÍVEL DE MANEJO			NÍVEL DE MANEJO B	NÍVEL DE MANEJO B	
	A	B	C			
BOA	A	B	C	P	S	N
REGULAR	a	b	C	p	S	n
RESTRITA	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
INAPTA*	-	-	-	-	-	-

Fonte: RAMALHO FILHO et al. (1978), *apud* PRADO (1995).

#### – Grupo de Aptidão

Identifica o tipo de utilização mais intensivo das terras, isto é, sua melhor aptidão. Os grupos 1, 2 e 3, além da identificação de lavouras como tipos de utilização, desempenham a função de representar, no subgrupo, as melhores classes de aptidão das terras indicadas para lavouras, conforme os níveis de manejo. Os grupos 4, 5 e 6 apenas

identificam tipos de utilização (pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da flora e da fauna, respectivamente), independente da classe de aptidão.

A representação dos grupos é designada por algarismos de 1 a 6, em escalas decrescentes, de acordo com as possibilidades de utilização das terras. As limitações que afetam os diversos tipos de utilização aumentam do grupo 1 para o grupo 6, diminuindo, conseqüentemente, as alternativas de uso e a intensidade com que as terras podem ser utilizadas, conforme apresentado na Tabela 5.1.3.2-2.

Tabela 5.1.3.2-2: Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola.

GRUPO DE APTIDÃO DAS TERRAS	AUMENTO DA INTENSIDADE DE USO					
	PRESERVAÇÃO DA FLORA E DA FAUNA	SILVICULTURA E/OU PASTAGEM NATURAL	PASTAGEM PLANTADA	LAVOURAS		
				APTIDÃO RESTRITA	APTIDÃO REGULAR	APTIDÃO BOA
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Fonte: Prado, 1995

Nota-se que os três primeiros grupos são aptos para lavouras; o grupo 4 é indicado, fundamentalmente, para pastagem plantada, e o grupo 5 para silvicultura e/ou pastagem natural, enquanto o grupo 6, reunindo terras sem aptidão agrícola, não apresenta outra alternativa senão a preservação da natureza.

No intuito de atender às variações que se observam dentro do grupo, adotou-se a categoria de subgrupo de aptidão.

– Subgrupo de Aptidão

Consiste no resultado conjunto da avaliação da classe de aptidão, relacionada com o nível de manejo, indicando o tipo de utilização das terras e suas restrições.

No exemplo, subgrupo 1(a)bC, o algarismo 1, indicativo do grupo, representa a melhor classe de aptidão dos componentes do subgrupo, uma vez que as terras pertencem à classe de aptidão boa no nível de manejo C (grupo 1), classe de aptidão regular no nível de manejo B (grupo 2) e classe de aptidão restrita no nível de manejo A (grupo 3).

Em alguns casos, o subgrupo condiz apenas a um nível de manejo relacionado a uma única classe de aptidão agrícola.

No presente estudo são indicadas as classes de aptidão agrícola (boa, regular, restrita e inapta), especificando-se os seguintes fatores de limitação de uso:

f - deficiência de fertilidade

a - deficiência na retenção de água ou déficit hídrico elevado

o - excesso de água ou deficiência de oxigênio

e - suscetibilidade à erosão

m - impedimentos à mecanização

r - dificuldade de crescimento radicular

Em relação à classificação do grau de restrição quanto à propensão à erosão e impedimento à mecanização, a área fora classificada em quatro classes, conforme sua clinografia (declividade) (Resende et al. 2007):

Restrição Nula: declividade menor que 3%

Restrição Ligeira: declividade entre 3 e 8%

Restrição Moderada: declividade entre 8 e 20%

Restrição Forte: declividade entre 20 e 45%

Restrição Muito Forte: declividade maior que 45%

- Análise Ambiental dos Solos

No estado do Espírito Santo, bem como no Brasil, inexistem legislações específicas que determinam um padrão de controle da qualidade dos solos. No entanto, a CETESB (Órgão de Controle Ambiental do Estado de São Paulo) desenvolveu estudos com o objetivo de estabelecer padrões ambientais para solos e águas subterrâneas fundamentados na metodologia holandesa (*Groundwater and Soil Remediation Intervention Values*, de Fevereiro de 2000), emitidos pelo VROM (*Dutch Ministry of Housing, Physical Planning and the environment*).

Tais estudos realizados pela CETESB deram origem à publicação no ano de 2001 do documento intitulado “Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo”. Esse documento apresenta uma listagem de compostos com os respectivos valores orientadores para proteção da qualidade dos solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo. Todavia, ressalta-se que este padrão orientador vem sendo empregado como referência em todos os locais do Brasil, tendo sido, especificamente no presente item (Solos), adotado como padrão de referência para avaliação da qualidade dos solos.

Os valores orientadores extraídos do padrão da CETESB vêm sendo empregados tanto para a prevenção da poluição de solos e águas subterrâneas, quanto no controle de áreas contaminadas em processo de recuperação.

Em 2005, através da Decisão de Diretoria N.º 195/2005-E, de 23 de Novembro, a CETESB estabeleceu uma nova decisão que dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, em substituição aos Valores Orientadores de 2001, entrando este novo documento em vigor a partir do dia 1º de junho de 2006.

O padrão CETESB considera 3 níveis de valores orientadores: Referência de Qualidade (VRQ), Prevenção (VP) e Intervenção (VI).

Apresentam-se a seguir as definições estabelecidas na Decisão de Diretoria da CETESB:

O **Valor de Referência de Qualidade (VRQ)** é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea que define um solo como limpo ou a qualidade natural da água subterrânea. Deve ser utilizado como referência nas ações de prevenção da poluição do solo e das águas subterrâneas e no controle de áreas contaminadas.

O **Valor de Prevenção (VP)** é a concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea. Indica a qualidade de um solo capaz de sustentar suas funções primárias, protegendo-se os receptores ecológicos e a qualidade das águas subterrâneas. Quando ultrapassado deverá ser realizado o monitoramento.

O **Valor de Intervenção (VI)** é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição genérico. A área será classificada como Área Contaminada quando houver constatação da presença de contaminantes no solo ou na água subterrânea em concentrações acima dos Valores de Intervenção, indicando a necessidade de ações para resguardar os receptores de risco.

Na revisão da Norma da CETESB em 2005 foram alterados alguns valores constantes na Norma anterior, de 2001, tornando-se alguns mais restritivos e outros menos restritivos. Além desta alteração, foram incorporados cerca de 40 novos parâmetros que não existiam na relação de valores estabelecida em 2001.

Portanto, as avaliações pertinentes foram realizadas tomando como referência o padrão estabelecido pela CETESB (2005) especificamente no que condiz ao **Valor de Referência de Qualidade (VRQ)** para os solos amostrados. Nos casos em que os referidos padrões não possuem um valor orientador, adotou-se como referência o Padrão Holandês, aplicável em vários países da Europa e no Brasil.



Fora levada em consideração, para fins da avaliação ambiental dos solos, a verificação dos parâmetros relacionados com a concentração de metais pesados nos mesmos. O objetivo de tal análise consiste na consolidação de um *background* das condições atuais dos solos na área do empreendimento no que condiz à ocorrência de metais pesados bem como sua contração (mg/kg). Para tal, foram realizados procedimentos de amostragem superficial dos solos inerentes à Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, uma vez que a sua porção superficial corresponde àquela com maior possibilidade de ser contaminada.

Os metais a serem avaliados no presente estudo se referem a:

- Al (Alumínio)
- As (Arsênico)
- Cd (Cádmio)
- Cr (Cromo)
- Fe (Ferro)
- Hg (Mercúrio)
- Mn (Manganês)
- Na (Sódio)
- Pb (Chumbo)
- Zn (Zinco)

No intuito de complementar a avaliação conjunta de tais parâmetros, os resultados derivados das análises dos elementos acima destacados serão também comparados com os valores extraídos das amostragens de solos realizadas durante a campanha de perfuração dos poços de água subterrânea, contidos na retroárea do empreendimento.

### c) Resultados

Estão descritos no presente item os resultados dos estudos pedológicos e de aptidão agrícola conduzidos na área do empreendimento.

- Solos e aptidão agrícola

A área em estudo encontra-se inserida em apenas um domínio morfoestrutural, representado pelos Depósitos Sedimentares. Este se subdivide regionalmente em duas unidades geomorfológicas distintas - os Tabuleiros Costeiros e a Planície Costeira; estando a área ora considerada inserida nas duas unidades citadas.

De acordo com SUGUIO *et. al.* (1982), pesquisas realizadas no litoral de São Paulo, sul do Rio de Janeiro e Bahia possibilitaram evidenciar a existência de dois níveis de terraços marinhos depositados após os máximos de dois episódios transgressivos diferentes, quando o nível do oceano esteve mais alto que o nível atual.

Foram realizadas quatro datações radiométricas de amostras retiradas dos terraços mais antigos na região de Ilhéus (Bahia), o que possibilitou aos autores acima conjecturar a suposição de que o máximo dessa transgressão tenha ocorrido por volta de 120.000 anos A.P. Nesse período, o nível relativo do mar estava 6 a 10 metros acima do atual (SUGUIO *et. al.* 1982). Esses terraços hoje constituem o sopé das falésias mortas da formação Barreiras, numa faixa relativamente contínua com uma largura máxima de 4,3 km na porção central da área de estudo, alcançando, no litoral de Presidente Kennedy, cotas altimétricas máximas entre 8 e 7 metros.

A Oeste e Noroeste da área considerada, observa-se a presença de alguns testemunhos esparsos, sendo essa faixa hoje ocupada por Espodossolos, marcando a posição de antigas restingas.

Os terraços marinhos de idade mais recentes estão relacionados à fase final da última grande transgressão, que alcançou o máximo cerca de 5.100 anos A.P., cujos testemunhos mais elevados encontram-se entre 4 e 5 metros acima do nível atual do mar.

No decorrer dos últimos 5.000 anos, o nível relativo do mar abaixou mais ou menos regularmente; sendo, todavia, produzidas duas oscilações negativas bruscas, seguidas de duas fases transgressivas cerca de 3.600 e 2.500 anos A.P. (SUGUIO *et al.*, 1982).

Ainda de acordo com aquele autor, ocorrem diversas gerações desses terraços, constituídos por sedimentos de várias naturezas. Os mais internos formam espécie de ilhas arenosas separadas por zonas baixas e pantanosas. Sabe-se que eles são mais antigos que 3.500 anos A.P., pois três sambaquis construídos em cima foram datados de 4.400 + 200, 4.200 + 150 e 3.550 + 150 anos A.P.

Regionalmente, os terraços mais externos formam uma faixa praticamente contínua na margem oceânica, interrompendo-se ao norte da área de estudo por afloramentos do grupo Barreiras e ao sul pela desembocadura do rio Itabapoana. Nesses terraços externos encontra-se inserida a área de estudo e, dependendo do material depositado e da altura do lençol freático, foram formadas principalmente três ordens de solo sem horizonte B, sendo eles: Organossolo, Gleissolo, Neossolo (Flúvico e Quartzarênico).

Foram identificadas na área de estudo e em sua retroárea imediata três tipologias principais de solo, sendo eles o Argissolo Amarelo, Gleissolo Háptico, Gleissolo Tiomórfico e Neossolo Quartzarênico. Mesmo não ocorrendo a constatação em campo de Organossolos, estes podem estar associados aos Gleissolos em áreas onde a ausência de oxigênio propiciou o acúmulo mais significativo de matéria orgânica, originando solos com horizonte A orgânico. São descritas a seguir as principais características dos solos da área.

#### – Argissolos

De acordo com a EMBRAPA (1999) são solos formados por material mineral, que têm como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, e apresentando, ainda, os seguintes requisitos:

- ✓ Horizonte plíntico, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural.
- ✓ Horizonte glei, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural.

Parte dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B para baixo no perfil. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual. São forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta ou baixa, predominantemente caulíníficos em relação molecular Ki variando de 1,0 a 2,3, em correlação com baixa atividade das argilas (EMBRAPA, 1999).

Argissolos eram denominados Podzólicos pela classificação anteriormente utilizada no Brasil. Segundo EMBRAPA (1999), são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural com argila de atividade baixa imediatamente abaixo de um horizonte A ou E, não tendo horizonte Plíntico ou Glei acima nem coincidente com a parte superior do horizonte B textural.

Horizonte B textural é um horizonte mineral subsuperficial com textura franco-arenosa ou mais fina (mais que 15% de argila) onde houve incremento de argila, orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrentes de processos de iluviação e/ou formação in situ e/ou herdada do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila + silte com ou sem matéria orgânica e/ou destruição de argila do horizonte A e/ou perda de argila do horizonte A por erosão diferencial (EMBRAPA, *op. cit.*).

Apresentam matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, podendo apresentar cerosidade formada pela deposição de argila sobre as diferentes faces dos agregados do horizonte textural, formando película de colóides minerais, que lhe conferem, se bem desenvolvida, um aspecto lustroso e brilho graxo (EMBRAPA, *op. cit.*).

Para ser considerado horizonte textural, este deve ter espessura com as seguintes características:

- ✓ ter pelo menos 10% da soma das espessuras dos horizontes sobrejacentes e no mínimo 7,7 cm; ou
- ✓ ter 15 cm ou mais, se os horizontes A e B somarem mais que 150 cm; ou
- ✓ ter 15 cm ou mais se a textura do horizonte E ou A for areia franca ou areia; ou
- ✓ se o horizonte B for inteiramente constituído por lamelas, estas devem ter, em conjunto, espessura superior a 15 cm; ou
- ✓ se a textura for média ou argilosa, o horizonte B textural deve ter espessura de pelo menos 7,5 cm.

Em adição às características de espessura acima citadas, o horizonte b textural deve atender a uma ou mais de uma lista de requisitos que podem ser observados em (EMBRAPA, *op. cit.*). Dentre eles, destaca-se o incremento de argila total do horizonte A para B, o suficiente para que a relação textural B/A satisfaça a uma das seguintes condições:

- ✓ - nos solos com mais de 40% de argila no horizonte A, relação maior que 1,5; ou
- ✓ - nos solos com 15% a 40% de argila no horizonte A, relação maior que 1,7; ou
- ✓ - nos solos com menos de 15% de argila no horizonte A, relação maior que 1,8.

Formado sobre os arenitos do grupo Barreiras, este solo encobre, juntamente com o Latossolo Amarelo, o topo dos tabuleiros situados na porção de cotas mais elevadas de estudo considerada. As Figuras 5.1.3.2-1 e 5.1.3.2-2 apresentam respectivamente um perfil de solo Argissolo Amarelo e topo de tabuleiro costeiro onde ocorre tal tipologia.



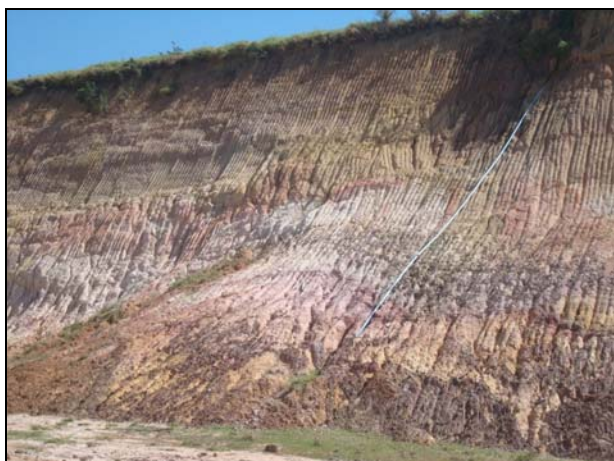


Figura 5.1.3.2-1: Perfil de Argissolo Amarelo espesso localizado na borda do tabuleiro costeiro.



Figura 5.1.3.2-2: Topo de tabuleiro costeiro encoberto por Argissolo Amarelo, empregado atualmente na agricultura.

Quanto à aptidão agrícola, pode-se dividir este solo em dois, aquele situado nos topos de tabuleiros e o situado nas bordas dos tabuleiros e escarpas. O situado nos topos de tabuleiros apresenta restrições ligadas à sua baixa fertilidade, dada sua baixa CTC e baixa atividade da argila, alta erodibilidade, baixa capacidade de retenção de água no horizonte superficial e baixa disponibilidade hídrica. O relevo plano dos topos faz com que as taxas de erosão do solo sejam mínimas. Assim sendo, nos topos, o Latossolo Amarelo foi classificado como de aptidão Restrita para os níveis de manejo A e B e Boa para o nível de manejo C. Desta forma, nos tabuleiros da AID, este solo foi classificado no subgrupo 1 (a)(b)C f.a.

Nas escarpas e bordas de tabuleiros, além dessas áreas serem consideradas de preservação permanente pela Resolução CONAMA no 303/2002 quando em declividade superior a 45%, impedidas, desta forma, de serem utilizadas, os solos são considerados inaptos para agricultura nos níveis A, B e C devido à baixa fertilidade e alta susceptibilidade à erosão. São também considerados inaptos para pastagens plantadas, sendo considerados de aptidão restrita para pastagens nativas e de boa aptidão para utilização florestal, desde que o manejo florestal não inclua utilização maciça de máquinas agrícolas. Desta forma, nas bordas de tabuleiros, esses solos foram classificados no subgrupo 5 (n) S f.e. Utilização restrita para pastagem nativa e boa para silvicultura, com restrições provocadas pela baixa fertilidade e propensão à instalação de processos

erosivos. Deve-se ressaltar, entretanto, que a legislação ambiental brasileira classifica essas áreas como de preservação permanente quando em declividade elevada.

– Gleissolos

Consistem em solos classificados como Glei Húmico e Glei Pouco Húmico pela classificação de solos empregada anteriormente pela EMBRAPA. São solos constituídos por material mineral com horizonte glei dentro dos primeiros 50cm da superfície ou entre 50 e 125cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou precedido por horizonte B incipiente, B textural ou horizonte C com presença de mosqueados abundantes com cores de redução e satisfazendo, ainda, todos os seguintes requisitos:

- ✓ Ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei.
- ✓ Ausência de horizonte vértico ou plíntico acima do horizonte glei ou coincidente com este.
- ✓ Ausência de horizonte B textural com mudança textural abrupta.
- ✓ Ausência de horizonte hístico com 40cm ou mais de espessura.

Horizonte Glei é um horizonte mineral subsuperficial ou eventualmente superficial, com espessura de 15 cm ou mais, caracterizado por redução de ferro e prevalência do estado reduzido em todo ou em parte, devido principalmente à água estagnada, evidenciado por cores neutras ou próximas de neutras na matriz do horizonte, com ou sem mosqueado de cores mais vivas. Trata-se de horizonte fortemente influenciado pelo lençol freático e regime de umidade redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante todo o ano ou pelo menos por um longo período, associada à demanda de oxigênio pela atividade biológica (EMBRAPA, 1999).

Os Gleissolos podem ser classificados como Tiomórficos (apresentam horizontes sulfúricos e/ou material sulfídrico dentro de 100 cm da superfície do solo), Sállicos (solos com caráter sálico dentro de 100 cm da superfície do solo), Melânicos (solos com horizonte H hístico com menos de 40 cm de espessura ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico) e Hápllicos (solos que não se enquadram nas classes anteriores) (Op. Cit., 1999).

Na área de estudo, os Gleissolos Hápllicos encontram-se distribuídos nos setores mais baixos do relevo local, onde ocorrerá o acúmulo de material mais fino, principalmente ao longo dos afluentes da bacia do rio das Neves. A Figura 5.1.3.2-3 apresenta o aspecto da área coberta por Gleissolos Hápllicos.

A Figura 5.1.3.2-4 apresenta um perfil de um Gleissolo Hápllico nas proximidades de um canal de drenagem artificial que corta a área de estudo diretamente afetada e seu ambiente.

São solos típicos dos vales da região, encobrendo uma diminuta parte da área do empreendimento, especificamente no que condiz ao setor Oeste dela. Encobertos por vegetação de pastagem e brejo herbáceo, normalmente estão em associação com solos aluviais (Neossolos Flúvlicos) e Organossolos, especialmente no entorno dos rios Itabapoana e das Neves e nos de pequenos cursos d'água que drenam no limite oeste da área do empreendimento.



Figura 5.1.3.2-3: Ambiente da área de estudo característico para a ocorrência de Gleissolos Hápllicos.



Figura 5.1.3.2-4: Perfil de Gleissolo Háplico localizado na porção Oeste da área de estudo.

A principal limitação de uso dos Gleissolos é a presença de lençol freático muito próximo à superfície, o que promove dificuldades na mecanização. Entretanto, esses solos são muito utilizados no Brasil no plantio de arroz e pastagens após a execução de trabalhos de drenagem.

Na área estudada, os Gleissolos são utilizados predominantemente por pastagens, nas áreas onde os trabalhos de drenagem foram efetivos no rebaixamento do lençol freático, ou compõem áreas encobertas por vegetação de brejo herbáceo nas áreas mais baixas da paisagem, onde há maior acúmulo de água no ambiente.

Quanto à aptidão agrícola, as áreas com Gleissolos foram classificadas como do subgrupo 2abcNp o.m. Aptidão regular para agricultura nos três níveis de manejo considerados, boa aptidão para pastagem natural e aptidão regular para pastagem plantada, com restrições impostas pela deficiência de oxigênio na zona radicular e dificuldades de mecanização.

Deve-se observar, entretanto, que grande parte das áreas ocupadas por esses solos é caracterizada como de preservação permanente, sendo, desta forma, impedidos de utilização de acordo com a legislação vigente. Têm ainda uma forte vocação preservacionista tanto pela posição próxima aos corpos d'água quanto pela fauna a ele normalmente associada.



– Neossolo Flúvico

São solos derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si, apresentando ambos ou um dos seguintes requisitos (EMBRAPA, 1999):

- ✓ decréscimo irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, dentro de 200 cm da superfície do solo; e/ou
- ✓ camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo, dentro de 200 cm da superfície do solo.

Na presente área de estudo, os Neossolos Flúvicos apresentam-se estritamente associados a Gleissolos Háplicos, Gleissolos Tiomórficos e Organossolos, não apresentando distinção clara entre os demais. Os Neossolos Flúvicos ocupam áreas topograficamente mais baixas da paisagem local, sobretudo no que condizem às margens dos rios Itabapoana e das Neves. A Figura 5.1.3.2-5 apresenta o aspecto da área comum à ocorrência associada de tal tipologia pedológica.

A principal limitação de uso dos Neossolos Flúvicos é a presença de lençol freático muito próximo à superfície e propensão a serem atingidos por enchentes e restrições à mecanização, dada pela instabilidade do solo.

Quanto à aptidão agrícola, as áreas com Neossolos Flúvicos foram classificadas como do subgrupo 2abc o.m. Aptidão regular para agricultura nos três níveis de manejo considerados, com restrições causadas pela dificuldade de mecanização e falta de oxigênio nas raízes. Apresentam boa aptidão para pastagens naturais e plantadas e para o plantio de culturas que se adaptam à falta de oxigênio nas raízes, como o arroz.



Figura 5.1.3.2-5: Em primeiro plano, aspecto da área dominada por associação entre Gleissolo Háplico e Neossolo Flúvico.

– Organossolo

São solos constituídos por material orgânico, que apresentam horizonte O ou H hístico com teor de matéria orgânica  $\geq 0,2$  kg/kg de solo ( $\geq 20\%$  em massa), com espessura mínima de 40 cm, quer estendendo-se em seção única a partir da superfície, quer tomado cumulativamente dentro de 80 cm de espessura, quando sobrejacente ao contato lítico. Constitui-se o material orgânico de acumulações de restos vegetais em grau variável de decomposição, acumulados em ambientes mal a muito mal drenados ou em ambientes úmidos de altitude elevada, saturados com água por muitos dias no período chuvoso, de coloração preta, cinzenta muito escura, ou marrom, com elevados teores de carbono orgânico (EMBRAPA, 1999).

Condições de elevado encharcamento durante longo tempo no ano, dificulta a decomposição da matéria orgânica, culminando na acumulação de material orgânico sobre a superfície. Onde quer que os horizontes ou camadas superficiais permaneçam saturados de água na maior parte do ano, os processos de alteração mineral e translocações de produtos secundários são substituídos pela acumulação de matéria orgânica sobre a superfície e formação de “peat”.



Os Organossolos comumente apresentam um horizonte H ou O hístico sobre camadas orgânicas constituídas por material orgânico do tipo sáprico ou fíbrico com grande proporção de resíduos vegetais em grau variável de decomposição (EMBRAPA, 1999).

São usualmente solos fortemente ácidos, apresentando alta capacidade de troca catiônica e baixa saturação de bases, com esporádica ocorrência de saturação média ou alta. Podem apresentar horizonte sulfúrico, materiais sulfídricos, caráter sálico, propriedade sódica ou solódica, podendo estar encoberto por uma camada pouco espessa (<40cm) de material mineral (EMBRAPA, *op. cit.*).

Conforme já comentado, não foram visualizados Organossolos na área, mas há uma grande probabilidade de ocorrência dos mesmos associados aos Gleissolos Háplicos.

É relevante observar que drenagem de Organossolos que apresentam horizontes sulfúricos subsuperficiais pode gerar significativo impacto na qualidade das águas drenadas. A entrada de oxigênio na massa de solo promove a transformação de sulfetos ou outras formas reduzidas em sulfatos, culminando na acidificação da água.

A principal limitação de uso agrícola dos Organossolos é a presença de lençol freático muito próximo à superfície, o que promove deficiência de oxigênio no ambiente das raízes e dificuldades na mecanização. Entretanto, esses solos são muito utilizados no Brasil no plantio de arroz e pastagens, após a execução de trabalhos de drenagem.

Quanto à aptidão agrícola, os mesmos comentários descritos para os Gleissolos são válidos para os Organossolos.

#### – Neossolos Quartzarênicos

Trata-se de solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico, com sequência de horizonte A-C, sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, apresentando textura areia ou areia franca nos horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. São essencialmente quartzosos, tendo nas

frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (EMBRAPA, 1999). Eram chamados Areias Quartzosas Marinhas distróficas de acordo com a nomenclatura anteriormente utilizada no Brasil.

São encontrados na maior parte da área em apreço, sendo os solos típicos dos cordões litorâneos no seu interior. Foram formados pela sedimentação de areias marinhas junto a antigas linhas de costa, cujo ambiente, ao receber o aporte de sedimentos continentais, retrabalhou-os e os depositou através da ação das ondas e correntes.

Os Neossolos Quartzarênicos estão atualmente encobertos predominantemente por vegetação de restinga e pastagens, com áreas utilizadas com agricultura rudimentar, especialmente no entorno das comunidades que ali se instalaram. A Figura 5.1.3.2-6 apresenta o aspecto da área encoberta por Neossolo Quartzarênico, enquanto a Figura 5.1.3.2-7 apresenta horizonte subsuperficial exposto deste solo.

Quanto à aptidão agrícola, as áreas com este solo foram classificadas como do subgrupo 3(a)(b)(c)psN f. a. – Restrito para agricultura nos seus três níveis de manejo, de aptidão Regular para pastagens plantadas e silvicultura e aptidão Boa para pastagem natural, com restrições ligadas à baixa fertilidade e deficiência de água, ambos devido à textura arenosa do solo.

Conforme pode ser visto, trata-se de solo muito arenoso, com sérias restrições para uso agropecuário, que pode ser conferido pela baixa qualidade da pastagem implantada sobre ele, dada pelos baixos teores de nutrientes e baixa retenção de água.



Figura 5.1.3.2-6: Perspectiva geral da área de domínio dos Neossolos Quartzarênicos.



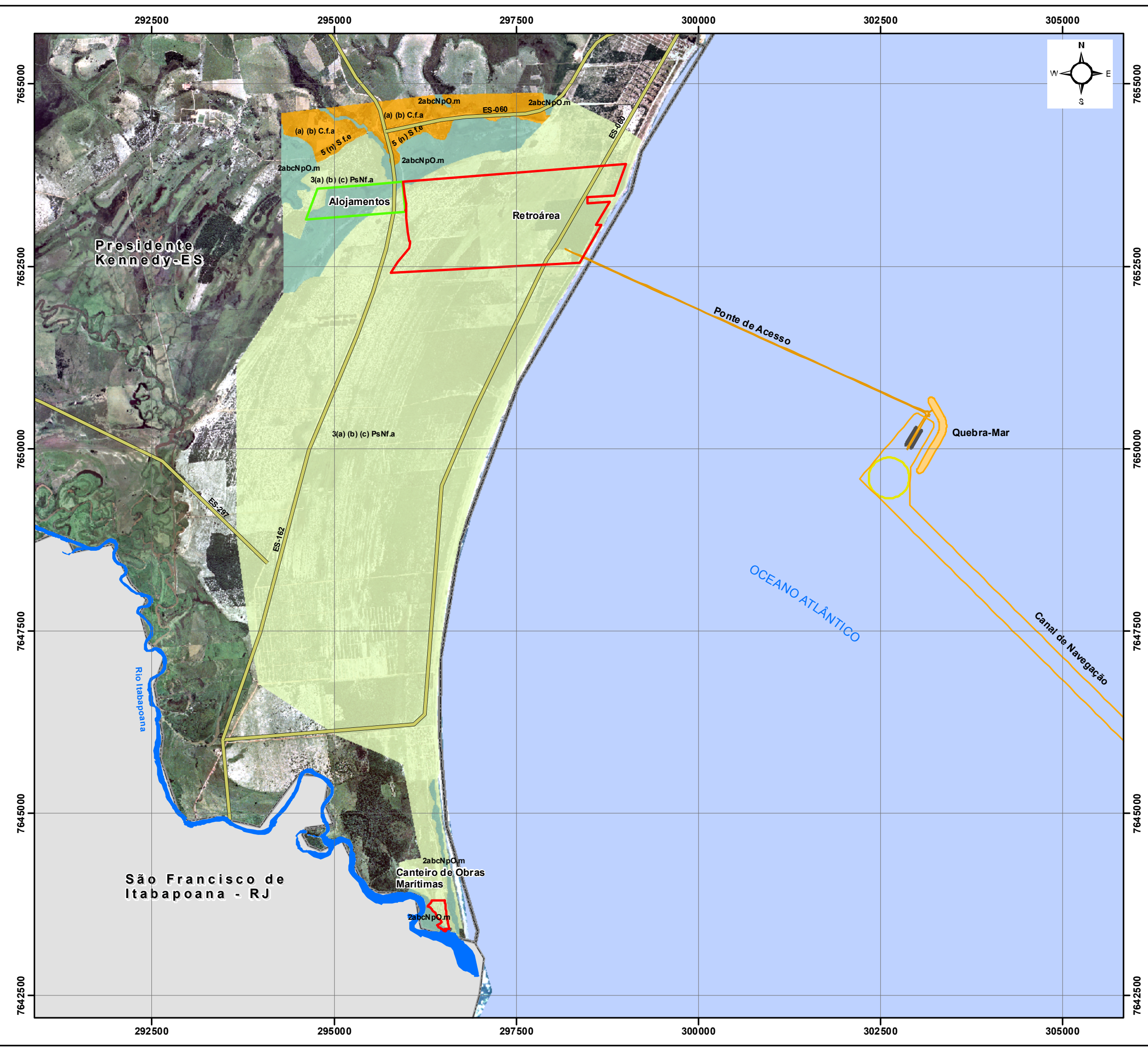
Figura 5.1.3.2-7: Horizonte subsuperficial exposto de Neossolo Quartzarênico.

- Espacialização dos solos









A Figura 5.1.3.2-8 apresenta o Mapa de Solos e Aptidão Agrícola da área. Conforme pode ser observado, a maior parte da área se encontra encoberta por Neossolo Quartzarênico, que ocupa predominantemente a parte leste da área, enquanto a associação Gleissolo Háplico, Gleissolo Tiomórfico, Neossolo Flúvico e Organossolo ocupa o entorno dos corpos d'água, ocupando predominantemente a parte Oeste e Sul da área em estudo.

Toda a área apresenta significativas restrições para o uso agrícola do solo dadas pela dificuldade de mecanização e excesso de água/falta de oxigênio nos Gleissolos, Neossolos Flúvicos e Organossolos, e falta de fertilidade e água nos Neossolos Quartzarênicos.








**Legenda**

-  Bacia de Evolução
-  Ponte de Acesso / Canal de Navegação
-  Quebra Mar
-  Rodovias Principais - Estaduais e Federais
-  Rio Itabapoana
-  Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
-  Área dos Alojamentos
-  Limite Estadual - Rio de Janeiro

**Classes Pedológicas:**

-  Associação Gleissolo + Organossolos + Neossolo Flúvico;  
Atd: Topos: 2abcNpO.m Art: Bordas: 5(n) S f.e
-  Associação de Argissolo Amarelo + Latossolo Amarelo  
Atd: 3 (a) (b) C.f.a
-  Neossolo Quartzarênico  
Atd: 3 (a) (b) (c) PsNf.a

**EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES**

Figura 5.1.3.2-8 Mapa Pedológico da Área de Influência do Empreendimento

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala:  
0 0,25 0,5 1 1,5 1:50.000  
km

Elaborado Por: Data:  
Juliana Kerckhoff Novembro/2009



- Qualidade ambiental dos solos

No presente item discorre-se sobre os resultados das amostragens de solos realizadas durante as campanhas de campo ao longo da perfuração dos poços provisórios de monitoramento de água subterrânea e das tradagens executadas para o diagnóstico da área do empreendimento.

O objetivo deste item consiste em estabelecer um *background* das condições ambientais atuais das tipologias pedológicas mais representativas para a área do empreendimento e seu entorno imediato, frente à presença de metais pesados e suas devidas concentrações.

Na Tabela 5.1.3.2-3 são indicadas as profundidades dos furos de sonda, realizados na construção/abertura dos poços de monitoramento, e dos furos externos ou superficiais, efetivados no decorrer das campanhas voltadas ao diagnóstico geopedológico da área em questão.

Tabela 5.1.3.2-3: Consolidação das informações sobre os furos de sondas e externos realizados em campo.

<b>Furo de Sonda</b>	<b>Amostra de Solo</b>	<b>Profundidade de Amostragem (m)</b>
<b>FS-01</b>	A1	0,15
<b>FS-06</b>	B1	1
<b>FS-06</b>	B2	1,7
<b>Furo Externo</b>	<b>Amostra de Solo</b>	<b>Profundidade de Amostragem (m)</b>
<b>FE- 01</b>	SE-01	0,15
<b>FE- 02</b>	SE-02	0,15

As amostras A1, B1, e B2 se referem aos Neossolos Quartzarênicos nos quais foram instalados poços provisórios de monitoramento de água subterrânea, especificamente no que condiz aos poços de n.º 01 (FS-01) e 06 (FS-06).



Em relação às amostras SE-01 e SE-02, estas estão relacionadas, respectivamente, a amostras de solos derivadas de Neossolos Quartzarênicos e a Argilossos Amarelos associados a Latossolos Amarelos, sendo todos estes localizados no entorno da área do empreendimento.

As amostras de solo foram coletadas e preservadas com os cuidados para evitar qualquer tipo de contaminação externa ou dentre as amostras, e para o transporte foram adotados procedimentos de registro incluindo Cadeia de Custódia. As Figuras 5.1.3.2-9 a 5.1.3.2-18 ilustram os materiais utilizados e os procedimentos realizados para a amostragem dos solos da área de estudo.



Figura 5.1.3.2-9: Materiais utilizados no procedimento de amostragem de solos por tradagem.



Figura 5.1.3.2-10: Procedimento de tradagem para coleta de amostra de solo subsuperficial.



Figura 5.1.3.2-11: Armazenamento das amostras de solos em frascarias.



Figura 5.1.3.2-12: Frascarias, luvas, entre outros materiais empregados na amostragem dos solos.





Figura 5.1.3.2-13: Procedimento de remoção de amostra subsuperficial por tradagem.



Figura 5.1.3.2-14: Coleta de amostra de solo.



Figura 5.1.3.2-15: Acondicionamento e identificação de amostra.



Figura 5.1.3.2-16: Realização de furo externo em solo para amostragem.



Figura 5.1.3.2-17: Acondicionamento das amostras de solos.

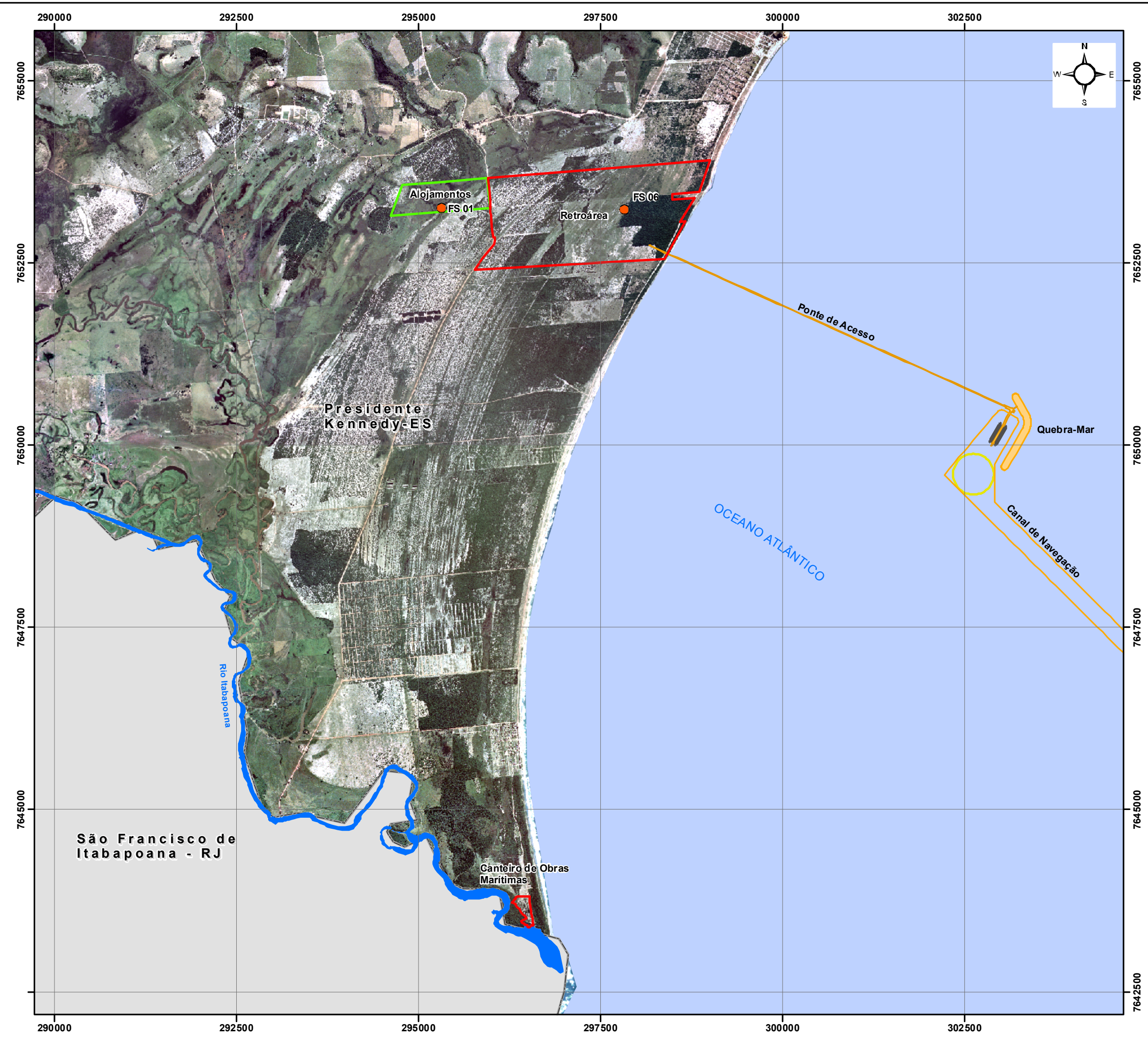


Figura 5.1.3.2-18: Finalização do procedimento de acondicionamento das amostras em caixa térmica com gelo.









A Figura 5.1.3.2-19 apresenta a localização das sondagens a trado.

Os resultados para os solos amostrados foram extraídos dos Boletins de Ensaio n° 09-2621-C e 09-2628 (anexados no corpo do presente relatório) emitidos pelo laboratório Innolab – Rio de Janeiro –, sendo este devidamente acreditado pelo INMETRO, conforme a norma ABNT NBR ISO/ IEC 17025.





**Legenda**

-  Ponto de Localização dos Furos de Sondagem a Trado
-  Bacia de Evolução
-  Ponte de Acesso / Canal de Navegação
-  Quebra Mar
-  Rio Itabapoana
-  Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
-  Área dos Alojamentos
-  Limite Estadual - Rio de Janeiro

**EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES**

Figura 5.1.3.2-19 Mapa de Localização dos Furos de Sondagem a Trado

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala:  
0 0,25 0,5 1 1,5 km 1:50.000

Elaborado Por: Hector Fabrício  
Data: Novembro/2009





A Tabela 5.1.3.2-4, a seguir, apresenta os resultados de solos para os parâmetros metais.

Tabela 5.1.3.2-4: Resultados analíticos para metais nas amostras de solos, em mg/Kg.

Identificação Ponto de Coleta/Amostra	Metais									
	Al (mg/Kg)	As (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Mn (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)	Na (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)
FS-01 (A1)	377	1	ND	4,5	2,7	396	17	ND	14	1,9
FS-06 (B1)	1004	3	ND	1,9	4,5	2414	8,6	ND	5	1,1
FS-06 (B2)	938	1	ND	1,9	3,4	1533	9	ND	7	ND
FE-01 (SE-01)	337	ND	ND	1,8	0,8	246	3,4	ND	ND	ND
FE-02 (SE-02)	25721	7	0,4	ND	30,9	19009	37,6	ND	ND	6,3
<b>Padrão CETESB VRQ</b>	-	3,5	<0,5	17	40	-	-	0,05	-	60

(1) Padrão calculado para solos com 25% de argila e 10% de matéria orgânica.

(2) ND: Não Detectado.

Com base nos dados apresentados na Tabela 5.1.3.2-4 podem-se traçar as seguintes considerações sobre os resultados das análises dos solos da área do empreendimento:

- Os resultados para a concentração de Arsênio (As) na amostra SE-02 indicaram valores deste elemento acima dos considerados como referência de qualidade (VRQ) do Padrão CETESB.
- Os resultados para os demais metais em todas as amostras de solos indicaram concentrações abaixo dos valores de referência de qualidade (VRQ) do Padrão CETESB para todos os parâmetros ora analisados, ou se mostraram inferiores ao limite de quantificação dos métodos.
- Os resultados para a amostra de solo SE-02 (Argissolos Amarelo + Latossolos Amarelo) indicaram uma maior concentração de **Alumínio** (Al), **Cádmio** (Cd), **Cromo** (Cr), **Ferro** (Fe) e **Magnésio** (Mn) em comparação com os resultados das amostras SE-01, A1, B1 e B2 (Neossolos Quartzarênicos). Entretanto, tais elementos e valores de concentração para SE-02 são compatíveis com o ambiente (Grupo Barreiras) donde fora retirada a respectiva amostra.



- Estes resultados são aqueles de fato esperados, tanto para solos contidos na região dos Sedimentos Quarternários Fluviais e Marinhos, como na região dominada pelo Grupo Barreiras em função do elevado nível desses metais nas águas e sedimentos locais. Assim, os resultados encontrados são compatíveis com os resultados para estes mesmos parâmetros quando analisados em outros locais com presença dos sedimentos inerentes a tais unidades litoestratigráficas.

#### 5.1.4 Geomorfologia

##### a) Considerações gerais

Na presente caracterização geomorfológica levaram-se em consideração os aspectos relativos ao domínio morfoestrutural, região geomorfológica e a unidade geomorfológica pertinente à área de estudo, tendo como representação das análises ora desenvolvidas uma carta ou mapa de unidades do relevo.

Para elaboração do referido mapeamento observaram-se os limites entre as unidades de relevo, seus principais elementos de forma e processos recorrentes na área em questão, acompanhado de texto explicativo referente a cada unidade definida. Este servirá de base para o procedimento de descrição geomorfológica da área de implantação do empreendimento, que consiste na descrição das formas e a dinâmica de relevo associada à indicação da declividade (clinografia) das vertentes e a presença ou a propensão à erosão e assoreamento na retroárea considerada, bem como para as estradas de acesso.

Em conjunção aos aspectos acima citados, será elaborada uma caracterização topográfica por meio do levantamento planialtimétrico existente da área de estudo.

A construção e análise do quadro acima citado permitem contemplar algumas constituintes fundamentais que sustentam a paisagem local em associação à dinâmica ambiental vigente e às formas de apropriação, consideradas neste relatório como

relevantes para com o planejamento ambiental voltado a propostas de uso adequado e racional dos recursos naturais locais, visto que

*“... o entendimento do relevo e sua dinâmica passam obrigatoriamente pela compreensão do funcionamento e da interação entre os demais componentes naturais (água, solos, subsolo, clima, e cobertura vegetal), e isto é de significativo interesse ao planejamento físico-territorial.” (ROSS, 1992, p.17).*

#### b) Metodologia e procedimentos técnicos

A metodologia empregada para a elaboração deste estudo é representada basicamente pelas três etapas destacadas abaixo, sendo as duas primeiras de caráter essencialmente compilatório (coleta de dados) e de observação; e a última, relacionada aos processos de correlação, semantização e normatização dos dados e produtos derivados, no qual se destacam a carta de unidades geomorfológicas e o corpo do presente relatório.

1ª Etapa: Condiz ao levantamento bibliográfico com consultas a vários documentos, destacando-se o Projeto Levantamento de Recursos Naturais, Volume 32 – Folha Rio de Janeiro/Vitória (MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA,1983), a restituição aerofotogramétrica realizada pela MAPLAN, em 2003, e a planta topográfica da Folha do IBGE para a região.

Nesta etapa foram elaborados e analisados os seguintes documentos de auxílio:

- Aerofoto restituída com hidrografia sobreposta.
- Carta Clinográfica (declividade) da área de estudo.
- Carta Hipsométrica (altitudes).

2ª Etapa: Refere-se às campanhas de campo realizadas entre os dias 03 e 04 de setembro de 2009, quando foi percorrida a área de interesse (empreendimento) para o presente levantamento e sua retroárea imediata, de forma a permitir o reconhecimento de diversas feições geomorfológicas e processos dinâmicos, além de possibilitar a aquisição de novos dados da região.

3ª Etapa: Concerne à etapa final de gabinete onde se desenvolvem os procedimentos de correlação e interpretação (semântica) para a elaboração dos produtos finais (normatização), tendo como auxílio técnico-operacional a foto-interpretação de imagens aéreas, assim como de fotografias e anotações derivadas das campanhas de campo, visando, por conseguinte, à retificação e/ou consolidação dos dados levantados e à execução do relatório final do tema para a área de estudo.

Da associação das informações e resultados inerentes à análise dos documentos e materiais acima citados, elaborou-se como instrumento norteador do presente levantamento a Carta de Unidades Geomorfológicas para a área de estudo abarcada.

A Carta de Unidades Geomorfológicas aqui apresentada possui conotação generalizadora da estrutura, morfologia e dos processos atuantes sobre o relevo da área em questão, tendo como viés de organização a observação de parâmetros morfométricos, morfológicos/morfográficos e morfodinâmicos, como preconiza AB' SÁBER (1969) em relação aos três níveis essenciais de abordagem dos estudos geomorfológicos, e no que também propõe ROSS (1992) em relação à observância da taxonomia dos fatos do relevo.

Assim, levaram-se em consideração, para a elaboração do presente relatório, os procedimentos de compartimentação topográfica da área, levantamento de sua estrutura superficial e o registro dos processos geomorfodinâmicos erosivos e acumulativos atuantes na área em questão.

#### c) Caracterização e compartimentação do relevo

A caracterização e compartimentação do relevo da área abarcada no presente estudo tem como preceitos basilares a classificação definida pelo Projeto de Levantamento de Recursos Naturais (Ministério das Minas e Energia, 1983) desenvolvido na escala ao milionésimo (1:1.000.000), em associação à interpretação de aerofotos que fazem cobertura da área abarcada e a campanhas de campo.

Tal abordagem procede da perspectiva de estudo do relevo por meio da análise taxonômica dos fatos, ou seja, do levantamento de sua estrutura, das morfologias e dos processos morfodinâmicos que atuaram e atuam sobre o modelado.

A perspectiva de classificação taxonômica em geomorfologia encontra-se associada aos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, desenvolvidos por GUERASIMOV & MERCERJAKOV (1968, *apud* ROSS, 1992). De acordo com aqueles autores, as morfoestruturas estão relacionadas à sustentação de grandes formas de relevo terrestre, como, por exemplo, uma bacia sedimentar, um planalto ou uma planície, onde se fazem presentes diversos aspectos morfoesculturais, desenvolvidos espacialmente por tipologias climáticas atuais e pretéritas.

Apropriando-se de tal referencial teórico, ROSS (1992) propõe uma organização do estudo do relevo que obedeça a seis níveis ou táxons de representação, a saber:

- 1º Táxon: Morfoestrutura
- 2º Táxon: Morfoescultura
- 3º Táxon: Unidades Morfológicas ou Padrões de Formas Semelhantes
- 4º Táxon: Tipos de Formas de Relevo
- 5º Táxon: Tipos de Vertentes
- 6º Táxon: Formas de processos atuais.

As morfoestruturas são compartimentos com limites territoriais normalmente de uma ordem de grandeza de dezenas de milhares Km<sup>2</sup>, podendo conter em sua área de abrangência a presença e/ou influência de distintas morfoesculturas, que conseqüentemente estão associadas a diversas unidades morfológicas, caracterizadas por apresentarem dimensões territoriais diminutas em relação aos dois primeiros táxons.

As unidades morfológicas contidas nas morfoesculturas são conjuntos de formas menores de relevo que apresentam distinções de aparências entre si em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação. São nelas que os processos morfoclimáticos atuais podem ser mais facilmente identificados (ROSS, *op.cit.*). Apresentam-se dimensionalmente no intervalo dos milhares de Km<sup>2</sup>, englobando em seu arcabouço variados tipos de formas de relevo.

O quarto táxon se refere aos tipos de formas de relevo constituintes das unidades morfológicas que, observados em escala de detalhe, demonstram aspectos fisionômicos próprios a cada forma (ROSS, *op.cit.*).

No que diz respeito ao quinto táxon, este é definido pelo autor acima aludido como os tipos de vertentes das formas de relevo, constituindo-se metodologicamente na observação e descrição dos setores das vertentes (formas menores) de acordo com seu aspecto fisionômico/geométrico, sendo classificadas em: retilíneos; convexos; côncavos; planos; aguçados e abruptos.

Estes setores são mais recentes quanto à sua gênese e idade em relação à unidade de formas de relevo ao qual pertencem.

Quanto ao sexto e último táxon, este se representa pela constatação e estudo de formas de relevo menores do que as do táxon anterior, representados pelos processos atuantes ao longo das vertentes, que são engendrados através da dinâmica geomórfica atual e pela intervenção antrópica. Tal dinâmica proporciona o surgimento de pequenas formas ligadas a processos erosivos como: sulcos; filetes; ravinas; voçorocas; cicatrizes de deslizamentos; entre outras; desenvolvidas ao longo das vertentes por meio da atividade hídrica pluvial e fluvial, associadas, em alguns casos, às atividades antrópicas.

Esta organização taxonômica é representada esquematicamente de modo ilustrativo na Figura 5.1.4-1 abaixo.



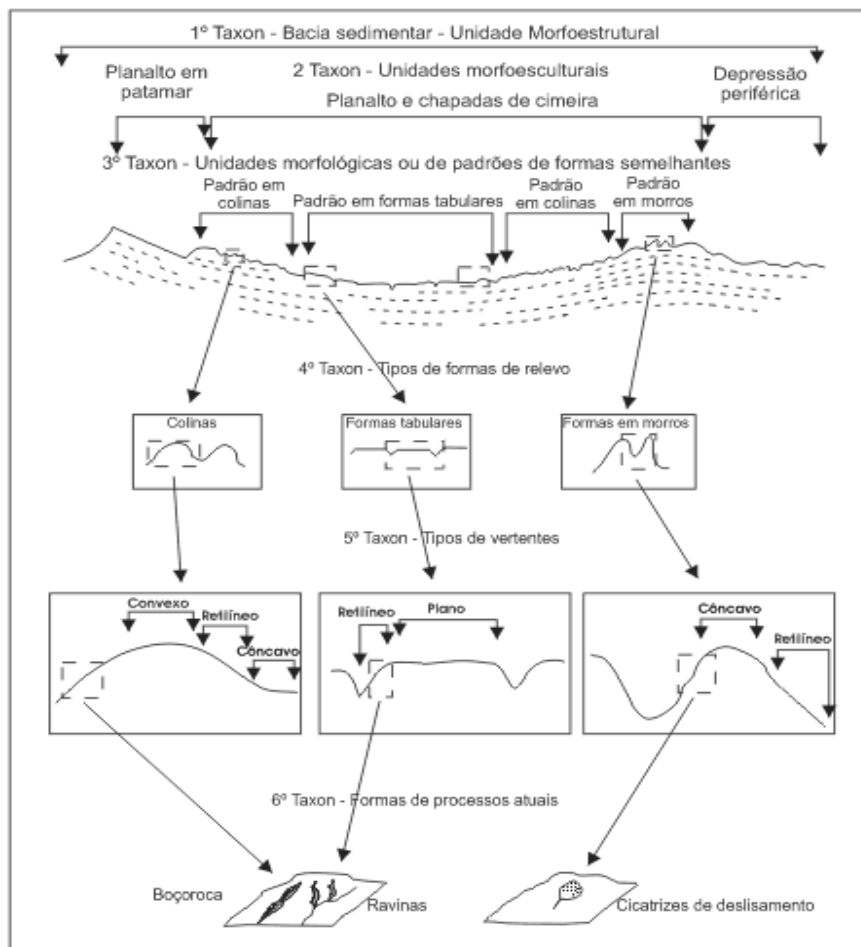


Figura 5.1.4-1: Representação esquemática das unidades taxonômicas do relevo proposta por Ross (1992).

Tomando-se como prática os referenciais teóricos e metodológicos acima discutidos, demonstra-se na Tabela 5.1.4-1 a perspectiva taxonômica de abordagem do relevo inerente à área de estudo considerada.

Tabela 5.1.4-1: Taxonomia do relevo contendo o Domínio Morfoestrutural, Regiões Geomorfológicas (Morfoesculturas) e as Unidades Geomorfológicas inerentes à área de estudo.

ÁREA DE ESTUDO (EMPREENHIMENTO)	DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL (1º TÁXON)	REGIÕES GEOMORFOLÓGICAS (2º TÁXON)	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS (3º TÁXON)
TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO PARA EMBARQUE DE MINÉRIO DE FERRO (FERROUS)	Depósitos Sedimentares	Planícies Costeiras	Planície de Acumulação Marinha ----- Planície de Acumulação Fluvial
		Tabuleiros Costeiros	Tabuleiro Costeiro

FONTE: IBGE/MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (1983)

Os demais táxons (Tipos de Formas, Tipos de Vertentes e Formas e Processos Atuais) serão trabalhados e discutidos no decorrer da análise de cada unidade geomorfológica presente na área abarcada.

- Caracterização regional

Conforme a classificação adotada pelo Projeto de Levantamento de Recursos Naturais (Ministério das Minas e Energia, 1983) tem-se na área ora destacada a presença do domínio morfoestrutural representado pelos Depósitos Sedimentares, sendo estes essencialmente de origem fluvial e marinha.

Tais depósitos estão representados na área em questão através da ocorrência de duas regiões geomorfológicas distintas no que condizem às suas características litoestruturais e morfológicas, sendo elas: de Tabuleiros Costeiros, essencialmente originados do Grupo Barreiras; e de planícies costeiras, que possuem sua gênese fortemente relacionada à formação de Terraços Arenosos. A Figura 5.1.4-2 ilustra estas duas regiões geomorfológicas.

O Grupo Barreiras estende-se ao longo de todo litoral sul capixaba, podendo encontrar-se hoje na paisagem na forma de falésias vivas (Figura 5.1.4-2), falésias mortas e terraços de abrasão marinho. Estes últimos encontram-se distribuídos caoticamente na praia, onde são expostos durante a maré baixa, e na plataforma continental interna nos trechos onde, conforme sugerido por KING (1956), uma estrutura monoclinal íngreme ocasionou o soerguimento da superfície terciária, em relação ao nível do mar, durante o Terciário médio ora expondo-a à erosão fluviomarinha, ora “afogando-a” sobre plataforma continental adentro (SUGUIO *et al.*, 1997, MUEHE, 2006).



Figura 5.1.4-2: Tipologias de relevo recorrentes na região do empreendimento. Na primeira figura observa-se presença marcante de depósitos da Formação Barreiras, neste caso, consubstanciado geomorfologicamente por “falésias vivas” próximas às margens da ES-060 (Rodovia do Sol). Na segunda nota-se a ocorrência de Tabuleiros Costeiros (segundo plano) cotejados por Planícies de origem fluvial e marinha (primeiro plano).

Atualmente seus sedimentos se encontram em processo avançado de lixiviação, laterização e pedogênese tendo como característica marcante a ocorrência de couraças lateríticas ferruginosas que podem ser observadas na Figura 5.1.4-3.



Figura 5.1.4-3: Presença de falésia morta localizada na localidade de Marobá – Presidente Kennedy-ES - apresentando processo de laterização de material pedogenético proveniente do Grupo Barreiras.

As planícies costeiras inerentes à região considerada (Figura 5.1.4-2) apresentam-se pouco desenvolvidas, estando sua evolução geológica associada às flutuações do nível do mar e à disponibilidade de sedimentos fluviais (SUGUIO *et al.*, 1997, MUEHE, 2006), neste caso em específico, da sedimentação proveniente da foz do rio Itabapoana.

A sua gênese possui relação com os eventos ocorridos no Quaternário, sendo a construção de seu leito influenciada pela última fase regressiva do mar (entre 120.000 e 35.000 anos A.P.) subsequente à penúltima transgressão (120.000 anos A.P.). Nesta fase regressiva, com o mar recuando até aproximadamente 110 metros abaixo do nível atual, teriam sido entalhados o leito e a foz dos diversos rios que desaguavam no litoral sul capixaba. A fase transgressiva que se seguiu, cujo máximo tem sido definido de 5.100 anos A.P., com o nível relativo do mar entre 3 e 5 metros acima do atual, teve, como consequência, o afogamento ou destruição daqueles antigos leitos, ou fozes, dando origem a baías e rios. (MARTIN *et al.*, 1993).

O abaixamento do nível relativo do mar até atingir o atual (fase regressiva) provoca o aporte de grandes quantidades de areia da plataforma próxima em direção às praias. Este material é parcial ou totalmente retomado pela corrente de deriva litorânea e transportado até que apareça um obstáculo ou uma armadilha que irá bloquear o transporte. Formam-se então os terraços arenosos cobertos de alinhamentos de cordões litorâneos. Mais frequentemente, estes últimos correspondem a cristas de altas praias que foram sucessivamente abandonadas no decorrer da regressão da costa (FLEXOR *et al.*, 1983).

Na Figura 5.1.4-4 são ilustradas algumas das tipologias morfológicas inerentes à região da planície costeira fluviomarina condizente à área de estudo considerada no presente relatório.



Figura 5.1.4-4: Morfologias predominantes na região da área de estudo.

Constatam-se como elementos marcantes na constituição da paisagem geomorfológica da região a presença de terraços arenosos recobertos por cordões litorâneos alinhados, constituindo extensa planície costeira pleistocênica de origem fluviomarinha.

- Unidades geomorfológicas

A Carta de Unidades Geomorfológicas (Unidades Geomorfológicas – 3º táxon) fora construída após a identificação e interpretação dos dados levantados em campanhas de campo, de análises de produtos derivados de sensoriamento remoto e de plantas topográficas existentes para a região. Tais documentos abordam as características fundamentais inerentes a cada unidade, auxiliando a avaliação dos aspectos geomorfodinâmicos inerentes à área de estudo como um todo, no objetivo de evidenciar, de forma direta, as suscetibilidades à ocorrência de processos dinâmicos expressivos, ligados à erosão dos solos, colmatação/assoreamento dos fundos de vale e à instabilidade das encostas.

Os procedimentos de identificação, definição e caracterização das unidades geomorfológicas na área de estudo obedeceram, além de outros preceitos anteriormente explanados, à sistematização elaborada por PONÇANO *et al.* (1981) que adota em seu escopo metodológico a observação de parâmetros morfométricos/morfológicos, essencialmente no que se refere à altura e à clinografia (declividade) predominante da forma, ou para um conjunto de formas, conforme pode ser observado na Tabela 5.1.4-2, abaixo.

Tabela 5.1.4-2: Parâmetros Utilizados para diferenciar as formas apresentadas pelo relevo.

<b>Unidades de Formas de Relevo Segundo Parâmetro Morfométrico/Morfológico</b>		
<i>Formas</i>	<i>Altura (metros)</i>	<i>Inclinação (%)</i>
Colina	< 100	< 15
Morrote	< 100	> =15
Morro	100 – 300	> = 15

Fonte: PONÇANO *et al.* (1981)

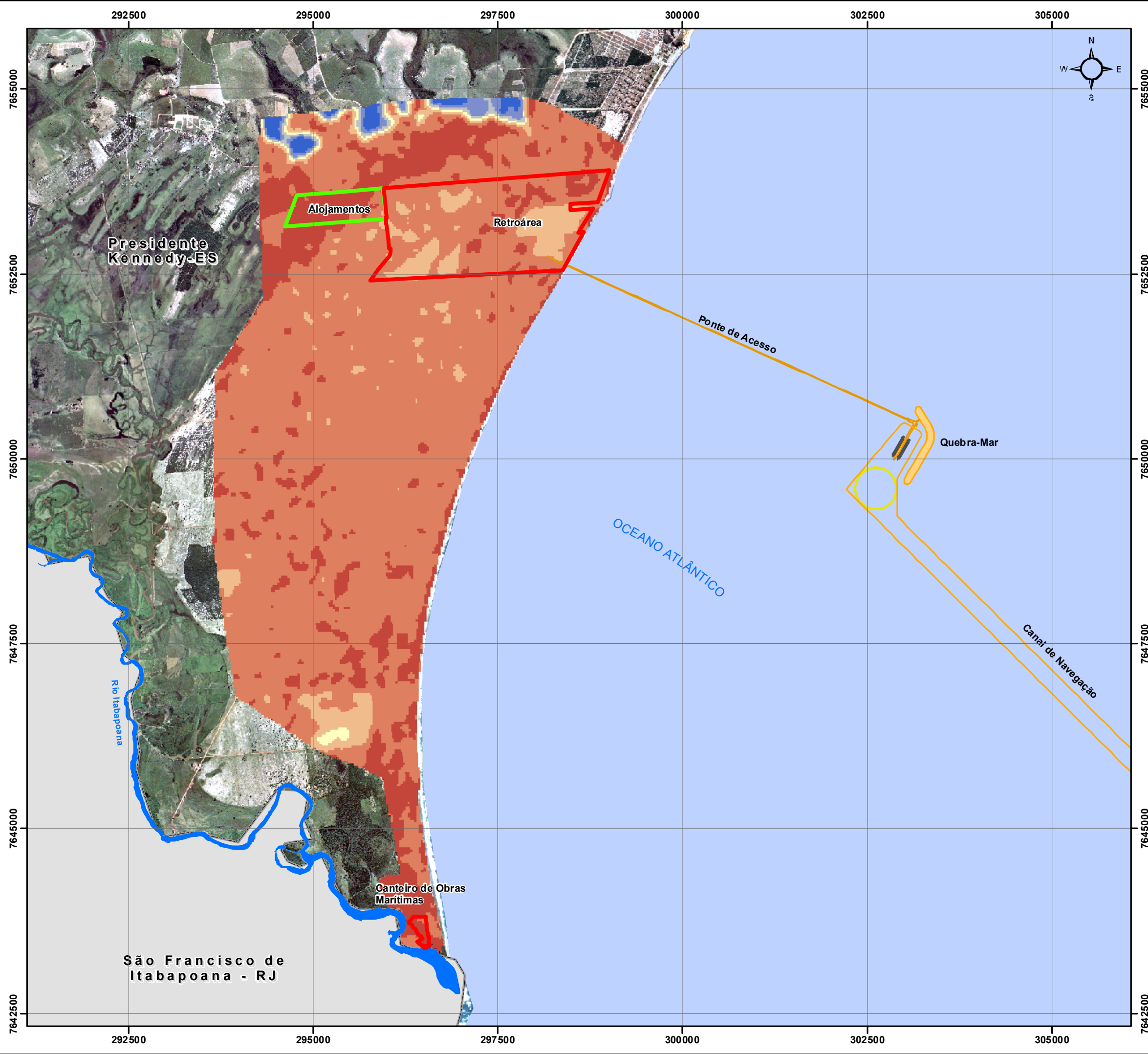


Assim, foram estabelecidas três unidades geomorfológicas distintas e informais que ocorrem da área de estudo tomando como ponto de auxílio as cartas de hipsometria (altitudes) e clinografia (declividade) apresentadas nas Figura 5.1.4-5 e 5.1.4-6. A Tabela 5.1.4-3 apresenta a divisão da compartimentação geomorfológica identificada.








Tabela 5.1.4-3: Compartimentação geomorfológica da área de estudo em unidades de relevo distintas.

<b>Área do Empreendimento</b>	<b>Unidades Geomorfológicas</b>
	Planície de Acumulação Marinha
	Planície de Acumulação Fluvial
	Tabuleiro Costeiro








Tais unidades de mapeamento estão representadas na Carta de Unidades Geomorfológicas identificadas para a área de estudo, apresentada na Figura 5.1.4-7, descrevendo-se a seguir as principais características de cada unidade.



**Legenda**

-  Bacia de Evolução
-  Ponte de Acesso / Canal de Navegação
-  Quebra Mar
-  Rio Itabapoana
-  Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
-  Área dos Alojamentos
-  Limite Estadual - Rio de Janeiro

**Hipsometria:**

-  -0,80 - 05 m
-  05 - 10 m
-  10 - 15 m
-  15 - 20 m
-  20 - 25 m
-  25 - 30 m
-  30 - 35 m

**EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES**

Figura 5.1.4 - 5 Mapa Hipsométrico da Área de Influência do Empreendimento

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

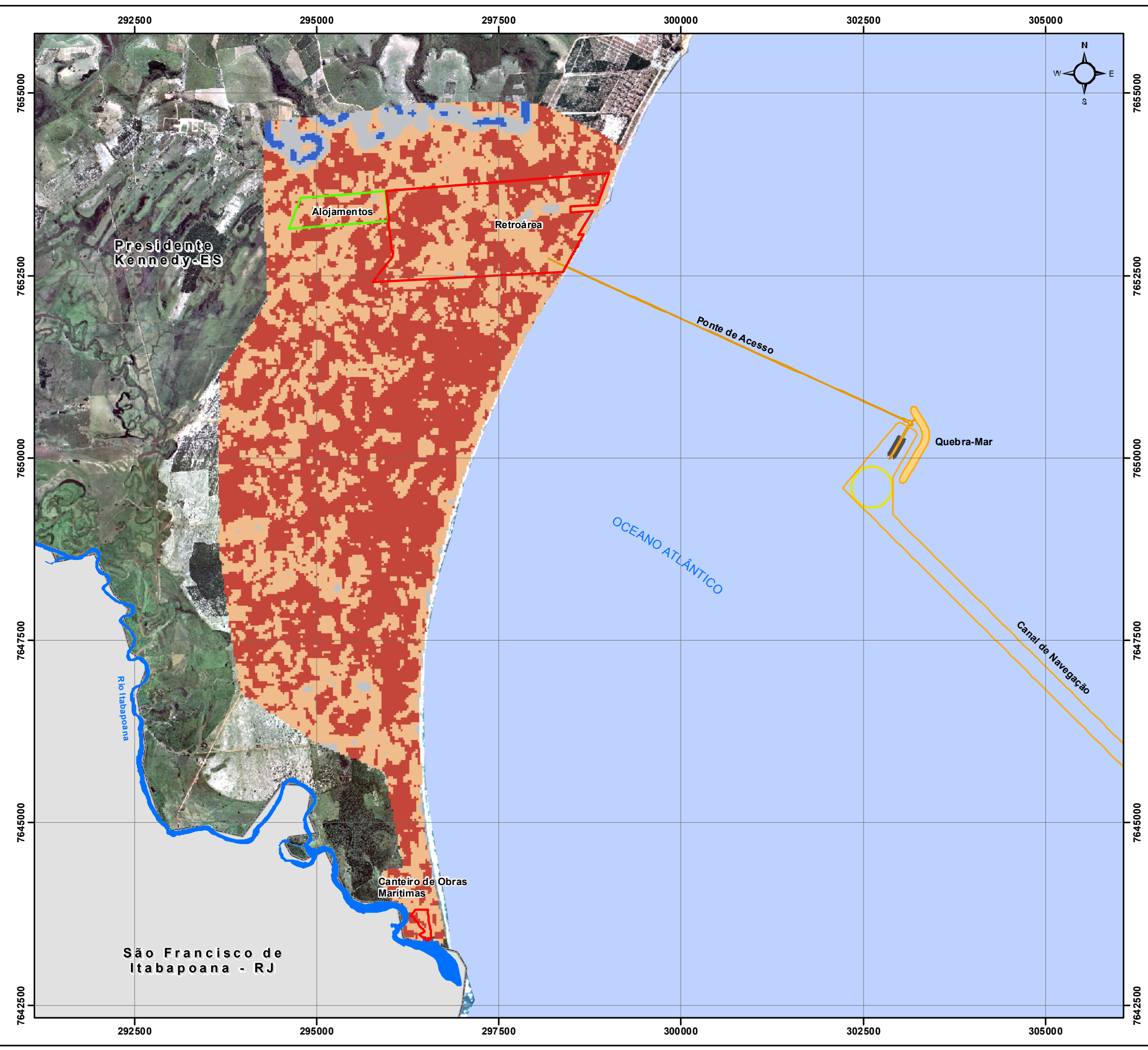
Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
TOPODATA - IINPE-Hipsometria

Escala Gráfica: Escala:  
0 0,25 0,5 1 1,5 km 1:50.000








Elaborado Por: Data:  
Juliana Kerckhoff Dezembro/2009











**Legenda**

-  Baía de Evolução
-  Ponte de Acesso / Canal de Navegação
-  Quebra Mar
-  Rio Itabapoana
-  Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
-  Área dos Alojamentos
-  Limite Estadual - Rio de Janeiro

**Declividade:**

-  Restrição Nula : menor que 3 %
-  Restrição Ligeira entre 3 e 8 %
-  Restrição Moderada entre 8 e 20 %
-  Restrição Forte entre 20 e 45 %

**EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES**

Figura 5.1.4 - 6 Carta Clinográfica da Área de Influência do Empreendimento

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

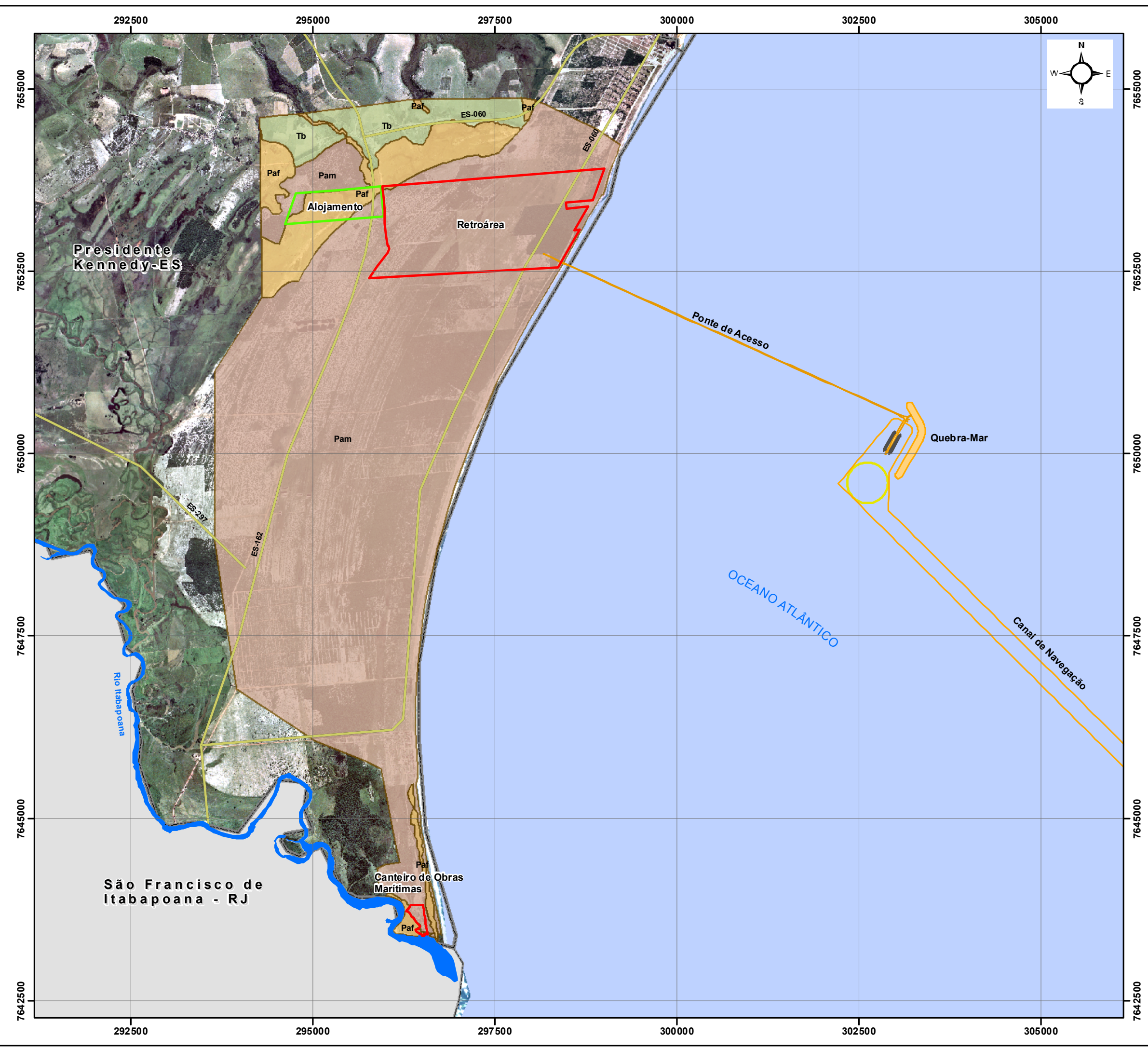
Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala:  
0 0,25 0,5 1 1,5 km 1:50.000

Elaborado Por: Hector Fabrício  
Data: Novembro/2009







**Legenda**

- Baía de Evolução
- Hidrografia
- Ponte de Acesso / Canal de Navegação
- Quebra Mar
- Rodovias Principais - Estaduais e Federais
- Rio Itabapoana
- Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
- Área dos Alojamentos
- Limite Estadual- Rio de Janeiro

**Unidades Geomorfológicas:**

- Planície de Acumulação Fluvial - ( Paf)
- Planície de Acumulação Marinha - (Pam)
- Tabuleiros Costeiros - (Tb)

**EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES**

Figura 5.1.4 -7: Mapa de Unidades Geomorfológicas da Área de Influência do Empreendimento

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala:  
0 0,5 1 1,5 1:50.000  
 km

Elaborado Por: Juliana Kerckhoff  
Data: Novembro/2009



– Planície de acumulação marinha

Cobrando quase a totalidade da área de estudo considerada, a Planície de Acumulação Marinha se caracteriza morfologicamente pela presença de cordões arenosos, sendo estes constituídos por dois setores topográficos, denominados no presente relatório como cristas e cavas, conformando extensas colinas distribuídas de modo sucessivamente paralelo entre si.

As cristas e as cavas possuem em sua gênese relação com os eventos de abaixamento e subida do nível do mar, verificados para o litoral oriental do Brasil, sendo seus reflexos, frente à formação de tais tipologias, atribuídos no decorrer dos últimos 120.000 anos.

Empregado amplamente por PIAZZA *et al.* (1972), o termo cordão arenoso caracteriza a feição morfológica positiva, alongada, que se encontra moldada sobre as areias da baixada litorânea (Planície Costeira). A eles intercalam-se depressões igualmente alongadas e paralelas que se sucedem, produzindo uma superfície nitidamente ondulada.

A ação combinada das ondas e correntes litorâneas, que retrabalharam as areias provenientes do continente, aliadas ao rebaixamento do nível do mar, possibilitou a construção dos cordões litorâneos. A repetição cíclica de cavas e cristas justapostas e paralelas tem provavelmente causa periódica, explicável pela sucessão de grandes ressacas e calmarias, combinadas com os movimentos de marés (PIAZZA *et al.*, 1972).

A estrutura sedimentar mais proeminente nos cordões litorâneos reside na estratificação plano-paralela horizontal, com mergulho suave para o mar. Ocorrem também estratificações cruzadas, embora elas não se façam notar muito frequentemente.

Nas Figuras 5.1.4-8 a 5.1.4-10 encontram-se ilustradas as tipologias de formas inerentes à Planície de Acumulação Marinha, em especial a presença de cordões arenosos com suas cristas e cavas.





Figura 5.1.4-8: Perspectiva aérea de um trecho da unidade de Planície de Acumulação Marinha constituída por cordões arenosos. Observa-se a disposição geométrica parabólica dos cordões.



Figura 5.1.4-9: Perspectiva geral da morfologia predominante para as áreas de Planície de Acumulação Marinha.



Figura 5.1.4-10: Perspectiva longitudinal (paralela) de cordão arenoso inerente à Planície de Acumulação marinha. Nota-se a definição da linha de crista do cordão (seta vermelha) cotejada por suas respectivas cavas (setas em amarelo).

Os valores clinográficos (declividade) encontram-se compreendidos entre 0 e 3%, associados a desníveis altimétricos mensurados da linha de crista ao fundo da cava, de no máximo 1 metro, denotando assim forte estabilidade dos setores topográficos frente à atuação de processos pluvioerosivos.

A distribuição e constituição dos cordões arenosos estão associadas a ambientes de estabilidade morfodinâmica, principalmente em relação à ativação e/ou reativação de

processos geomorfodinâmicos responsáveis pelo reafeiçoamento das vertentes ou dos setores morfológicos inerentes às cristas e cavas.

Corroborando tal constatação a constituição dos materiais pedológicos e superficiais associados à cobertura vegetal de restinga cobrindo as tipologias de formas ora representadas, como pode ser constatado na Figura 5.1.4-11.



Figura 5.1.4-11: Morfologia de cordões arenosos cobertos por vegetação de Restinga antropizada. Consta-se excelente proteção da parte superior do substrato, o que dificulta a ação de processo geomorfodinâmico sobre as tipologias de formas presentes.

As características morfológicas da unidade em questão, associadas à recorrência de linhas de topos alongadas no sentido longitudinal e de vertentes muito suaves, corroboram não apenas como uma prerrogativa de estabilidade do meio em questão, mas também, no que se refere às suas potencialidades quanto às formas mais adequadas de uso e ocupação racional do solo, fato que a análise do meio em si não deve ser pautada apenas na fragilidade do ambiente, mas também em suas reais potencialidades.

#### – Planície de acumulação fluvial

Contida especificamente nos setores Oeste e Sul da área de estudo abarcada, a unidade de Planícies de Acumulação Fluvial ocupa uma faixa territorial geomorfologicamente influenciada pelas bacias dos rios Itabapoana e das Neves que cortam os setores Oeste e Sul da área do empreendimento.



Esta unidade geomorfológica destaca-se em relação às demais em análise, devido à conformação extremamente plana de sua topografia associada a valores clinográficos menores do que 3%, configurando-se como a parcela do relevo local onde se têm os menores desníveis e cotas altimétricas em relação às demais unidades, tendo assim como característica fundamental a acumulação tanto das águas fluviais como pluviais advindas de córregos e dos setores topográficos vizinhos mais elevados.

Merece destaque na paisagem as condições topográficas suaves do relevo em associação a áreas de brejos e alagados vizinhas a margens do referido rio como podem ser observadas nas Figuras 5.1.4-12 e 5.1.4-13.



5.1.4-12: Visão geral da Planície de Acumulação Fluvial. Nota-se ao fundo da imagem (segundo plano) o limite Oeste da planície com os setores dominados por Tabuleiros Costeiros.



Figura 5.1.4-13: Perspectiva do pequeno canal de drenagem fluvial retificado artificialmente, que perpassa a retroárea do empreendimento.

O trecho dominado por Planícies de Acumulação Fluvial separa – grosso modo – as unidades de Tabuleiros Costeiros, localizadas no setor Noroeste, das Planícies de Acumulação Marinha, preferencialmente situadas nos setores Nordeste, Leste e Sudeste da área em questão.

Nesta unidade predominam os processos de acumulação fluvial (sedimentação), sendo os solos e materiais associados (alúvios) de idades mais recentes (Quaternário) em comparação com substrato e morfologia das demais unidades consideradas neste estudo.

O limite teórico entre as Planícies de Acumulação Fluvial e Marinha é destacado na Figura 5.1.4-14, onde se verificam diferenças quanto à constituição do substrato e da topografia, auxiliando na distinção entre duas unidades geomorfológicas destacadas.

Tais limites estão intimamente correlacionados ao cotejamento e/ou sobreposição de ambientes morfológicos sutilmente distintos, em especial no que condiz à porção extremo sul do empreendimento (área do canteiro de obras marítimas), tendo esta caráter geomorfodinâmico associado ao predomínio dos processos de deposição de materiais fluviomarinhos Quaternários.

Em função do predomínio de morfologias extremamente planas, as planícies de acumulação fluvial presentes na área do empreendimento foram mais facilmente tomadas pelas atividades ligadas à pecuária bovina extensiva, denotando a região ora considerada uma ocupação residencial esparsa evidentemente correlacionada à localização das sedes das antigas e atuais fazendas.

A Figura 5.1.4-15 ilustra o emprego de sua topografia para atividades agropastoris, em específico, na constituição de pastagens, beneficiada pelo relevo extremamente plano.



Figura 5.1.4-14: área de contato (transição) entre a Planície de Acumulação Marinha (do centro da figura à esquerda) e a Planície de Acumulação Fluvial (do centro à direita).



Figura 5.1.4-15: Morfologia predominante em relação ao leito da margem direita do pequeno canal de drenagem que corta a Noroeste a área de influência direta do empreendimento.



– Tabuleiro Costeiro

A porção territorial referente à unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros é constituída por áreas de topografia mais elevada situada de forma preferencial no setor noroeste da área considerada no presente estudo.

O substrato e as morfologias constituintes desta unidade possuem relações estruturais e genéticas com os depósitos sedimentares inerentes ao Grupo Barreiras de idade Terciária.

Destacam-se na topografia local setores conformados por colinas com topos de geometria convexo-retilínea, variando de suavemente inclinados a planos, cotejados comumente por vertentes policonvexas, demonstrando forte simetria entre as formas constituintes, como pode ser observado nas figuras 5.1.4-16 a 5.1.4-18.



Figura 5.1.4-16: Perspectiva aérea de um trecho da unidade de Tabuleiros Costeiros constituída por morfologias de topos suaves a planos. Observa-se a disposição geométrica policonvexa das vertentes em direção dos fundos de vales.



Figura 5.1.4-17: Colina típica da unidade de Tabuleiros Costeiros reafeiçoada em virtude da retirada de materiais pedológicos para fins diversos. Nota-se na vertente ao fundo da imagem o predomínio da geometria convexo-retilínea.



Figura 5.1.4-18: Perspectiva panorâmica do topo de uma colina contida na unidade de Tabuleiro Costeiro. Observa-se o seu baixo valor clinográfico, denotando uma superfície praticamente plana, destinada atualmente ao uso agrícola (abacaxi).

Apresentando tipologias de formas bem distintas em relação às demais unidades geomorfológicas apresentadas e analisadas no presente relatório, tem como predomínio a dinâmica mesodispersiva radial de fluxos hídricos superficiais.

As formas constituintes desta unidade morfológica se apresentam bem suavizadas e com baixos valores clinográficos (declividade), predominantemente no intervalo de 0 e 30%, destacando-se as vertentes direcionadas aos fundos de vale, visto que estas se apresentam com os maiores valores de inclinação da unidade. Valores clinográficos mais fortes podem ser aferidos em alguns pontos onde se desenvolveram cortes abruptos na intenção de construção de estradas/vias de circulação e de caixas de empréstimos para a construção civil.

Consiste na região topograficamente mais elevada em relação às demais unidades, apresentando amplitude de formas que variam entre 5 e 20m aproximadamente. Essa amplitude, em muitos casos, não traz grandes dificuldades, do ponto de vista morfológico, ao uso e ocupação mais intensa da topografia regional respeitando-se, é claro, a legislação ambiental vigente.

Os materiais superficiais inerentes a esta unidade são representados, em sua grande parte, por espessas camadas de materiais detríticos bem compactados, apresentando diversas tipologias granulométricas, dentre eles em especial os cascalhos, areias e siltes grosseiros. Estes se apresentam fortemente pedogenizados, denotando perfis de solo bastante espessos, com presença de camadas ferruginosas (concreções lateríticas).

Os processos atuantes de modelagem das formas estão associados à dinâmica fluvial perene e intermitente derivada das redes de drenagem da bacia do rio das Neves, onde os fluxos de descarga hídrica advindas das encostas e topos adjacentes àquelas bacias possuem forte influência na conformação morfológica da unidade em questão.

#### d) Avaliação morfodinâmica do relevo na área de influência do empreendimento

Apresenta-se neste item a avaliação morfodinâmica desenvolvida na área de estudo considerada, onde se procurou averiguar a ocorrência de processos atuais ou que viessem a ser instalados nas suas dependências por diversos motivos, em especial no que conduz aos setores cortados por estradas.

Assim, no bojo da relação de processos geomorfodinâmicos passíveis a serem verificados na área de estudo considerada, elenca-se como destaque:

- As áreas sujeitas a alagamentos ou encharcamentos.
- Os processos erosivos recorrentes.
- Os setores sujeitos a assoreamento e colmatação de corpos hídricos.

Cabe ressaltar que alguns dos processos físicos naturais recorrentes na área de estudo estão também relacionados a atividades antrópicas pretéritas, especialmente no que se refere à intensificação da exposição das camadas superficiais dos solos aos agentes pluvioerosivos, patrocinada, por exemplo, pela realização de desmonte (corte) de taludes naturais e desmatamento para fins agrícolas e agropecuários.

Estes fatos são considerados aqui como corresponsáveis em grande parte dos casos pela aceleração/intensificação dos processos naturais já instalados, ou mesmo no desencadeamento de novos fenômenos, cujos efeitos se manifestam no meio físico, destacando-se entre eles as atividades agrícolas e a construção de vias de circulação.

Portanto, são descritas e analisadas a seguir as tipologias de processos geomorfodinâmicos presentes na área de estudo abarcada, indicando as unidades de ocorrência de tais fenômenos, seus mecanismos de desenvolvimento e atuação na morfologia local, assim como de sua importância frente às atividades condizentes ao empreendimento considerado.

- Áreas sujeitas a alagamentos ou encharcamentos

A área analisada no presente relatório é constituída por uma diversidade de formas já aqui explanadas, e que derivam, ora para áreas mais susceptíveis a alagamentos, ora para setores onde a probabilidade é praticamente nula ou inexistente.

Por meio das análises dos produtos cartográficos da área em questão, em consonância com as observações e informações levantadas em campo, pôde-se indicar como áreas de maior potencial à ocorrência de alagamentos ou encharcamentos os setores constituídos pelos diversos canais de drenagem fluvial e pluvial, em específico no que se refere à unidade geomorfológica de Planície de Acumulação Fluvial devido às suas peculiaridades morfológicas.

A Planície de Acumulação Fluvial é caracterizada por sua topografia rebaixada em relação às demais unidades e por uma morfologia praticamente plana, indicando um ambiente onde a dinâmica de fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais é considerada como hiperconcentradora em virtude da presença permanente de áreas alagadas e brejos. A Figura 5.1.4-19 ilustra tais características onde predomina a acumulação de água em superfície e subsuperfície.



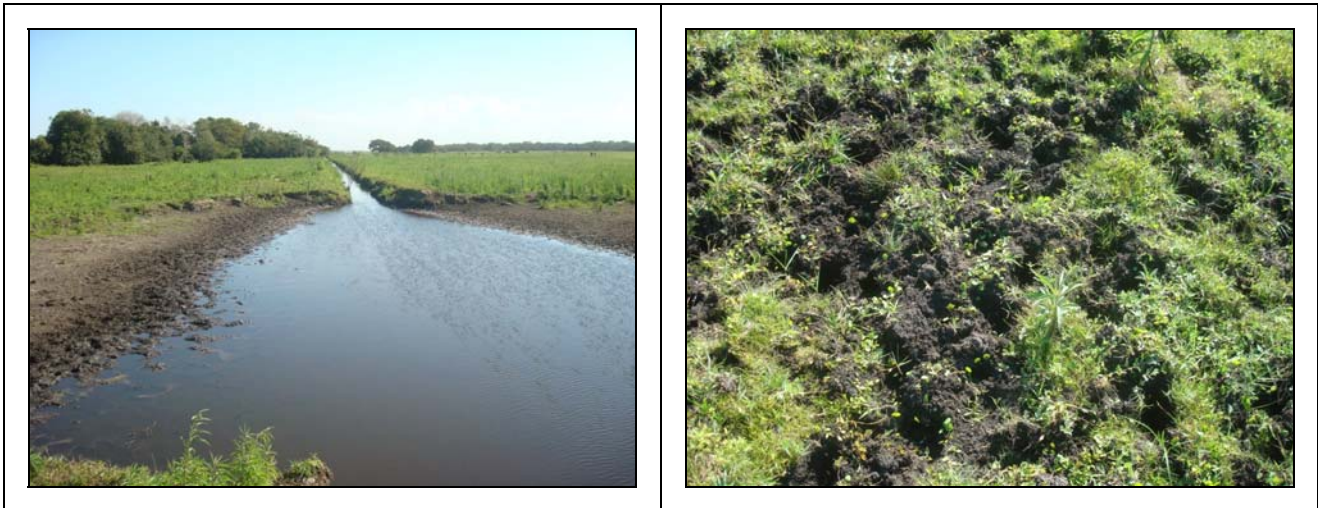


Figura 5.1.4-19: Observa-se a presença de setores perenemente inundados em associação a canais de drenagem retelinizados (foto esquerda) amplamente utilizados na pecuária bovina. Observa-se solo encharcado devido à acumulação de água da chuva somada ao nível freático local, onde se constata o intenso pisoteio do gado (foto direita).

Os valores clinográficos (declividade) se apresentam no intervalo de predomínio que varia entre 0 e 3%, que em associação com os pequenos desníveis altimétricos observados (setores de transição entre as unidades) denotam formas mais suaves em relação às demais unidades.

As parcelas territoriais inerentes à Planície de Acumulação Marina estão menos sujeitas aos processos de alagamento e encharcamento, sendo sua possível ocorrência restrita à acumulação de águas pluviais no fundo das cavas. Porém, tal fato necessita de combinações ambientais e climáticas bastante adversas, como um grande excedente de chuva, vista a elevada e boa drenagem dos solos que compõem o substrato desta unidade. Tais características estão relacionadas às conformações geométricas das formas, onde se constata, predominantemente, meios que variam da mesodispersão (linhas de cristas) a mesoconcentração (cavas).

Os fundos de vale em "U" presentes na unidade de Tabuleiros Costeiros se apresentam também como áreas susceptíveis a alagamentos e encharcamentos, porém limitadas a trechos localizados a jusante da bacia do rio das Neves, necessitando assim de técnicas específicas quanto ao uso e ocupação destes setores. Tais áreas estão contidas normalmente em setores cotejados aos canais de drenagem, configurando-se assim, na maioria dos casos, por fragmentos territoriais de difícil acesso, que comumente estão

associados a brejos e grotões, encampados com frequência por cobertura vegetal de taboas.

- Processos erosivos

A área de estudo possui, de forma geral, baixa susceptibilidade à instalação de processos erosivos severos, visto que na conformação do relevo local predominam, dentre outras características, formas suavemente convexas e com valores clinográficos entre 0 e 30%, o que denota certa estabilidade do meio em questão.

Entretanto, essa estabilidade relativa é rompida em alguns casos onde as interferências antrópicas se sucedem no espaço e no tempo em diversas formas e intensidades, proporcionando um processo de instabilidade momentânea de áreas específicas, especialmente nos setores territoriais referentes às unidades geomorfológicas de Tabuleiros Costeiros e Planície de Acumulação Marinha, em virtude de suas peculiaridades morfológicas específicas, conforme ilustram as figuras 5.1.4-20 e 5.1.4-21.



Figura 5.1.4-20: Cordões Arenosos cobertos por restingas e pastagens. Nota-se intenso pisoteio da vegetação proporcionado pela pecuária extensiva, o que favorece a compactação das camadas superficiais do solo.



Figura 5.1.4-21: Processos erosivos de cunho linear (pequenos sulcos) instalados em vertente de Tabuleiro Costeiro reafeiçoada (corte), provavelmente para fins de caixa de empréstimo.

Na área de estudo não se constatou a proliferação de sulcos e ravinas, encontrando-se tais fenômenos normalmente em função do desenvolvimento de culturas cíclicas ou permanentes, criatórios extensivos de ruminantes em pastagens naturais em áreas de

colinas policonvexas e de maiores declives, ou em setores com vegetação degradada, fatos estes não muito comuns na área ora analisada.

Contudo, há de se destacar que a partir das informações e observações em campo e em gabinete, de forma geral, a morfodinâmica da área de estudo abarcada no presente relatório pode ser considerada como estável do ponto de vista erosivo, devido, sobretudo, aos fracos valores clinográficos (declividades) verificados, bem como à boa coesão dos materiais geopedológicos constituintes das formas, associada às diversas tipologias de cobertura vegetal.

- Assoreamento ou colmatção de corpos hídricos

Os processos de assoreamento ou colmatção de corpos hídricos estão diretamente relacionados à disponibilidade de materiais depositados ao longo das vertentes ou a áreas próximas aos fundos de vale, que por processos de transporte difuso acabam sendo carregados em direção aos canais de drenagem fluvial.

O assoreamento dos canais de drenagem vai depender também de variáveis físicas, mais precisamente, no que condiz às características dos materiais disponíveis para transporte, especificamente sua origem, formato, granulometria e densidade.

A resposta do sistema hidrológico local em relação às entradas no sistema de sedimentos vai se configurar na sua maior ou menor capacidade de transporte que depende também diretamente da quantidade de água que participa do sistema. A verificação da intensidade de processos erosivos nas encostas, em especial os derivados de fluxos laminares, estará relacionada intimamente às condições de uso e ocupação do solo característico para a bacia hidrográfica como um todo.

A área de estudo apresenta, em suas unidades geomorfológicas, poucos pontos relacionados à recorrência de processos de assoreamento ou colmatção de corpos hídricos, vistas suas peculiaridades morfológicas e topográficas específicas.

Os poucos pontos onde tais processos ocorrem estão associados a trechos de jusante inerentes ao rio das Neves e córregos que cortam o setor noroeste da área de estudo, mais estritamente no que condiz aos seus trechos de médio e baixo curso, onde os valores clinográficos se encontram menores em relação às áreas topograficamente mais elevadas. Entretanto, sua significância ou importância é pequena em relação à totalidade da área abarcada no presente relatório.

As Figuras 5.1.4-22 e 5.1.4-23 caracterizam de forma geral a fraca tendência natural a colmatção das várzeas e assoreamento do curso d'água presente na área de estudo, em virtude da baixa disponibilidade de sedimentos e dos fracos valores clinográficos apresentados pelas morfologias locais e de entorno.

A presença da vegetação de restinga é extremamente positiva para conter os referidos processos, em virtude da proteção dos materiais pedológicos superficiais e subsuperficiais das atividades erosivas, especialmente as de cunho laminar (lençol).

Normalmente, a colmatção age de forma contínua e lenta a partir das bordas para o centro das áreas afetadas, ocorrendo principalmente em corpos hídricos com baixa energia para carregamento das partículas transportáveis, fato recorrente para a área de estudo, porém pouco significativo em virtude da topografia rebaixada, dos valores clinográficos insignificantes, especificamente no que condiz às Planícies de Acumulação Marinha e Fluvial.





Figura 5.1.4-22: Trecho de jusante de canal de drenagem retificado utilizado para dessedentação de animais (gado). Observa-se a formação de pequenas "praias" nas margens do canal devido ao pisoteio do gado.



Figura 5.1.4-32: Área susceptível a assoreamento de corpo hídrico devido à extração de argilas para a construção civil.

## 5.1.5 Recursos hídricos

### 5.1.5.1 Hidrologia e qualidade águas continentais

A área prevista para implantação do empreendimento se localiza na Região Hidrográfica Itabapoana, segundo divisão do estado do Espírito Santo em regiões hidrográficas, indicada pelo IEMA. Esta se limita ao norte com a Região Hidrográfica Itapemirim e, ao sul, com o estado do Rio de Janeiro. A Figura 5.1.5.1-1 mostra a divisão do Estado do Espírito Santo em regiões hidrográficas.

O município de Presidente Kennedy apresenta 85% de sua área na Região Hidrográfica do Rio Itabapoana e os restantes 15% na Região Hidrográfica do Rio Itapemirim.

A bacia hidrográfica do rio Itabapoana, principal curso de água da Região Hidrográfica do Rio Itabapoana, apresenta áreas nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Essa bacia apresenta área de drenagem 4.860 km<sup>2</sup>, precipitação pluviométrica média anual de 1.320 mm e vazão média de longo termo em sua foz de aproximadamente 96 m<sup>3</sup>/s.

No município de presidente Kennedy localizam-se, dentre outras, as microbacias hidrográficas litorâneas dos Córregos São Salvador, Marobá, Pesqueiro, Caetanã, São Bento e Jordão.

A Figura 5.1.5.1-2 mostra a localização do empreendimento, parte litorânea do rio Itabapoana e cursos de água situados nas proximidades.

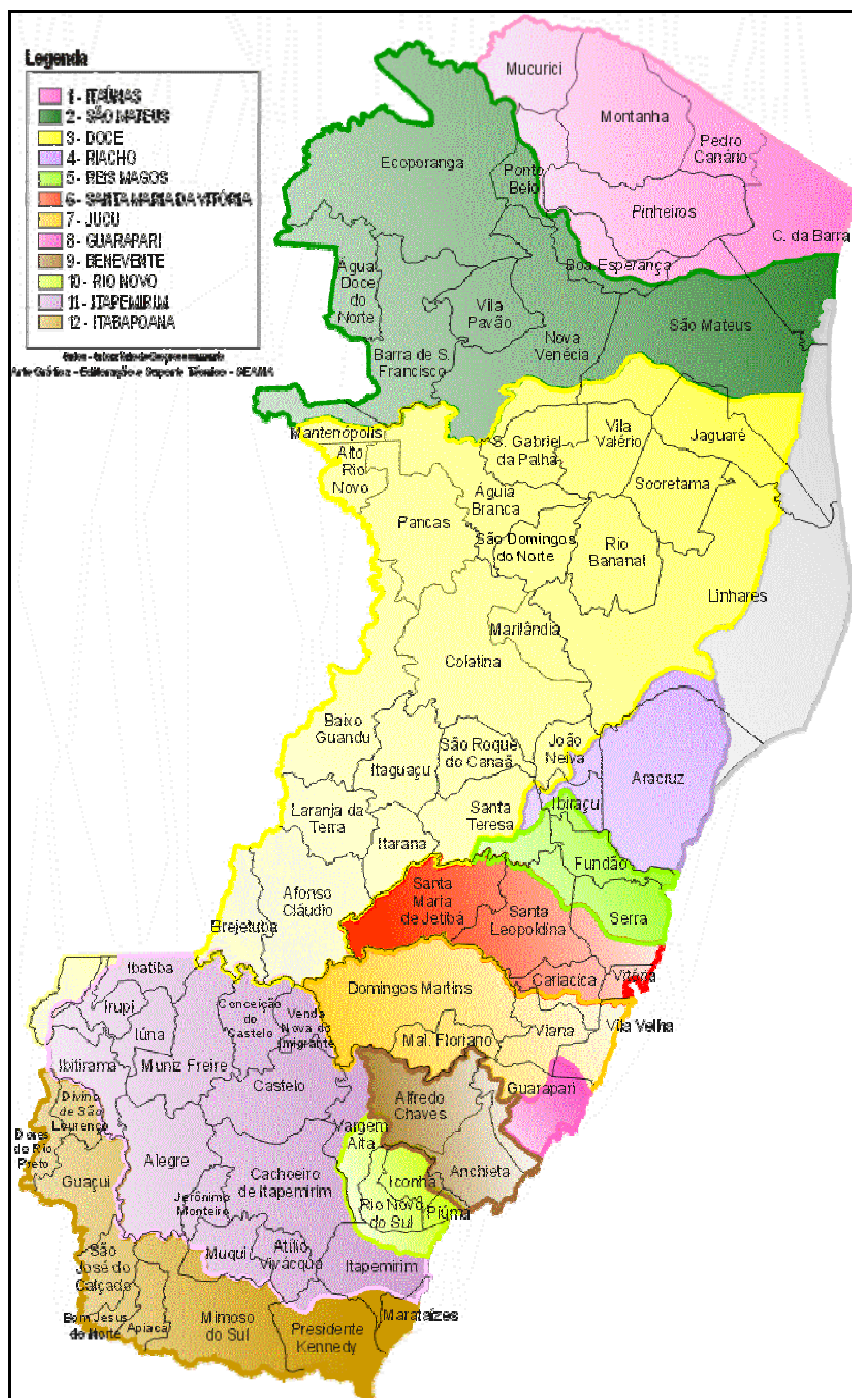
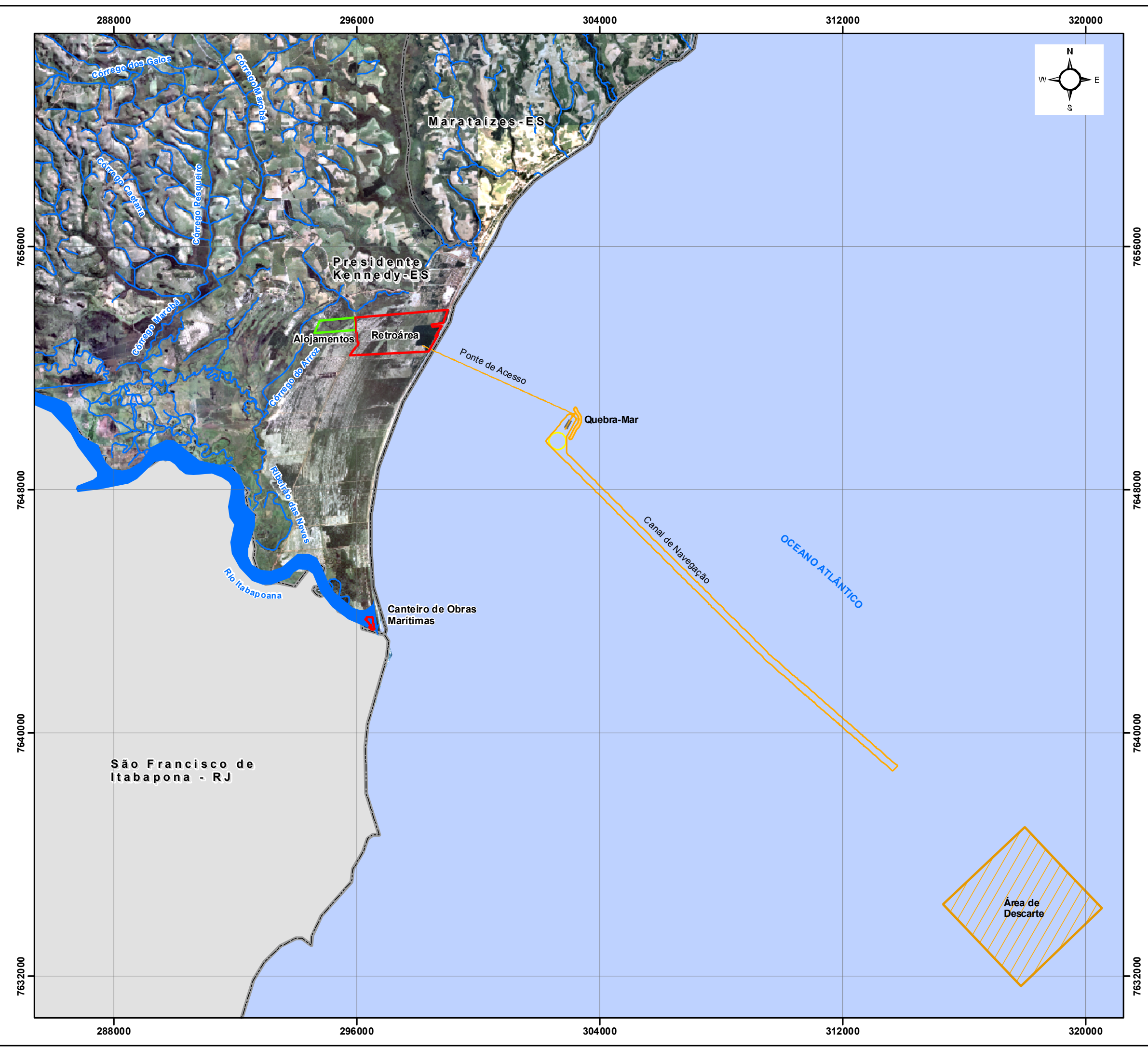


Figura 5.1.5.1-1: Regiões hidrográficas do Estado do Espírito Santo.



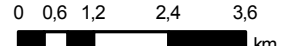
### Legenda

-  Bacia de Evolução
-  Hidrografia
-  Ponte de Acesso / Canal de Navegação
-  Quebra Mar
-  Massa de Água - Rio Itabapoana
-  Área de Descarte
-  Retroárea /Canteiro de Obras Marítimas
-  Área dos Alojamentos
-  Limite Municipal - Espírito Santo
-  Limite Estadual - Rio de Janeiro

**EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES**  
 Figura 5.1.5.1-2: Mapa Hidrográfico

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
 Datum: WGS 84  
 Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ GEOBASE  
 342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica:  Escala: 1:120.000

Elaborado Por: Juliana Kerckhoff Data: Dezembro/2009





Cabe observar que os pequenos cursos de água situados no interior e a jusante da área do empreendimento apresentam baixas declividades longitudinais, tendo sido alterados muito significativamente por ações antrópicas, incluindo drenagem e construção de estradas.

As baixadas situadas nas proximidades do empreendimento são periodicamente inundadas, sendo influenciadas, inclusive, por enchentes do rio Itabapoana. O trecho deste rio situado mais próximo do empreendimento, na sua foz, é altamente influenciado por movimentos de marés.

Foram desenvolvidas, para o presente estudo, duas campanhas de monitoramento, em 15 de agosto de 2009 e 24 de abril de 2010, visando à obtenção de dados de qualidade de água para cursos de água superficiais interiores situados na área de influência do empreendimento, para diferentes condições de regime hídrico.

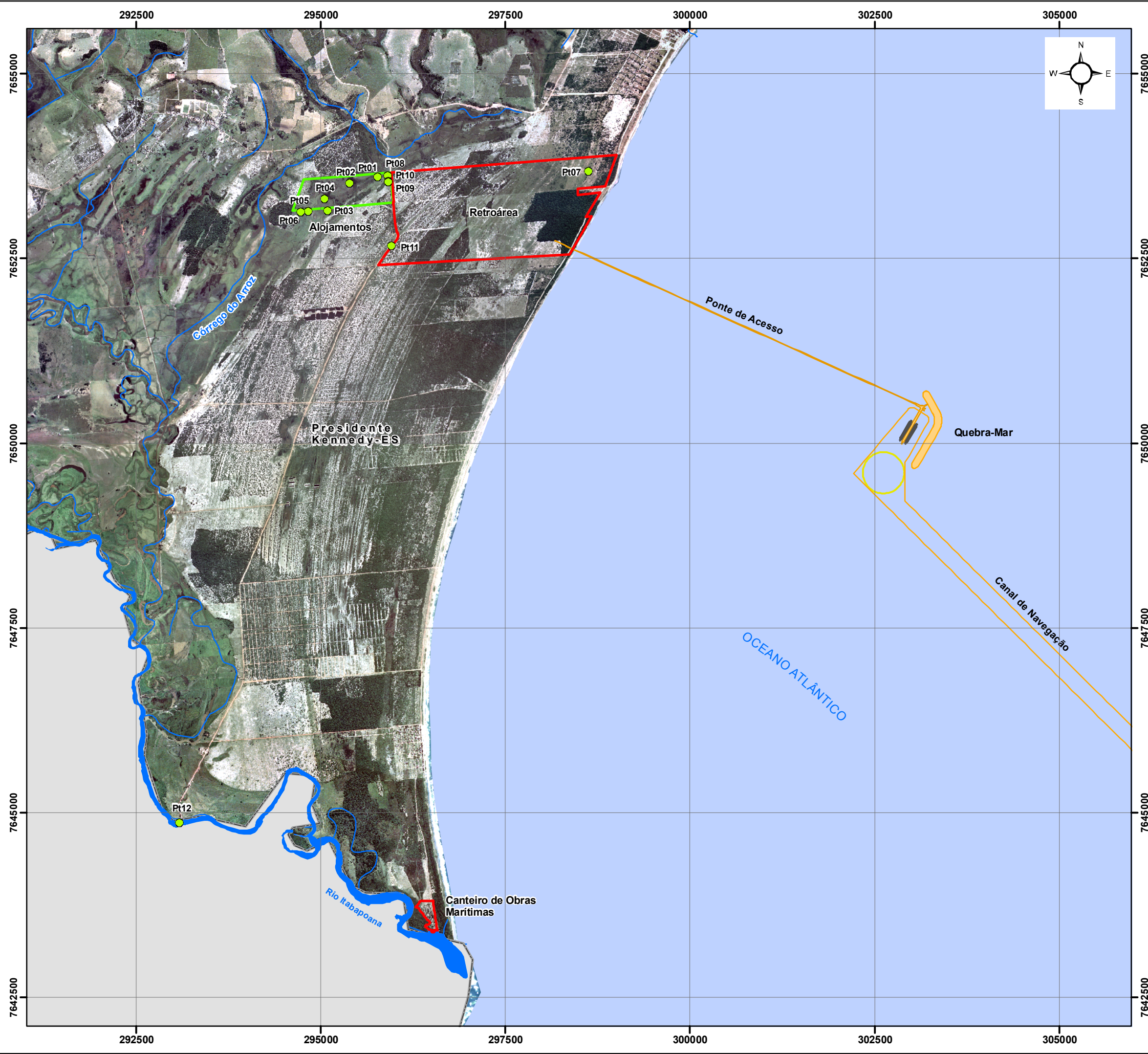
A Tabela 5.1.5.1-1 apresenta as coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento. Esses pontos podem ser visualizados espacialmente na Figura 5.1.5.1-3.

Tabela 5.1.5.1-1: Coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento, em UTM (Datum WGS84).

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE
1	0295771	7653607
2	0295384	7653522
3	0295092	7653145
4	0295045	7653314
5	0294830	7653144
6	0294729	7653131
7	0298620	7653685
8	0295903	7653624
9	0295910	7653549
10	0295911	7653537
11	0295952	7652676
12	0293086	7644862

A Figura 5.1.5.1-4 mostra aspectos de alguns cursos de água monitorados.





### Legenda

● Pontos de Localização das Estações de Coleta de Água Continental

Ponto	Longitude	Latitude
Pt01	295771	7653607
Pt02	295384	7653522
Pt03	295092	7653145
Pt04	295045	7653314
Pt05	294830	7653144
Pt06	294729	7653131
Pt07	298620	7653685
Pt08	295903	7653624
Pt09	295910	7653549
Pt10	295911	7653537
Pt11	295952	7652676
Pt12	293086	7644862

- Bacia de Evolução
- Hidrografia
- Ponte de Acesso / Canal de Navegação
- Quebra Mar
- Rio Itabapoana
- Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
- Área dos Alojamentos
- Limite Municipal - Espírito Santo
- Limite Estadual - Rio de Janeiro

#### EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES

Figura 5.1.5.1-3 Mapa de Localização das Estações de Coleta de Água Continental

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala: 1:50.000

Elaborado Por: Juliana Kerckhoff Data: Novembro/2009





As coletas e a preservação de amostras foram feitas de acordo com o Manual de Coleta e Preservação de Amostras, publicado pela CETESB.

Foi realizado monitoramento “in situ”, com aparelho portátil, dos parâmetros Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido(O.D.), Saturação de Oxigênio Dissolvido, Salinidade e Condutividade. As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, publicado pela APHA.

A Tabela 5.1.5.1-2 apresenta os resultados das campanhas de monitoramento realizadas em agosto de 2009 e abril de 2010. Os laudos laboratoriais encontram-se no Anexo 10 deste EIA.

No Anexo 21 deste EIA, apresentamos o registro fotográfico dos pontos de monitoramento de qualidade de água continental.

Tabela 5.1.5.1-2: Resultados do monitoramento de qualidade de água realizado em agosto de 2009.

Parâmetros	Unidade	Limite CONAMA	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Horário Coleta	Início	-	12:01	12:11	9:01	11:39
Temperatura	oC	-	25,00	25,52	24,41	27,76
pH	-	6 a 9	6,30	6,66	6,67	5,42
O.D.	mg/L	> 5	6,09	6,97	7,04	1,23
% Saturação Oxigênio	%		72,8	85,4	84,9	15,4
Salinidade	‰	0,5	0,68	0,69	0,77	0,83
Condutividade	mS/cm	-	1,357	1,382	1,526	1,654
Turbidez	NTU	100	59,7	66,1	59,4	21,2
Al	mg/L	-	0,47	1,86	0,66	1,05
As	mg/L	0,01	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Cd	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002
PB	mg/L	0,01	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cianeto Total	mg/L	0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cloreto	mg/L	250	362,00	400,00	495,00	203,00
Cr	mg/L	0,05	0,003	0,008	0,003	0,041
DQO	mg/L	-	1224,00	731,00	625,00	949,00
Fenol	mg/L	0,003	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0008
Fe	mg/L	-	1,36	1,43	1,40	100,95
Fosfato	mg/L	-	0,07	0,05	0,06	0,02
Cu	mg/L	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Mn	mg/L	0, 1	0,044	0,072	0,062	1,108
RNFT	mg/L	-	39,00	147,00	38,00	234,00
MBAS	mg/L	-	0,14	0,21	0,19	0,04
Hg	mg/L	0,0002	<0,0002	0,0003	0,0004	0,0006
Ni	mg/L	0,025	0,010	0,010	0,007	0,014
N-Amoniacal	mg/L	3,7	0,16	0,19	0,15	6,22
N-Nitrato	mg/L	10	0,033	0,028	0,030	0,056
N-Nitrito	mg/L	1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Óleos e Graxas	mg/L	-	<2,0	<2,0	3,00	<2,0
Sulfeto	mg/L	0,002	0,011	0,014	0,001	0,004
Zn	mg/L	0,18	<0,001	0,010	0,006	0,018
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	1700	1600	220	AUSENTES

Parâmetro fora dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 5.1.5.1-2: Resultados do monitoramento de qualidade de água realizado em agosto de 2009. Continuação.

Parâmetros	Unidades	Limite CONAMA	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8
Horário Coleta	Início	-	9:10	9:37	13:02	7:29
Temperatura	oC	-	23,13	25,22	23,89	22,91
pH	-	<b>6 a 9</b>	6,10	6,93	7,76	6,00
O.D.	mg/L	<b>&gt; 5</b>	1,39	8,94	10,04	0,63
% Saturação Oxigênio	%		16,30	109,10	118,70	6,80
Salinidade	‰	<b>0,5</b>	0,05	0,76	0,18	0,03
Condutividade	mS/cm	-	0,11	1,52	0,37	0,07
Turbidez	NTU	<b>100</b>	102,50	62,90	19,50	188,10
Al	mg/L	-	0,90	0,60	0,27	76,16
As	mg/L	<b>0,01</b>	<0.007	<0.007	0,019	0,038
Cd	mg/L	<b>0.001</b>	<0.001	<0.001	<0.001	0,003
Pb	mg/L	<b>0.01</b>	<0.004	<0.004	<0.004	0,135
Cianeto Total	mg/L	<b>0.005</b>	0,07	<0,05	0,13	0,11
Cloreto	mg/L	<b>250</b>	4,00	491,00	72,00	22,00
Cr	mg/L	<b>0,05</b>	0,011	0,003	0,005	0,369
DQO	mg/L	-	737,00	718,00	1948,00	8996,00
Fenol	mg/L	<b>0,003</b>	<0,0005	<0,0005	0,0007	0,0045
Fe	mg/L	-	11,13	1,50	3,92	153,58
Fosfato	mg/L	-	0,08	0,06	8,48	0,33
Cu	mg/L	-	<0,001	<0,001	0,001	0,029
Mn	mg/L	<b>0,1</b>	0,038	0,049	0,405	0,398
RNFT	mg/L	-	47,00	49,00	425	5850
MBAS	mg/L	-	0,07	0,06	0,10	0,26
Hg	mg/L	<b>0,0002</b>	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0017
Ni	mg/L	<b>0,025</b>	0,005	0,007	0,005	0,042
N-Amoniacal	mg/L	<b>3,7</b>	0,08	0,26	3,93	3,99
N-Nitrato	mg/L	<b>10</b>	0,029	0,026	nd	0,082
N-Nitrito	mg/L	<b>1</b>	<0,005	<0,005	<0,005	0,086
Óleos e Graxas	mg/L	-	<2,0	<2,0	5,00	4,00
Sulfeto	mg/L	<b>0,002</b>	0,021	0,003	1,817	0,109
Zn	mg/L	<b>0,18</b>	0,007	0,005	0,032	0,148
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	<b>1000</b>	40,00	700,00	170,00	110,00

Parâmetro fora dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.



Tabela 5.1.5.1-2: Resultados do monitoramento de qualidade de água realizado em agosto de 2009. Continuação.

Parâmetros	Unidades	Limite CONAMA	Ponto 9	Ponto 10	Ponto 11	Ponto 12
Horário Coleta	Início	-	7:01	6:22	6:05	5:34
Temperatura	oC	-	23,05	22,90	22,76	25,42
pH	-	6 a 9	6,70	6,62	5,81	6,99
O.D.	mg/L	> 5	4,63	5,44	6,81	8,30
% Saturação Oxigênio	%	-	54,20	63,90	80,20	101,30
Salinidade	‰	0,5	0,71	0,70	0,04	0,05
Condutividade	mS/cm	-	1,42	1,39	0,08	0,10
Turbidez	NTU	100	154,40	66,90	1629,50	74,90
Al	mg/L	-	0,56	1,33	18,21	2,03
As	mg/L	0,00014	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Cd	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Pb	mg/L	0,01	<0,004	<0,004	0,017	<0,004
Cianeto Total	mg/L	0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cloreto	mg/L	250	445,00	535,00	12,00	16d
Cr	mg/L	0,05	0,003	0,005	0,056	0,005
DQO	mg/L	-	409,00	731,00	987,00	69,00
Fenol	mg/L	0,003	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Fe	mg/L	-	1,75	2,00	5,99	1,04
Fosfato	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cu	mg/L	-	<0,001	<0,001	0,007	0,002
Mn	mg/L	0,1	0,056	0,061	0,112	0,096
RNFT	mg/L	-	57,00	90,00	1150,00	43,00
MBAS	mg/L	-	0,11	0,11	0,08	0,11
Hg	mg/L	0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Ni	mg/L	0,025	0,007	0,009	0,018	0,009
N-Amoniacal	mg/L	3,7	0,38	0,19	0,63	0,08
N-Nitrato	mg/L	10	0,022	0,020	0,151	0,261
N-Nitrito	mg/L	1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Óleos e Graxas	mg/L	-	<2,0	<2,0	<2,0	2,00
Sulfeto	mg/L	0,002	0,010	0,002	<0,001	0,002
Zn	mg/L	0,18	0,006	0,013	0,024	0,006
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	1800	700	400	800

Parâmetro fora dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.

A seguir, são apresentados os parâmetros cujos valores se situaram fora dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.

- Ponto 1: Salinidade, Cloreto, Sulfeto e Coliformes Termotolerantes;
- Ponto 2: Salinidade, Cloreto, Mercúrio, Sulfeto e Coliformes Termotolerantes;
- Ponto 3: D.B.O., Salinidade, Cloreto e Mercúrio;
- Ponto 4: Oxigênio Dissolvido, Salinidade, Cádmio, Manganês, Mercúrio, Sulfeto e Nitrogênio Amoniacal;
- Ponto 5: Oxigênio Dissolvido, Turbidez, Sulfeto e Cianeto Total;
- Ponto 6: Salinidade, Sulfeto e Cloreto;
- Ponto 7: Arsênio, Cianeto Total, Manganês, Sulfeto e Nitrogênio Amoniacal;
- Ponto 8: Oxigênio Dissolvido, Sulfeto, Cromo Turbidez, Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cianeto Total, Fenol, Manganês, Mercúrio, Níquel e Nitrogênio Amoniacal;
- Ponto 9: Oxigênio Dissolvido, Salinidade, Cloreto, Turbidez e Coliformes Termotolerantes;
- Ponto 10: Salinidade e Cloreto;
- Ponto 11 – pH, Turbidez, Chumbo, Cromo e Manganês;
- Ponto 12 – Nenhum.

Excetuando-se o Ponto 12 (Figura 5.1.5.1-5), situado no rio Itabapoana, todos os pontos apresentaram parâmetros com valores situados fora dos respectivos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces, Classe 2, na campanha realizada.

Os Pontos 1, 2, 3, 4, 6, 9 e 10 apresentaram índices de salinidade correspondentes a águas salobras.

Os Pontos 4, 5 e 8 apresentaram valores muito baixos de O.D., enquanto que os Pontos 6 e 7 apresentaram teores superiores ao de saturação, indicativos de eutrofização.

Tabela 5.1.5.1-3: Resultados do monitoramento de qualidade de água realizado em abril de 2010.

Parâmetros	Unidade	Limite CONAMA	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Horário Coleta	Início	-	10:35	9:58	7:52	9:25
Temperatura	oC	-	25,28	26,69	24,69	25,04
pH	-	6 a 9	6,38	6,48	6,46	4,02
O.D.	mg/L	> 5	1	2,55	2,87	4,52
% Saturação Oxigênio	%		12,2	29,9	34,5	55
DBO	mg/L	<5	<2	2	9	<2
Salinidade	‰	0,5	0,64	0,65	0,59	0,87
Condutividade	mS/cm	-	1,208	1,224	1,193	1,721
Turbidez	NTU	100	353	305	751,9	589
Al	mg/L	-	1,270	1,510	0,990	1,080
As	mg/L	0,01	<0,007	0,009	<0,007	<0,007
Cd	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PB	mg/L	0,01	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cianeto Total	mg/L	0,005	<0,05	<0,05	0,050	<0,05
Cloreto	mg/L	250	4134	3616	3470	4999
Cr	mg/L	0.05	0,034	0,010	0,027	0,013
DQO	mg/L	-	257	<100	<100	<100
Fenol	mg/L	0.003	0,0008	0,0009	0,0006	0,0007
Fe	mg/L	-	4,150	4,340	3,760	1,710
Fosfato	mg/L	-	0,020	0,020	0,010	<0,01
Cu	mg/L	-	0,001	0,001	0,002	0,001
Mn	mg/L	0, 1	0,089	0,085	0,068	0,231
RNFT	mg/L	-	28	31	19	1
MBAS	mg/L	-	0,242	0,286	0,155	0,230
Hg	mg/L	0.0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003
Ni	mg/L	0.025	0,021	<0,004	0,016	0,012
N-Amoniacal	mg/L	3.7	0,040	0,020	0,010	<0,01
N-Nitrato	mg/L	10	0,019	<0,01	0,038	0,084
N-Nitrito	mg/L	1	0,006	0,011	<0,01	<0,01
Sulfeto	mg/L	0.002	0,004	0,012	0,009	0,002
Zn	mg/L	0.18	0,025	0,015	0,017	0,023
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	180	50	50	AUS
Coliformes Totais	NMP/100ml		300	80	220	AUS

Parâmetro fora dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 5.1.5.1-3: Resultados do monitoramento de qualidade de água realizado em abril de 2010 . Continuação.

Parâmetros	Unidades	Limite CONAMA	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Naftaleno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaftileno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenafteno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoreno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantreno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Antraceno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoranteno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pireno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)antraceno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Criseno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranteno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranteno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pireno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(123-cd)pireno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,h)antraceno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(ghi)perileno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Horário Coleta	Início	-	08:16	08:35	11:19	07:31
Temperatura	oC	-	23,57	24,8	26,45	21,83
pH	-	<b>6 a 9</b>	<b>5,28</b>	6,86	7,33	<b>4,85</b>
O.D.	mg/L	<b>&gt; 5</b>	<b>1,57</b>	<b>4,99</b>	<b>2,66</b>	<b>3,95</b>
% Saturação Oxigênio	%	-	18,5	60,3	32,6	44,7
D.B.O.	mg/L	<b>&lt;5</b>	<b>16,80</b>	1,60	<b>8</b>	<b>&lt;2</b>
Salinidade	‰	<b>0,5</b>	0,06	<b>0,59</b>	0,23	0,09
Condutividade	mS/cm	-	6,125	1,187	463	0,185
Turbidez	NTU	<b>100</b>	<b>563,1</b>	<b>552,6</b>	<b>322</b>	<b>509,6</b>
Al	mg/L	-	0,47	0,54	9,34	10,07
As	mg/L	<b>0,01</b>	<0,007	<0,007	<b>0,083</b>	0,007
Cd	mg/L	<b>0.001</b>	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Pb	mg/L	<b>0.01</b>	<0,004	0,008	<b>0,02</b>	0,003
Cianeto Total	mg/L	<b>0.005</b>	<0,05	<0,05	<0,05	0,07
Cloreto	mg/L	<b>250</b>	164	<b>3392</b>	<b>292</b>	<b>335</b>
Cr	mg/L	<b>0,05</b>	<b>0,12</b>	0,02	<b>0,14</b>	0,05
DQO	mg/L	-	63,00	<100	242,00	522,00

Parâmetro fora dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.



Tabela 5.1.5.1-3: Resultados do monitoramento de qualidade de água realizado em abril de 2010 . Continuação.

Parâmetros	Unidades	Limite CONAMA	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Fenol	mg/L	0,003	<0,0005	<0,0005	0,0024	0,0018
Fe	mg/L	-	7,46	2,78	15,07	8,26
Fosfato	mg/L	-	0,04	0,02	0,07	<0,01
Cu	mg/L	-	0,00	0,00	0,01	0,00
Mn	mg/L	0,1	0,03	0,05	0,14	0,04
RNFT	mg/L	-	15	5	107	182
MBAS	mg/L	-	0,182	0,169	0,226	0,205
Hg	mg/L	0,0002	0,0004	<0,0002	<0,0002	0,0004
Ni	mg/L	0,025	0,09	0,01	0,03	<0,004
N-Amoniacal	mg/L	3,7	0,02	0,01	0,23	0,02
N-Nitrato	mg/L	10	0,02	0,03	0,03	0,02
N-Nitrito	mg/L	1	0,007	0,011	0,007	0,013
Sulfeto	mg/L	0,002	0,009	0,0110	0,0020	0,0120
Zn	mg/L	0,18	0,02	0,02	0,08	0,02
Coliformes Termotolerantes	NMP/100m l	1000	4	30	300	30
Coliformes Totais	NMP/100m l		17	50	500	50
Naftaleno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaftileno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenafteno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoreno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantreno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Antraceno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoranteno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pireno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)antraceno	(µg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Criseno	(µg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranteno	(µg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranteno	(µg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pireno	(µg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(123-cd)pireno	(µg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,h)antraceno	(µg/L)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(ghi)perileno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

 Parâmetro fora dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 5.1.5.1-3: Resultados do monitoramento de qualidade de água realizado em abril de 2010. Continuação.

Parâmetros	Unidades	Limite CONAMA	Ponto 9	Ponto 10	Ponto 11	Ponto 12
Horário Coleta	Início	-	07:02	07:13	06:35	06:05
Temperatura	oC	-	23,97	24,63	23,46	26,23
pH	-	6 a 9	6,38	4,42	4,05	5,65
O.D.	mg/L	> 5	1,81	2,43	4,57	6,07
% Saturação Oxigênio	%	-	21,4	29,3	53,6	75,2
D.B.O.	mg/L	<5	5,00	30,00	9,60	2,80
Salinidade	‰	0,5	0,47	0,47	0,04	0,04
Condutividade	mS/cm	-	0,950	0,963	0,09	0,096
Turbidez	NTU	100	445,5	474,7	629,9	629,4
Al	mg/L	-	0,85	0,71	14,23	1,51
As	mg/L	0,00014	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Cd	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pb	mg/L	0,01	<0,004	<0,004	0,014	0,005
Cianeto Total	mg/L	0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cloreto	mg/L	250	2611	2747	200	209
Cr	mg/L	0,05	0,02	0,04	0,04	0,04
DQO	mg/L	-	<100	<100	6,00	<100
Fenol	mg/L	0,003	<0,005	0,001	0,001	<0,005
Fe	mg/L	-	2,93	3,06	8,67	1,29
Fosfato	mg/L	-	0,02	0,03	0,07	0,05
Cu	mg/L	-	0,001	0,002	0,004	0,003
Mn	mg/L	0,1	0,04	0,05	0,07	0,16
RNFT	mg/L	-	33	21	487	15
MBAS	mg/L	-	0,226	0,327	1,018	0,007
Hg	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0004	<0,0002
Ni	mg/L	0,025	0,010	0,031	<0,004	0,025
N-Amoniacal	mg/L	3,7	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
N-Nitrato	mg/L	10	0,013	0,009	0,098	0,24
N-Nitrito	mg/L	1	0,01	0,02	0,01	<0,01
Sulfeto	mg/L	0,002	0,020	0,010	0,004	0,002
Zn	mg/L	0,18	0,02	0,01	0,02	0,01
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	900,00	170,00	AUS	AUS
Coliformes Totais	NMP/100ml		1600,00	220,00	6,00	110,00

Parâmetro fora dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 5.1.5.1-3: Resultados do monitoramento de qualidade de água realizado em abril de 2010. Continuação.

Parâmetros	Unidades	Limite CONAMA	Ponto 9	Ponto 10	Ponto 11	Ponto 12
Naftaleno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaftileno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenafteno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoreno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantreno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Antraceno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoranteno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pireno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)antraceno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Criseno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranteno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranteno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pireno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(123-cd)pireno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,h)antraceno	(µg/L)	<b>0,05</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(ghi)perileno	(µg/L)	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

A seguir, são apresentados os parâmetros de qualidade de água que apresentaram valores fora dos respectivos limites na segunda campanha de monitoramento, realizada em abril de 2010, conforme preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces Classe 2.

- Ponto 1: Salinidade, Cloreto, Oxigênio Dissolvido, Turbidez e Sulfeto;
- Ponto 2: Salinidade, Cloreto, Oxigênio Dissolvido, Turbidez e Sulfeto;
- Ponto 3: Salinidade, Cloreto, Oxigênio Dissolvido, D.B.O., Turbidez, Cianeto Total e Sulfeto;
- Ponto 4: pH, Salinidade, Cloreto, Oxigênio Dissolvido e Turbidez;
- Ponto 5: pH, Oxigênio Dissolvido, D.B.O., Turbidez, Mercúrio, Níquel, Cromo e Sulfeto;
- Ponto 6: Salinidade, Cloreto, Oxigênio Dissolvido, Turbidez e Sulfeto;

- Ponto 7: Cloreto, Oxigênio Dissolvido, Turbidez, D.B.O., Arsênio, Chumbo, Manganês, Níquel e Cromo;
- Ponto 8: pH, Cloreto, Oxigênio Dissolvido, Turbidez, Mercúrio e Sulfeto;
- Ponto 9: Cloreto, Oxigênio Dissolvido, Turbidez e Sulfeto;
- Ponto 10: pH, Cloreto, Oxigênio Dissolvido, Turbidez, D.B.O., Sulfeto e Níquel;
- Ponto 11: pH, Oxigênio Dissolvido, Turbidez, D.B.O., Mercúrio e Sulfeto;
- Ponto 12 – pH, Turbidez

Todos os pontos apresentaram na segunda campanha pelo menos dois parâmetros situados fora dos respectivos limites CONAMA.

Os Pontos 1, 2, 3, 4 e 6 apresentaram índices de salinidade correspondentes a águas salobras. Os Pontos 9 e 10 apresentaram índices muito próximos ao limite entre águas doces e salobras.

Os Pontos 1, 2, 3, 5, 7, 9 e 10 apresentaram valores muito baixos de O.D.

O parâmetro Turbidez apresentou, nesta campanha, valores muito maiores do que aqueles registrados na primeira.

Concentrações de metais aumentaram significativamente entre a primeira e a segunda campanha em diversos pontos.

### **Conclusão:**

Os resultados do monitoramento refletem as condições das bacias de contribuição dos pontos de monitoramento que apresentam usos do solo predominantemente rurais com



áreas de florestas substituídas por pastagens e cultivos e apresentando condições de saneamento básico inadequadas.

Os usos da água na área de influência da Ferrous estão predominantemente relacionados com atividades agropecuárias. Inexistem nesta área atividades industriais significativas.

As águas dos canais recebem efluentes da drenagem de áreas de atividades agropecuárias e de estradas, além de esgotos sanitários sem tratamento.

A comparação entre os resultados da segunda campanha, ocorrida após períodos de chuva, com os da primeira campanha, ocorrida após período mais seco, mostram a alta influência das condições meteorológicas sobre a qualidade da água na área de influência do empreendimento.

Os resultados das duas campanhas indicam que diversos parâmetros se apresentam fora dos respectivos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005 devido às características de solos predominantes nas suas bacias de drenagem.

Os resultados relativos aos parâmetros Salinidade e Cloreto indicam a influência da proximidade da área de influência do empreendimento com o mar. Para diversos pontos monitorados esta influência está relacionada com a proximidade dos canais que drenam esta área à foz do rio Itabapoana.

Os resultados indicam que as águas superficiais situadas na área de influência da área de implantação da retroárea não são naturais, tendo sido altamente influenciadas por ações antrópicas, incluindo drenagem e construção de estradas.

#### 5.1.5.2 Hidrogeologia

##### a) Introdução

A água subterrânea pode ocorrer em rochas de todas as idades, em maior ou menor volume, desde as mais antigas até as mais recentes. Estas últimas, classificadas no Terciário e Quaternário, de modo geral, são aquíferos melhores que as primeiras, fruto da redução da porosidade e permeabilidade por que passaram as rochas mais antigas, uma vez que já foram comprimidas e cimentadas.

A água subterrânea se acumula e circula nos espaços intersticiais das rochas, constituindo assim as reservas de águas do subsolo. A principal origem para a formação desses mananciais é a precipitação pluviométrica através da infiltração direta ou diferencial, fazendo com que, na moderna abordagem do gerenciamento integrado dos recursos hídricos, a hidrogeologia não mais se preocupe somente com as águas subterrâneas, mas também a relacione com o ciclo hidrológico.

A água subterrânea, de modo geral, pode-se encontrar em aquíferos classificados como confinados, semiconfinados ou aquíferos livres.

Os aquíferos confinados, em cujas rochas as águas se apresentam em condições artesianas, podem ser representados por rochas do embasamento cristalino ou por rochas sedimentares.

No caso do embasamento cristalino, o sistema de aquífero caracteriza-se pela concentração e circulação de água através de fissuras, juntas, diáclases e fraturas existentes nas rochas. É o conjunto desses interespaços que determina a capacidade de armazenar e produzir água subterrânea. Por outro lado, o volume de vazios de fissuração depende do tipo, densidade, extensão e profundidade das fraturas, que estão diretamente relacionados ao tipo e intensidade do tectonismo que atuou na região onde se encontram essas rochas.

A recarga desses aquíferos se processa principalmente pela infiltração da água retida no manto de alteração (solos permeáveis e várzeas saturadas) e nas coberturas do terciário e quaternário, ou através dos cursos d'água nos pontos de coincidências com as linhas de fratura. A contribuição a partir da infiltração direta das precipitações pluviométricas é muito reduzida.

Com relação aos aquíferos confinados em rochas sedimentares, estes se constituem, de modo geral, em melhores sistemas de aquíferos, principalmente em função da reduzida cimentação e compactação a que foram submetidas as rochas, permitindo a elas uma maior porosidade e permeabilidade. Para se enquadrar como aquífero confinado, essas rochas sedimentares devem apresentar camadas de base e topo impermeáveis, confinando a água no interior do aquífero.

Considerados em conjunto, os arenitos, dentre as diversas rochas sedimentares, são os melhores aquíferos, desde que se apresentem pouco cimentados. Além de sua extensa distribuição, geralmente apresentam boas características de armazenamento e transmissibilidade.

Os aquíferos confinados, explorados por meio de poços tubulares profundos, apresentam vantagens em relação às captações superficiais, pois, em geral, são menos passíveis de contaminação, necessitando, na maioria dos casos, de simples desinfecção para atender às exigências de potabilidade.

Além disso, os poços profundos geram vazão superior, capaz de atender áreas urbanas, atividades industriais ou grandes projetos na área rural. A capacidade de produção destes poços é função basicamente da geologia local e das áreas de recarga.

O aquífero livre geralmente situa-se mais próximo à superfície, encontrando-se as águas nos poros deste aquífero sob pressão atmosférica, como se estivesse ao ar livre. Nessas condições, o aquífero é comumente chamado de lençol freático ou aquífero livre, não apresentando condições artesianas de confinamento. Este aquífero livre é abastecido principalmente pelas águas pluviais.

Com relação à contaminação, as águas freáticas são muito mais susceptíveis de serem contaminadas ou poluídas, devido à proximidade dessas águas com a superfície, onde o uso do solo superficial poderá alterar a sua qualidade. Cisternas ou cacimbas próximas à criação de animais ou a lixo mal disposto no solo podem apresentar sinais de contaminação, enquanto perfurações localizadas junto a culturas agrícolas que empreguem defensivos podem apresentar traços dos elementos utilizados. Da mesma forma, a proximidade entre os poços rasos e as fossas negras representa risco de contaminação das águas freáticas por coliformes fecais.

Diante do exposto, o diagnóstico da hidrogeologia da região em estudo, além da abordagem dos principais sistemas de aquíferos existentes, procurou focar no lençol freático da área em função de ser este o aquífero com potencial de se contaminar ao longo da implantação, e, sobretudo, da operação do empreendimento, além da inexistência de poços tubulares profundos na área de estudo e ainda da previsão de não utilizar águas subterrâneas como fonte de abastecimento do futuro empreendimento.

#### b) Principais aquíferos na AID

A Área de Influência Direta (AID) do Projeto Ferrous para Geologia, que compreende uma estreita faixa costeira no município de Presidente Kennedy, localizada entre a linha de costa e os sedimentos terciários do Grupo Barreiras, apresenta dois diferentes tipos de aquíferos, conforme os tipos de litologias presentes em cada trecho da AID.

Descrevem-se a seguir estes aquíferos, lembrando que os critérios adotados na separação destes sistemas de aquíferos se basearam na coluna geológica regional, e, quanto ao seu suposto potencial explorável, tiveram como base a profundidade dos aquíferos, a permeabilidade e fraturamento das formações e a facilidade de recarga.

Para cada sistema de aquífero observado faz-se ainda uma avaliação do seu potencial hidrogeológico a partir de referências bibliográficas regionais que se refiram aos tipos de aquíferos encontrados na AID.



- Aquífero Grupo Barreiras

Os sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras distribuem-se na porção localizada imediatamente a oeste da área prevista para implantação do empreendimento da Ferrous. Esta unidade corresponde a um pacote sedimentar composto principalmente por uma sequência de arenitos e argilitos.

Este aquífero consiste num pacote de rochas formado por intercalações de níveis areno-argilosos a arenosos com níveis argilosos a argilo-siltosos. Esta característica textural determina um aquífero no qual o fluxo de água subterrânea pode-se encontrar parcialmente confinado dentro de determinados compartimentos sedimentares mais porosos, sendo efetivamente selado por uma camada adjacente menos permeável. Esta quebra na transmissividade ocasiona a existência de aquíferos semiconfinados contidos no interior de um aquífero livre regional.

Este sistema de aquífero permite tanto a presença de aquíferos livres como confinados, dependendo da profundidade e do local a ser perfurado, muito embora a grande maioria dos poços perfurados o qualifique como um aquífero aberto, uma vez que não apresenta regionalmente, nas profundidades exploradas, camadas impermeáveis que o limite e lhe dê condições artesianas. No entanto, as rochas formadoras deste aquífero se caracterizam pela grande heterogeneidade dos sedimentos, ora mais arenosos, ora mais argilosos, fazendo com que ocorra uma variação muito grande do potencial aquífero de cada região considerada.

Em diversas áreas de ocorrência dos sedimentos do Grupo Barreiras observa-se a captação de águas neste aquífero através de poços tubulares profundos, cuja utilização se destina tanto para o uso doméstico em unidades industriais como para uso exclusivamente doméstico em unidades condominiais ou rurais.

Como exemplo de empresas que se utilizam das águas subterrâneas do aquífero Barreiras podem ser relacionadas a Samarco Mineração na porção sul do estado em Anchieta, a Vale na região do Complexo Industrial de Tubarão em Vitória e a Petrobras

em diversas atividades produtivas nos municípios de São Mateus, Jaguaré e Linhares, na região norte do estado.

Em Anchieta, a referida empresa utiliza águas subterrâneas de 5 poços tubulares profundos para uso nas instalações administrativas e abastecimento de navios no porto da empresa. Esses poços foram perfurados entre 1990 e 2003 e possuem profundidades que variam entre 98,0 m e 111,0 m. As vazões operacionais variam entre 15,9 e 36,4 m<sup>3</sup>/h considerando-se os poços com menor e maior vazão, respectivamente. Os dados e informações presentes neste item possuem como fonte os levantamentos realizados pela GOLDER ASSOCIATES, em 2003, como parte do trabalho “*Elaboração de Estudos Hidrogeológicos para a Região de Ubu-ES*” para a Samarco Mineração, os quais se encontram no IEMA – Instituto Estadual do Meio Ambiente.

No caso de Tubarão, no norte da cidade de Vitória, a citada empresa já realizou estudos hidrogeológicos e perfurações de poços tubulares profundos em busca dos aquíferos do Grupo Barreiras visando ao fornecimento de água potável e/ou industrial para as instalações de seu Complexo Industrial. Foram perfurados sete poços nesta região que apontaram o topo do embasamento variando entre 112 e 192 metros de profundidade.

As rochas perfuradas indicaram que o Grupo Barreiras na região de Tubarão é composto litologicamente por uma alternância de corpos lenticulares de argilitos plásticos com arenitos mais ou menos argilosos, de granulação média a grosseira, apresentando níveis conglomeráticos. Ao longo de todo o perfil perfurado é bastante comum a ocorrência de concreções limoníticas, com a espessura dos corpos arenosos variando de alguns poucos metros a mais de 20 metros em alguns poços.

As porosidades aferidas a partir de perfis sônicos indicam valores em torno de 25% de porosidade efetiva para esses arenitos. As resistividades dos arenitos são altas, caracterizando as águas contidas nos pacotes arenosos como águas pouco carregadas em sais, à exceção de apenas um poço que indicou a presença de pacotes de arenitos com baixos valores de resistividade (15 a 20 ohm/m) que podem caracterizar a presença de água com teores de sais dissolvidos da ordem de 2000 a 3000 ppm.

No entanto, durante a exploração do aquífero surgiram problemas de interferências entre poços, o que contribuiu para a redução dos volumes bombeados. Adicionalmente, alguns poços apresentaram problemas operacionais e não se encontram mais operando, reduzindo-se ainda mais os volumes explorados. Estes dados encontram-se disponíveis no EIA/RIMA para implantação da Usina 8 de Pelotização, também protocolizado no IEMA.

No caso da Petrobras, a empresa possui cerca de 100 poços tubulares profundos na região norte do estado do Espírito Santo. Esses poços se encontram produzindo água do aquífero Barreiras visando ao fornecimento de água para as sondas de perfuração para geração de vapor ou para injeção direta nos reservatórios com o objetivo de otimizar a recuperação de hidrocarbonetos.

Cabe observar que na região norte do estado tem-se, sotoposta ao Grupo Barreiras, a Formação Rio Doce, sendo esta unidade também contribuinte para a produção de água nos poços mais profundos. Observa-se que na AID do Projeto Ferrous não existe referência da presença da Formação Rio Doce sob o Grupo Barreiras. Outra característica desses poços tubulares profundos na região norte do estado é a utilização de técnicas geofísicas (elétricas e eletromagnéticas) para identificação da presença de camadas geoeletricas em subsuperfície, que orientam a locação de poços em zonas mais promissoras e permitem a otimização do sucesso exploratório de águas subterrâneas.

Muitos desses poços se encontram a uma profundidade superior a 170 metros e em volumes que credenciam a qualificação desse pacote sedimentar como um bom aquífero na profundidade considerada, atingindo vazões superiores a 80 m<sup>3</sup>/h. Estes dados também se encontram disponíveis no IEMA em diversos estudos elaborados pela Petrobras para atendimento a diversas condicionantes referentes à produção de águas subterrâneas pela empresa.

Embora localizados muito fora da Área de Influência Direta do Projeto Ferrous, os dados de vazão de água subterrânea obtidos nesses poços tubulares profundos contribuem diretamente para a caracterização do aquífero profundo do Grupo Barreiras na AID, uma

vez que podem apresentar similaridade hidrogeológica representativa para tal. Na Área de Influência Direta do Projeto Ferrous e em seu entorno imediato não foram identificados poços tubulares profundos perfurados.

Conforme pode ser observado pelas informações anteriores, os aquíferos profundos do Grupo Barreiras são de modo geral bastante variáveis em relação ao potencial e à produtividade de seus poços, sobretudo em decorrência da grande variação de seus sedimentos, que ora se apresentam mais argilosos, ora mais arenosos, promovendo diferentes porosidade e permeabilidade das rochas portadoras de água.

No sistema de aquífero do Grupo Barreiras predomina a presença de aquíferos livres, sendo raros os aquíferos classificados como confinados, uma vez que não apresenta regionalmente, nas profundidades exploradas, camadas impermeáveis que o limite e lhe dê condições artesianas. Apenas localmente, nas profundidades exploradas até 150m, existem camadas de argilitos que podem dar a ele condições de aquífero confinado. A partir dessa profundidade é comum a presença de aquíferos confinados.

Segundo avaliação do Mapa Hidrogeológico do Brasil (DNPM, 1983), as rochas do Grupo Barreiras, embora apresentem origem sedimentar, não se classificam com grandes potencialidades no que se refere a recursos hídricos subterrâneos, principalmente em função da heterogeneidade de seus sedimentos, comportando-se, na maior parte das vezes, como um aquífero livre ou semiconfinado. Sua capacidade de produção é bastante variável em decorrência das circunstâncias dimensionais e geográficas, sendo médio o seu potencial hídrico subterrâneo, podendo localmente ser classificado como muito bom.

Ainda segundo a supracitada fonte, o sistema de aquífero Barreiras é constituído de sedimentos clásticos não consolidados e permeabilidade geralmente média a baixa, pertencente à Província Hidrogeológica Costeira, possuindo uma importância hidrogeológica relativa média, com qualidade química de suas águas geralmente boa e com possibilidades de exploração através de poços rasos. Segundo essa mesma fonte, é classificado como de produtividade média a fraca, permitindo vazões entre 3 e 25 m<sup>3</sup>/h.



Somente localmente o seu potencial hídrico subterrâneo pode ser classificado como muito bom.

Por fim, cabe registrar que antes da realização de perfurações em busca de grandes volumes de águas subterrâneas neste aquífero, recomenda-se a utilização de levantamentos geofísicos, à base de métodos eletromagnéticos e elétricos, cuja aplicação vem apresentando resultados que indicam com precisão o potencial do aquífero local, bem como o nível de qualidade das águas (doces ou salgadas).

- Lençol freático

Tanto a região de ocorrência dos sedimentos terciários do Grupo Barreiras como dos sedimentos quaternários representados pelos depósitos marinhos litorâneos apresenta um aquífero raso denominado lençol freático.

O aquífero raso na região é abastecido principalmente pelas águas pluviais. Essa água acumulada na forma de lençol, próximo à superfície, recebe a denominação de lençol freático. A superfície desse lençol não é estacionária, movendo-se periodicamente para cima e para baixo, elevando-se quando a zona de saturação recebe mais água de infiltração vertical e desce nos períodos de estiagem, quando a água armazenada previamente flui para os canais de drenagem e outros pontos de descarga de água subterrânea.

De modo geral, este sistema de aquífero é utilizado principalmente para abastecimento de pequenas residências rurais e dessedentação de animais, através da abertura de valas próximas a pequenos cursos d'água, nas quais a água aflora, formando "piscinas". Em algumas propriedades podem ser utilizadas bombas para captação desta água, que é utilizada para diversos fins.

Mais comum é a captação da água do freático através de cacimbas ou poços freáticos com profundidades variáveis, também através de pequenas bombas de água. Essas formas de captação de água do lençol freático se caracterizam por serem bastante

rudimentares, sujeitando essas águas a vários tipos de contaminação, principalmente quando próximas a fossas negras sanitárias.

O aquífero raso na região dos depósitos quaternários representa, de modo geral, um bom aquífero, considerando-se o aspecto de facilidade de reposição de volume. Quanto ao volume armazenado, depende diretamente da espessura do pacote sedimentar e de período chuvoso. No caso específico da Área de Influência Direta do Projeto Ferrous, o lençol freático localizado sob os depósitos quaternários encontra-se muito próximo à superfície do terreno.

No período chuvoso, quando se acumula uma grande quantidade de água na superfície do solo, percebe-se pouco escoamento superficial, sugerindo uma elevada taxa de acumulação e criação de uma espessa zona saturada.

Quanto ao potencial hidrogeológico, de modo geral, os aquíferos freáticos, apesar de muitas vezes possuírem volumes significativos, não permitem uma captação condizente com as necessidades de abastecimento de grandes populações ou mesmo o abastecimento industrial de médio a grande porte, à exceção de aquíferos muito especiais localizados em áreas aluvionares de grandes rios que se mostram capazes de abastecer cidades com mais de 200.000 habitantes.

Os itens seguintes deste diagnóstico da hidrogeologia da Área de Influência Direta do Projeto Ferrous apresentam os serviços realizados no lençol freático da região, incluindo-se a abertura de poços e a coleta de água.

c) O lençol freático na área de implantação do empreendimento

Além do aquífero profundo representado pelo Grupo Barreiras, a região possui também um lençol freático raso, que se distribui junto à superfície do terreno na região dos depósitos quaternários, próximo ao mar, e um pouco mais profundo na região do Grupo Barreiras. Não se conhecem poços de monitoramento instalados na área prevista para implantação do empreendimento Ferrous.

Considerando-se a inexistência de dados referentes à profundidade do lençol freático na área de implantação do empreendimento, bem como da qualidade das águas subterrâneas na área de interesse, o presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA) realizou perfurações na área que permitiram a obtenção da profundidade do aquífero freático em diversos pontos, bem como a coleta de amostras de águas subterrâneas para envio ao laboratório e posterior conhecimento de sua qualidade em período anterior à implantação do empreendimento.

Ressalta-se que este levantamento mais detalhado ocorreu exclusivamente na área dos sedimentos quaternários, marinhos e fluviais, que corresponde à área em que se dará a implantação do Projeto Ferrous.

- Serviços Realizados na Área de Implantação do Empreendimento

Para determinação precisa das profundidades em que o lençol freático se encontra nos dois distintos setores da área de implantação do empreendimento (sedimentos marinhos e sedimentos fluviais), além da obtenção de outras características deste aquífero raso, foram desenvolvidos diversos serviços na área de estudo, a exemplo de sondagens com trado manual, coleta de sedimentos para descrição de perfis litológicos, medição das profundidades dos níveis freáticos, nivelamento altimétrico, execução de ensaios de permeabilidade, elaboração de Mapa Potenciométrico (Carta Hídrica de fluxo subterrâneo), coleta de águas subterrâneas e análises laboratoriais.

Descreve-se a seguir, em diversos subitens, o detalhamento dos serviços realizados na área de implantação do empreendimento visando à melhor caracterização hidrogeológica da mesma.

- Sondagens com trado manual

De forma a obter as profundidades dos níveis de água do lençol freático para permitir a elaboração de um Mapa Potenciométrico (Carta Hídrica), caracterizar o perfil geológico e possibilitar a coleta de amostras de águas subterrâneas, foram realizadas sete perfurações na área de implantação do empreendimento utilizando-se trado manual.

A escolha do equipamento a ser utilizado decorreu das profundidades esperadas para que fosse encontrado o lençol freático, bem como dos tipos de sedimentos a serem perfurados e das limitações dos métodos de perfuração, e assim, as perfurações FS 01 e FS 02 foram abertas com a utilização de trado manual, enquanto as perfurações FS 03 a FS 07 foram realizadas com trépano de lavagem.

Visando à elaboração da Carta Hídrica (Mapa Potenciométrico), após inspeção de campo foram projetados sobre base cartográfica 07 furos de sondagem numerados de FS 01 a FS 07, contemplando as áreas situadas nos sedimentos quaternários marinhos e fluviais dos terrenos previstos para implantação do empreendimento Ferrous.

Em seguida foram realizados o geoposicionamento e o estaqueamento em campo dos pontos a serem perfurados (Figura 5.1.5.2-1), e iniciados os serviços de sondagem no mês de agosto de 2009.



Figura 5.1.5.2-1: Atividades iniciais de estaqueamento e geoposicionamento dos pontos de sondagens em campo.

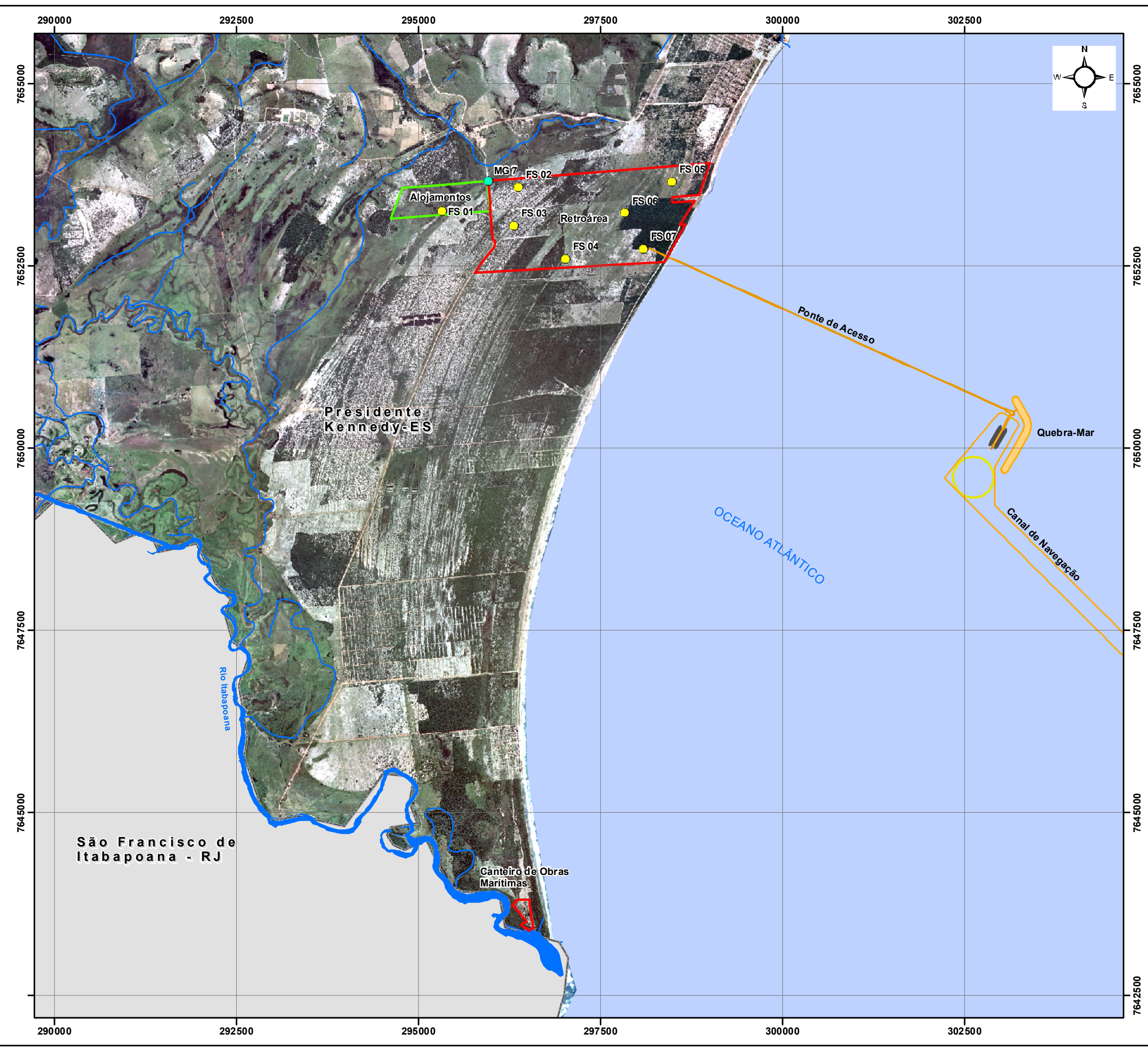
A Tabela 5.1.5.2-1, a seguir, indica as coordenadas UTM de cada perfuração realizada na área, enquanto a Figura 5.1.5.2-2 ilustra a localização dos furos na área prevista para implantação do empreendimento.



Tabela 5.1.5.2-1: Posicionamento dos furos na AID.

FUROS	COORDENADAS UTM	
	E (m)	N (m)
FS 01	295359	7653303
FS 02	296404	7653632
FS 03	296343	7653098
FS 04	297054	7652643
FS 05	298514	7653707
FS 06	297867	7653275
FS 07	298122	7652780





### Legenda

- Ponto de Localização dos Furos de Sondagem
- Marco Altimétrico

FUROS	E(m)	N(m)
FS 01	295319.88	7653255.79
FS 02	296364.88	7653584.79
FS 03	296303.88	7653050.78
FS 04	297014.88	7652595.78
FS 05	298474.88	7653659.79
FS 06	297827.88	7653227.79
FS 07	298082.88	7652732.78
MG 7	295953.88	7653660.79

- Bacia de Evolução
- Hidrografia
- Ponte de Acesso / Canal de Navegação
- Quebra Mar
- Rio Itabapoana
- Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
- Área dos Alojamentos
- Limite Estadual - Rio de Janeiro

### EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES

Figura 5.1.5.2-2 Mapa de Localização dos Furos de Sondagem

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala: 1:50.000

Elaborado Por: Hector Fabrício      Data: Novembro/2009





Em ambos os casos (trado e trépano) foi utilizada “nata de bentonita” para o selamento das paredes como prevenção ao solapamento. As sondagens alcançaram o nível freático da área, acrescidas de 1,50 a 2,00 m de coluna d’água para possibilitar a amostragem em alguns furos e a realização de ensaios de permeabilidade em outros. Para tal, os furos foram revestidos com tubos de PVC comum com bitola de 75 mm, até 0,30 m, no mínimo, acima da superfície topográfica, tendo sido abertas ranhuras de 1 a 1,5 mm na porção correspondente à coluna d’água.

A Figura 5.1.5.2-3 ilustra a perfuração de poços com trado manual, enquanto a Figura 5.1.5.2-4 ilustra as atividades de perfuração com trépano de lavagem na área de estudo.



Figura 5.1.5.2-3: Imagens mostrando as operações de perfuração com trado manual.

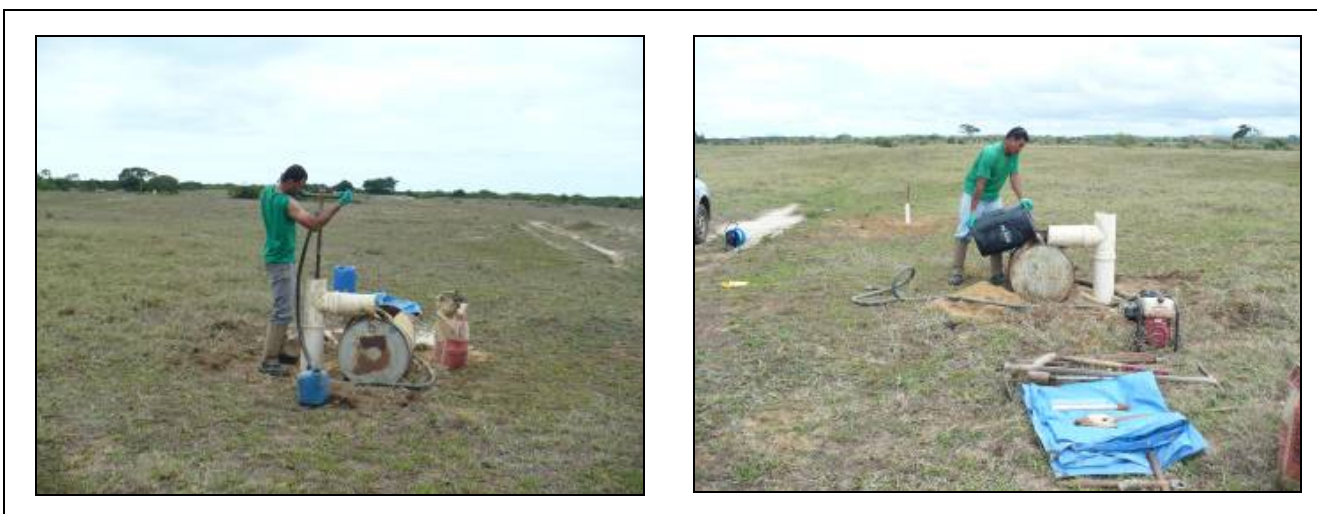


Figura 5.1.5.2-4: Imagens mostrando as operações de perfuração com trépano de lavagem.

Durante as operações foram coletas amostras de sedimentos nas mudanças de textura, granulometria e coloração para a descrição litológica e montagem dos perfis, as quais foram devidamente acondicionadas em sacos plásticos, numeradas, datadas e identificadas segundo as profundidades. Nas sondagens a trado a amostragem se deu diretamente com o próprio trado, e, nas operações com trépano, usou-se amostrador com *liner* para a coleta de solos, conforme se apresenta na Figura 5.1.5.2-5.



Figura 5.1.5.2-5: Imagens do *liner* antes e depois da coleta de amostra de solo em perfuração na área de estudo.

Para ensaios laboratoriais dos parâmetros físico-químicos foram feitas amostragens de solos nos furos de sondagem FS 01 e FS 06 com amostrador/*liner* e volume aproximado de 1,2 kg/amostra, em vidros de cor branca com tampas revestidas de teflon, que foram devidamente conservadas em gelo até o despacho para o laboratório. Estes dados encontram-se tratados no item de Pedologia (Solos) deste EIA.

Ao final das operações de revestimento, cada “poço provisório” foi desenvolvido com água limpa para remoção da bentonita, seja com o próprio sistema de circulação (trépano) ou bomba manual de esgotamento (perfuração com trado), conforme se apresenta nas Figura 5.1.5.2-6.





Figura 5.1.5.2-6: Imagens mostrando as operações de limpeza dos poços provisórios utilizando-se bomba manual de esgotamento.

Ao todo foram realizados 7 furos de sondagem a trado manual, com diâmetro de 6 polegadas e profundidades variáveis, conforme Tabela 5.1.5.2-2, a seguir, onde se apresentam também os métodos de perfuração utilizados e os níveis de água.

Tabela 5.1.5.2-2: Profundidades dos furos e dos níveis de água e indicação dos métodos de perfuração.

<b>FUROS</b>	<b>Profundidade Total</b>	<b>Diâmetro dos Filtros</b>	<b>Prof. NA</b>	<b>Método Perfuração</b>
<b>FS 01</b>	2,80 m	3"/PVC comum	0,198 m	Trado manual
<b>FS 02</b>	2,90 m	3"/PVC comum	0,732 m	Trado manual
<b>FS 03</b>	2,20 m	3"/PVC comum	0,725 m	Trépano de lavagem
<b>FS 04</b>	3,30 m	3"/PVC comum	1,386 m	Trépano de lavagem
<b>FS 05</b>	4,20 m	3"/PVC comum	2,188 m	Trépano de lavagem
<b>FS 06</b>	3,80 m	3"/PVC comum	1,905 m	Trépano de lavagem
<b>FS 07</b>	4,10 m	3"/PVC comum	2,582 m	Trépano de lavagem

Para a área localizada na porção sul, junto ao rio Itabapoana, que será utilizada apenas na fase de implantação do empreendimento como ponto de apoio para as embarcações que farão o lançamento do enrocamento, não foram realizadas perfurações para investigação do lençol freático em termos de profundidade e qualidade de suas águas. Todavia, não são esperadas alterações significativas em relação a estes aspectos para aquelas que serão apresentadas para a área retroportuária.

– Perfis litológicos

Durante as operações de sondagem com trado ou trépano de lavagem foram coletadas amostras não lavadas de sedimentos para a descrição litológica e elaboração dos perfis dos furos FS 01 a FS 07.

O furo FS 01, que está situado na borda da planície de inundação, apresentou sedimentos com textura argilosa (orgânica) nas camadas mais profundas, a partir de 2,10 m e areno-argilosa na camada intermediária. Todos os demais furos de sondagem apresentaram sedimentos com textura arenosa. Os perfis litológicos dos furos FS 01 a FS 07 são apresentados na Figura 5.1.5.2-7.

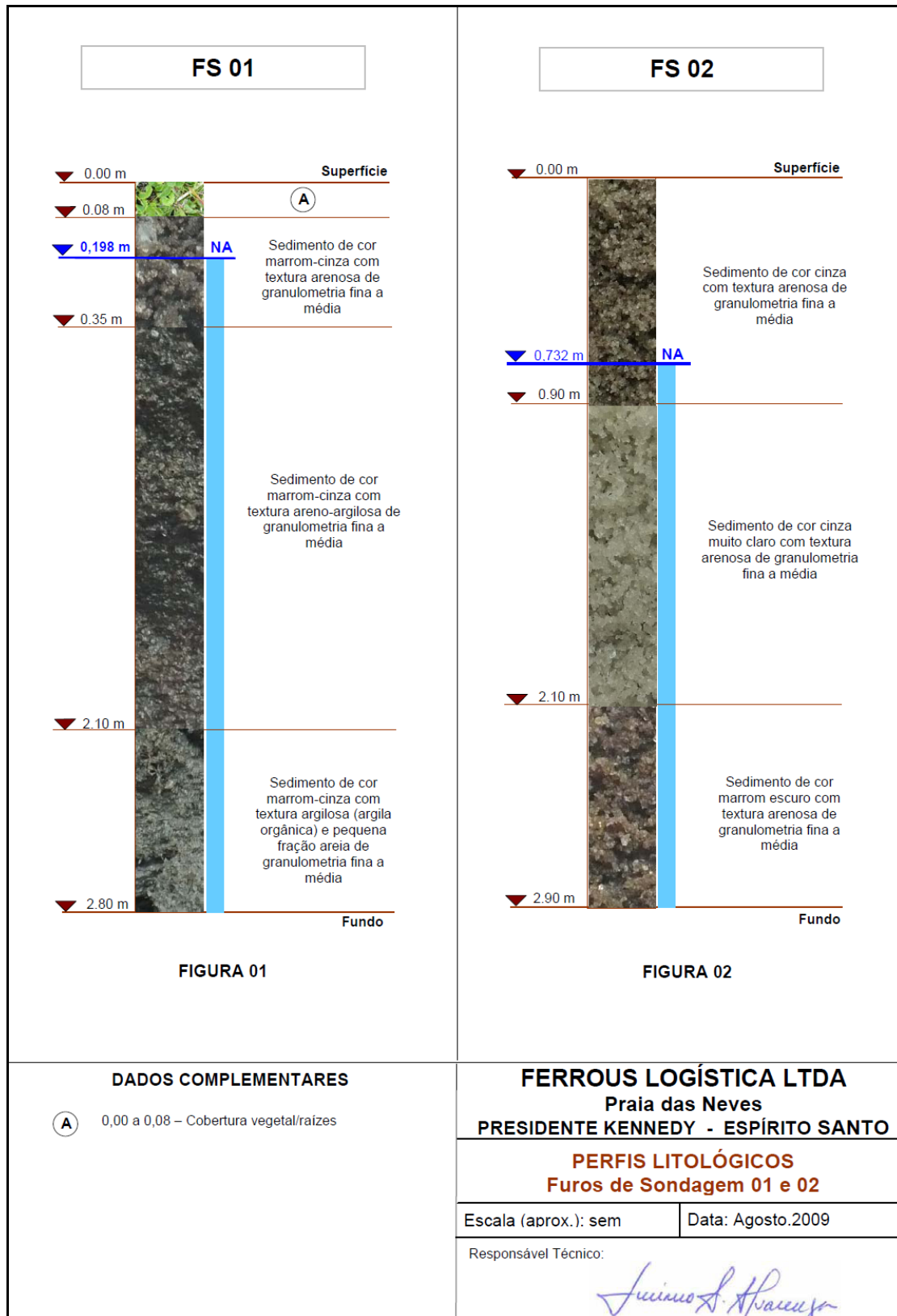


Figura 5.1.5.2-7a: Perfis litológicos dos furos de sondagem FS 01 e FS 02.

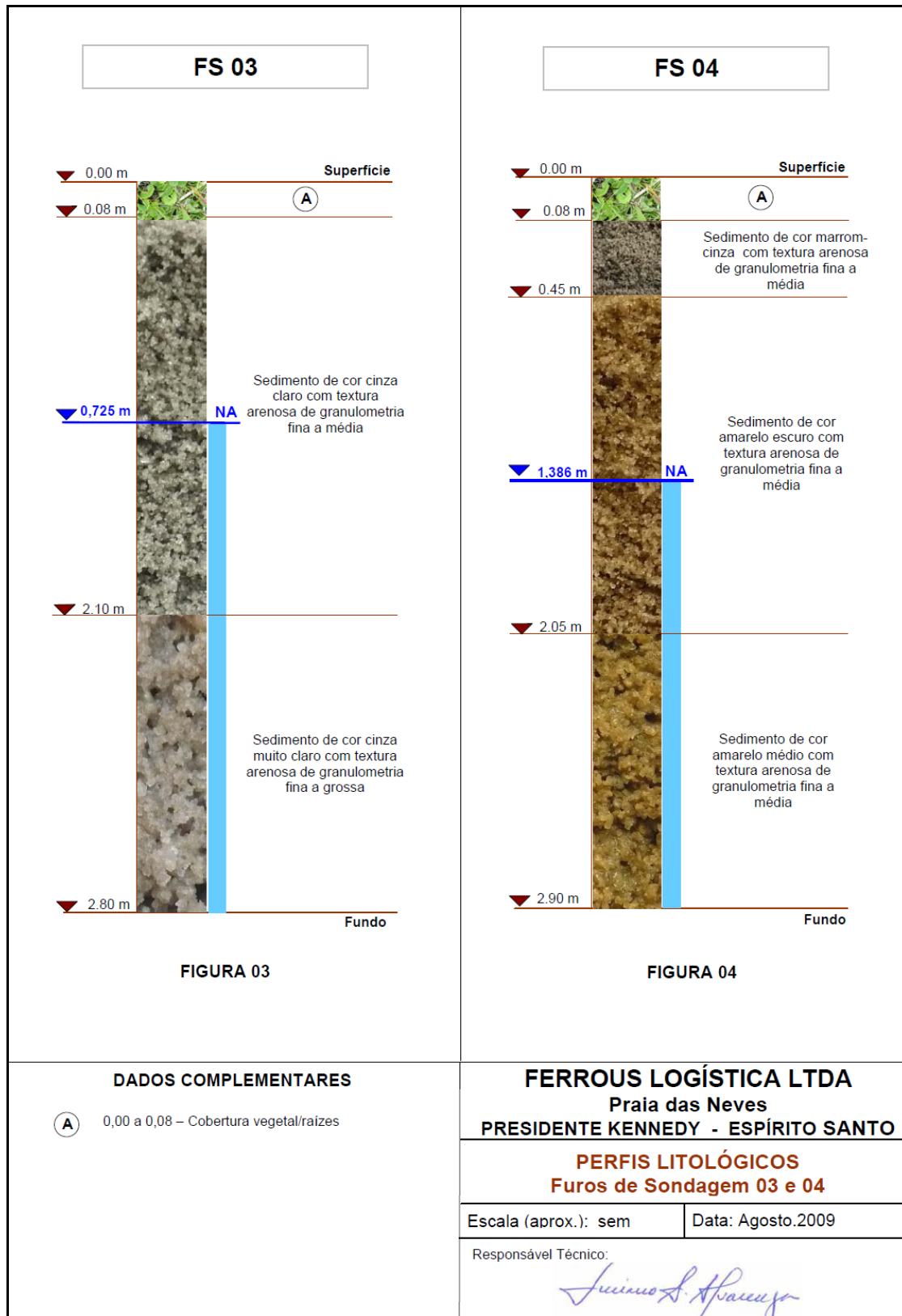


Figura 5.1.5.2-7b: Perfis litológicos dos furos de sondagem FS 03 e FS 04.



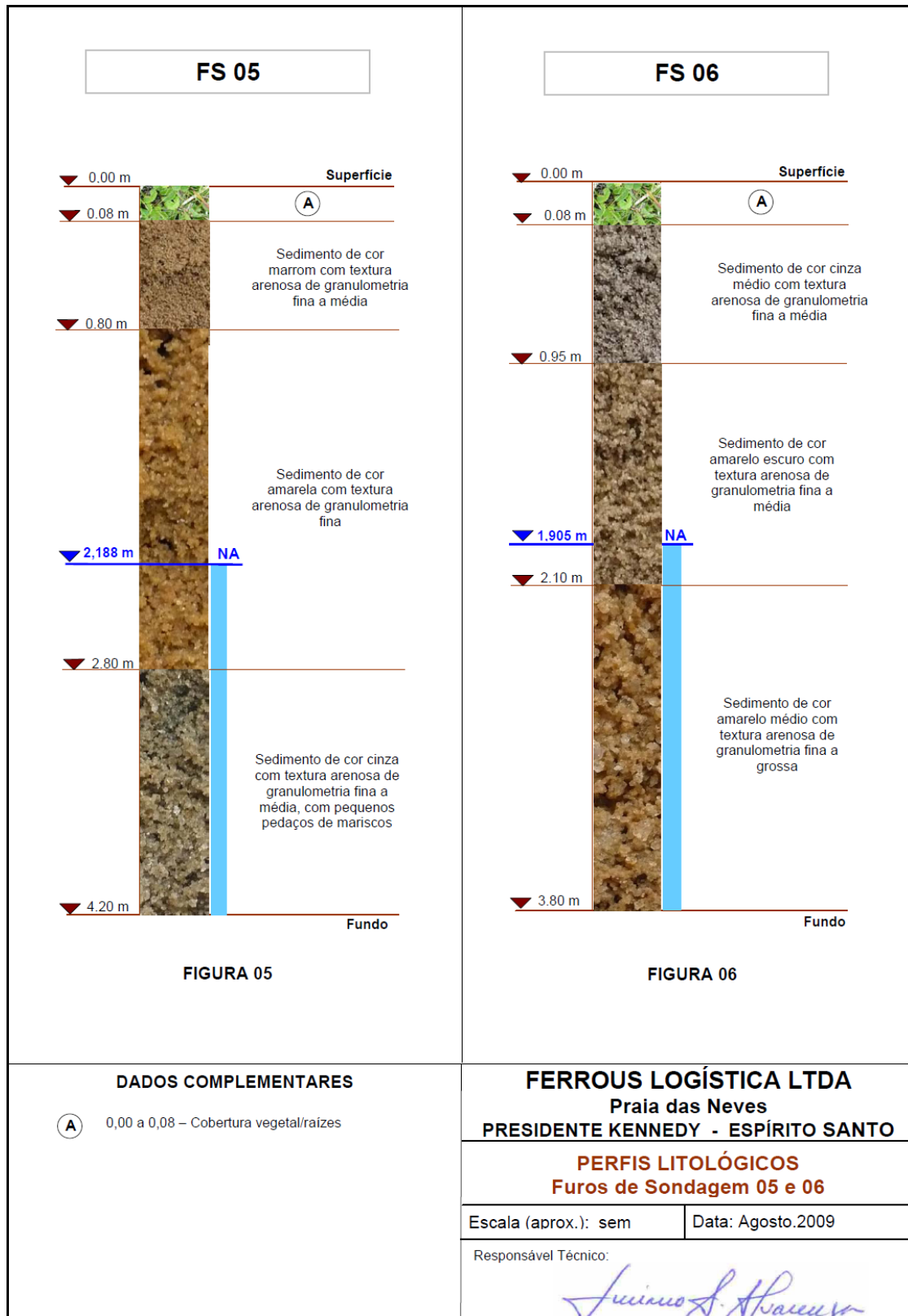
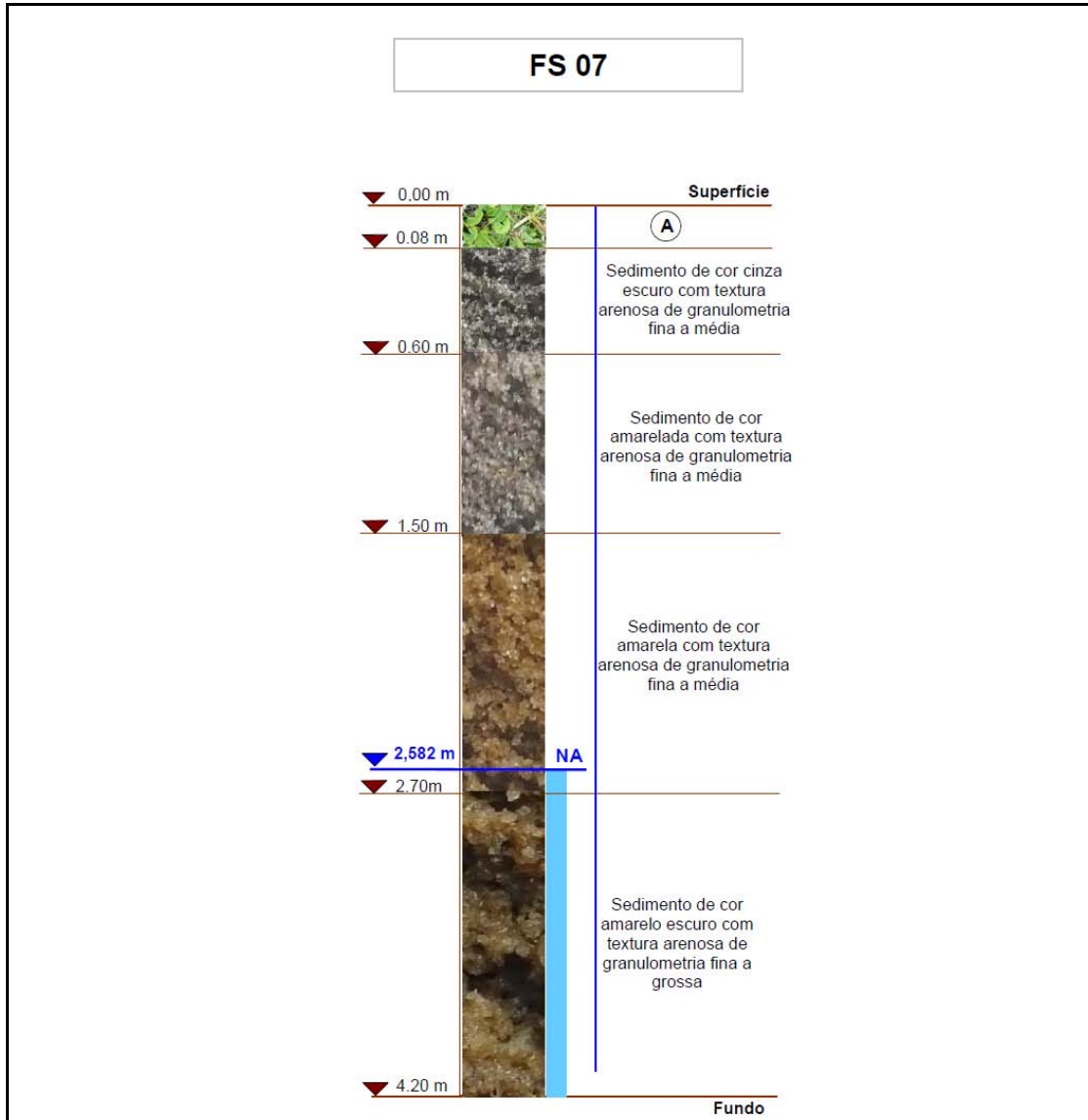


Figura 5.1.5.2-7c: Perfis litológicos dos furos de sondagem FS 05 e FS 06.



**FIGURA 07**

<p><b>DADOS COMPLEMENTARES</b></p> <p>(A) 0,00 a 0,08 – Cobertura vegetal/raízes</p>	<p><b>FERROUS LOGÍSTICA LTDA</b> Praia das Neves <b>PRESIDENTE KENNEDY - ESPÍRITO SANTO</b></p>	
	<p><b>PERFIS LITOLÓGICOS</b> <b>Furo de Sondagem 07</b></p>	
	<p>Escala (aprox.): sem</p>	<p>Data: Agosto.2009</p>
	<p>Responsável Técnico:</p> <p style="text-align: right;"><i>Luciano S. A. Soares Jr.</i></p>	

Figura 5.1.5.2-7d: Perfil litológico do furo de sondagem FS 07.

– Ensaio de permeabilidade

Na descrição e predição do comportamento de um fluido em um meio, como o solo, é necessário o estabelecimento de parâmetros de permeabilidade que caracterizem a sua capacidade de transmissão.

A permeabilidade é a capacidade de transmissão de um fluido em um determinado meio, existindo uma série de variáveis envolvidas na dimensão da permeabilidade em um trecho do meio considerado, a saber:

- ✓ Tamanho das partículas.
- ✓ Volume de vazios, decrescente com a profundidade, salvo em janelas de porosidade secundária.
- ✓ Geometria de canais, responsável pela diferença de permeabilidade entre caminhamentos horizontais e verticais de um fluxo.

Considera-se que uma maior compactação dos sedimentos resulta em diminuição da permeabilidade pela diminuição do volume de vazios e alteração (destruição) da estrutura de canais, a qual pode ser tanto obtida com o aumento da profundidade da camada considerada quanto pela interferência antrópica na forma de movimentação de terra, passagem de veículos ou construção de aterros compactados.

Os ensaios de permeabilidade em solos são realizados em geologia de engenharia com a finalidade de determinar os coeficientes de permeabilidade de solo. Quando objeto de estudos para implantação ou consolidação de obras civis, é também considerado um dos parâmetros físicos mais importantes em relação à velocidade de percolação de uma pluma de contaminantes líquidos em meio granular.

Frequentemente os ensaios de permeabilidade são executados em furos de sondagem a trado ou percussivos e são conhecidos, de forma genérica, como ensaios de infiltração ou de rebaixamento. A Tabela 5.1.5.2-3, a seguir, apresenta as estimativas das velocidades médias de percolação dos fluidos em relação ao tipo de granulometria do sedimento.

Tabela 5.1.5.2-3: Estimativa das velocidades de percolação em relação à granulometria do sedimento.

K (cm/s)	$10^2$	1	$10^{-2}$	$10^{-4}$	$10^{-6}$	$10^{-8}$
Material	CASCALHOS		AREIAS	AREIAS FINAS SILTOSAS E ARGILOSAS, SILTOS ARGILOSOS		ARGILAS

Fonte: Ensaio de Permeabilidade em Solos – ABGE, Boletim nº 04/1996.

Para a área de implantação do empreendimento foram realizados ensaios de permeabilidade de acordo com as normas da ABGE – Boletim nº 04/1996, nos furos de sondagem FS 02, FS 04, FS 05 e FS 07, do tipo Bombeamento (nível variável) em que se retira certa quantidade de água e, na sequência, mede-se a velocidade de recuperação de parte desse nível (mínimo de 65 %) com anotação dos tempos e níveis d'água com uso de medidor de nível elétrico-sonoro graduado em milímetros.

As leituras obtidas e as características construtivas dos “poços provisórios” permitiram a obtenção dos coeficientes de permeabilidade (K) por meio da fórmula de ZANGAR (1953). Os valores obtidos da ordem de  $10^{-2}$  a  $10^{-3}$  são compatíveis com os coeficientes para terrenos compostos por solos arenosos, conforme apresentado anteriormente na Tabela 5.1.5.2-4, o que caracteriza os sedimentos ensaiados como de elevada permeabilidade.

Tabela 5.1.5.2-4: Dados de permeabilidade para os furos FS 02, FS 04, FS 05 e FS 07.

DADOS DOS ENSAIOS DE PERMEABILIDADE (K)							
FUROS	r (cm)	L (cm)	Cs	Q (l/h)	P (cm)	h1 (cm)	K (cm/s)
FS 02	3,5	200	80	39,0	205,3	203,5	$7,8 \times 10^{-2}$
FS 04	3,5	150	68	34,5	201,4	185,5	$9,4 \times 10^{-3}$
FS 05	3,5	200	80	36,8	201,2	166,5	$4,1 \times 10^{-3}$
FS 07	3,5	150	68	42,4	181,8	146,4	$5,5 \times 10^{-3}$
- Ensaio ao nível variável do tipo Bombeamento realizados em 01.09.2009							
- Fórmulas utilizadas: ZANGAR, C.N. (1953)							
- CS = Tabela 6-B do Boletim 04/ABGE							



- Nivelamento geométrico, medição dos níveis de água & limpeza dos poços

As profundidades do nível freático de cada um dos 7 furos de sondagem foram medidas com equipamento elétrico-sonoro marca HS/Hidrossuprimentos, com divisão de 1 mm, em uma única missão no dia 30 de agosto de 2009, realizada no intervalo de 2 horas para que o equilíbrio dinâmico relativo entre os poços fosse mantido. A Figura 5.1.5.2-8 ilustra o medidor junto a um dos furos de sondagem da área de estudo.

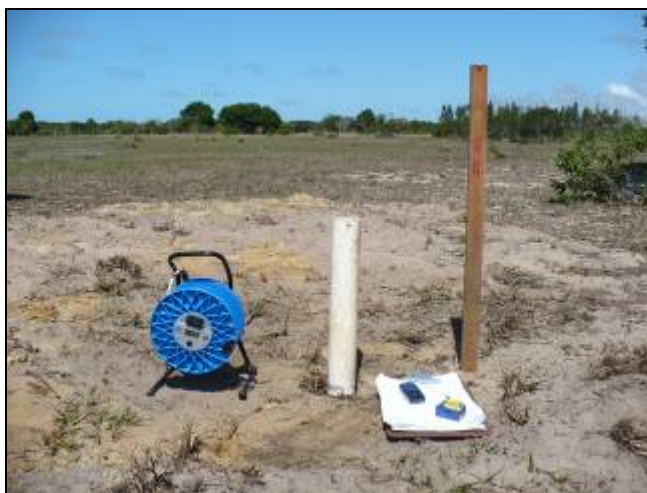


Figura 5.1.5.2-8: Aparelho elétrico-sonoro utilizado para medições dos níveis de água nos poços provisórios.

Para o referenciamento altimétrico das “bocas” dos furos de sondagem e dos respectivos níveis freáticos para um mesmo plano vertical, foi adotado o Marco MG 7 como DATUM Altimétrico, com cota de 2,800 m, obtida por aproximação da Planta Topográfica da área. A partir desse DATUM foi lançada uma malha altimétrica principal na área com 5 pontos (P1 a P5) e, a partir desses, foram niveladas geometricamente as “bocas” dos furos de sondagem (PVC) e solo, com Nível WILD NA2 e régua graduada de alumínio. A partir do Marco MG 7 foram nivelados os pontos NA 1 a NA 3 ao longo do canal retificado, a oeste da área. A Figura 5.1.5.2-9 ilustra a execução do nivelamento topográfico da região.



Figura 5.1.5.2-9: Imagens que ilustram o nivelamento topográfico realizado na área de estudo.

Após as medições das profundidades dos níveis freáticos e calculadas as cotas das “bocas” dos furos de sondagem, foram calculadas as cotas relativas dos Níveis de Água – NA (potenciometrias) de cada furo, conforme Tabela 5.1.5.2-5, onde é apresentado o conjunto destes resultados, o que possibilitou a elaboração do Mapa Potenciométrico (Carta Hídrica ou Mapa Hidrogeológico) que apresenta as direções de fluxo subterrâneo.

Tabela 5.1.5.2-5: Dados do Nivelamento Geométrico dos poços da área.

FUROS	COORDENADAS UTM		Prof. Total FS	Cota Boca	Prof. NA	Cota NA	Data Medição
	E (m)	N (m)					
<b>FS 01</b>	<b>295.359</b>	<b>7.653.303</b>	2,80 m	3,032 m	0,198 m	2,834 m	29.08.2009
<b>FS 02</b>	<b>296.404</b>	<b>7.653.632</b>	2,90 m	5,739 m	0,732 m	5,007 m	29.08.2009
<b>FS 03</b>	<b>296.343</b>	<b>7.653.098</b>	2,20 m	6,063 m	0,725 m	5,338 m	29.08.2009
<b>FS 04</b>	<b>297.054</b>	<b>7.652.643</b>	3,30 m	5,850 m	1,386 m	4,464 m	29.08.2009
<b>FS 05</b>	<b>298.514</b>	<b>7.653.707</b>	4,20 m	5,494 m	2,188 m	3,306 m	29.08.2009
<b>FS 06</b>	<b>297.867</b>	<b>7.653.275</b>	3,80 m	6,053 m	1,905 m	4,148 m	29.08.2009
<b>FS 07</b>	<b>298.122</b>	<b>7.652.780</b>	4,10 m	5,202 m	2,582 m	2,620 m	29.08.2009
<b>NA 1</b>	296.100	7.653.830				1,965 (*)	
<b>NA 2</b>	295.985	7.653.721				1,937 (*)	
<b>NA 3</b>	295.313	7.653.356				1.480 (*)	
<b>MG 7</b>	295.993	7.653.708					
- Coordenadas UTM no DATUM SAD - 69, obtidas com GPS de mão							
- Marco MG 7 (DATUM VERTICAL) - Cota= 2,800 m							
- Profundidade dos NAs medida em 29.08.2009 - (*) NA 1, 2 e 3 = Lâmina d'água do canal							

– Elaboração do mapa potenciométrico (carta hídrica)

Em cada ponto de sua extensão, o lençol freático de uma determinada área apresenta um valor diferenciado para o potencial hidráulico. Conhecendo-se o nível piezométrico em vários pontos desse lençol podem-se construir mapas de isopotencial hidráulico, denominados Mapas Potenciométricos, Mapas Hidrogeológicos, Mapas Piezométricos, ou, ainda, Cartas Hídricas, que representam a forma e a elevação de uma superfície piezométrica.

O traçado dos mapas potenciométricos é realizado à semelhança dos mapas topográficos de superfície, onde as curvas de nível correspondem às isopiezas ou linhas equipotenciais, com algumas suavizações. Para o seu traçado utilizam-se técnicas de interpolação e correlação com pontos altimétricos, e a equidistância das isopiezas é definida em função da quantidade de informações disponíveis, escala utilizada no mapeamento, precisão da base cartográfica e objetivos do trabalho, dentre outros. Uma vez delineadas as equipotenciais, o sentido do fluxo do lençol freático, que é sempre ortogonal a essas, passa a ser conhecido.

A partir de mapas potenciométricos é possível estabelecer o padrão do fluxo do lençol freático, determinar os limites e divisores de uma bacia hidrogeológica, definir os gradientes hidráulicos, as áreas de recarga e descarga, estimar as perdas de carga e outros parâmetros. O padrão do fluxo expressa o comportamento geral do escoamento do lençol freático.

As extremidades laterais de uma determinada área, a partir das quais os fluxos não mais se direcionam para o interior, definem os limites externos da bacia hidrogeológica. Esses limites são eixos ao longo dos quais as cargas hidráulicas são máximas, relativamente às áreas adjacentes. Se ao longo desses eixos os fluxos são divergentes, então esses correspondem a um divisor de águas do lençol freático.

Normalmente, as áreas de máximo potencial hidráulico se relacionam às áreas de recarga, ou seja, são porções do terreno onde ocorre a alimentação do aquífero pela infiltração das águas de superfície. Por outro lado, as zonas ou regiões de menor carga

hidráulica correspondem às áreas de descarga, para as quais convergem as linhas de fluxo. Essas áreas podem estar associadas aos elementos de drenagem superficial (rios, fontes, lagos) ou a elementos de drenagem artificial ou profunda dos maciços rochosos, tais como drenos de obras civis, escavações subterrâneas, cavernas de calcário, etc.

Além desses elementos, os mapas piezométricos evidenciam as zonas de concentração de fluxo, que são eixos de drenagens subterrâneas, passagens entre zonas de diferentes permeabilidades e outros.

Os mecanismos de equilíbrio desta superfície são extremamente complexos, sendo condicionados pelo equilíbrio hidrostático, que pode ser influenciado pelos tipos de sedimentos presentes, fluxos eventuais e transientes, recargas locais e externas, oscilação da maré, entre outros fatores.

O sentido de percolação de um fluido em meio granular apresenta-se predominantemente vertical até que este atinja o lençol freático e, a partir desse momento, o fluido adota direções condicionadas pelo gradiente hidráulico do meio.

Neste trabalho, por ser um método com adequada relação custo-benefício, operacionalmente rápido e de precisão adequada às finalidades, optou-se pela medição direta das profundidades dos níveis freáticos dos 7 furos de sondagem implantados de acordo com as condições locais e finalidade dos serviços.

Conhecidas as altimetrias e os desníveis relativos entre os níveis freáticos dos 7 furos de sondagem e seu posicionamento planimétrico, conforme exposto anteriormente na Tabela 5.1.5.2-6, esses foram lançados sobre base cartográfica, e, por interpolação de valores das altimetrias dos NAs e correlação dessas com as altitudes da superfície topográfica foi possível o traçado das linhas equipotenciais e a definição das direções preferenciais do fluxo subterrâneo para a área objeto, constituindo-se no Mapa Potenciométrico constante da Figura 5.1.5.2-10, a seguir.

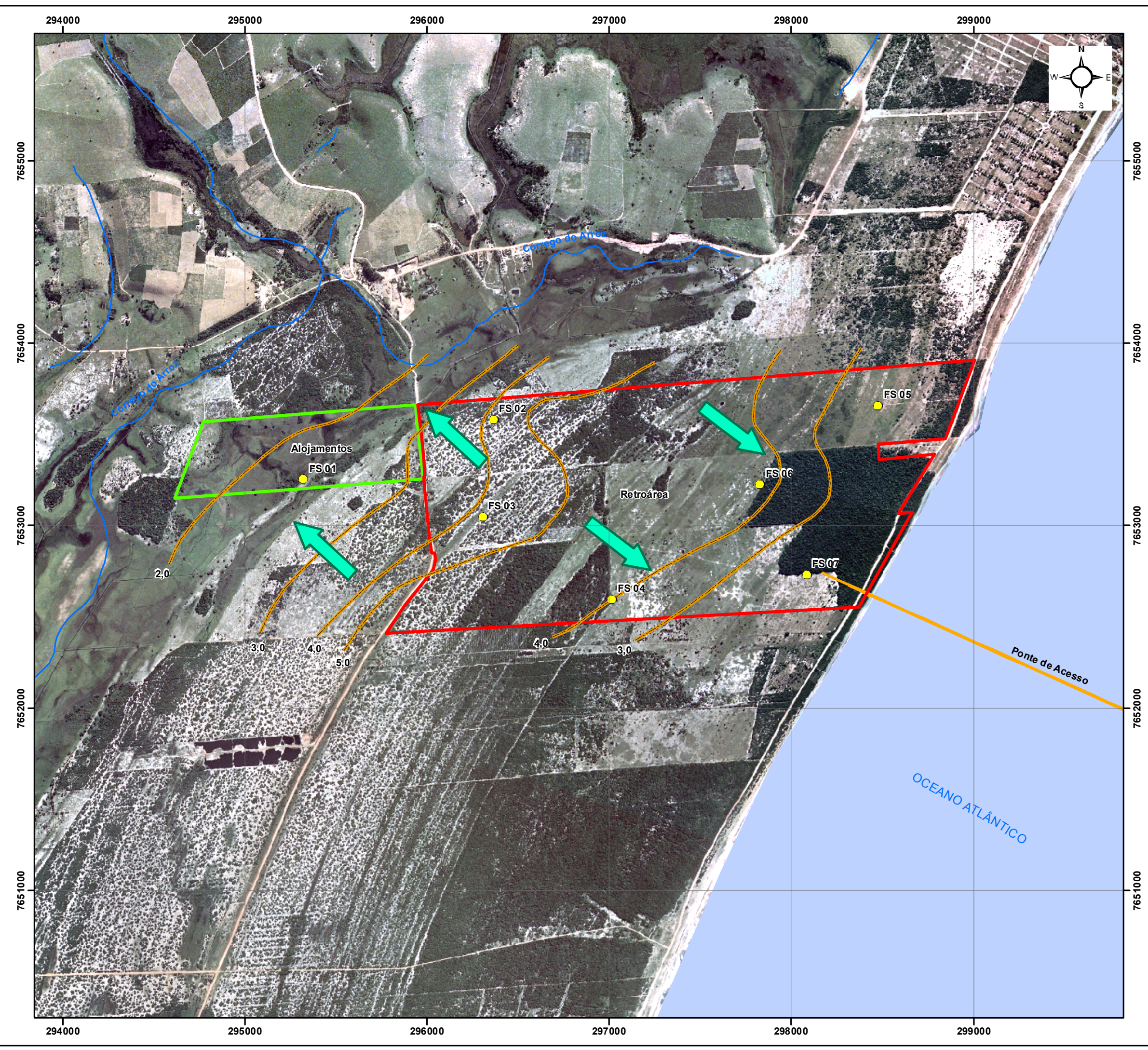


Na porção mais elevada da área de estudo, no topo dos Cordões Litorâneos, o lençol freático está posicionado a uma carga hidráulica (cota altimétrica do aquífero) de 5,355 metros. Essa carga hidráulica reduz em dois sentidos, tanto para leste em direção ao oceano, como para oeste, rumo à planície fluvial onde se tem uma região alagável. Nesses dois extremos se encontram as porções mais rebaixadas do aquífero.

Desta forma, verificam-se duas direções preferenciais de fluxo das águas subterrâneas na área de estudo partindo de uma elevação do aquífero na parte central da área, que corresponde a um divisor de águas subterrâneas, conforme representado no Mapa Potenciométrico.

Com base nos resultados das direções preferenciais de fluxo é possível concluir que a topografia da área exerce fundamental influência e controle sobre as direções dos fluxos das águas subterrâneas, que se direcionam para as porções mais baixas do terreno.





### Legenda

- Ponto de Localização dos Furos de Sondagem
- Hidrografia
- Ponte de Acesso
- Linhas Equipotenciais
- Retroárea
- Área dos Alojamentos
- ➔ Direção Preferencial de Fluxo

### Informações do Potencial Hidráulico

Furos	Potencial Hidráulico
FS01	2,834
FS02	5,007
FS03	5,338
FS04	4,464
FS05	3,306
FS06	4,148
FS07	2,620

### EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES

5.1.5.2-10 Mapa Potenciométrico

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala: 1:20.000

Elaborado Por: Juliana Kerckhoff Data: Dezembro/2009





– Velocidade aparente das águas do lençol freático

Os ensaios de permeabilidade realizados no campo em 4 furos de sondagem permitiram avaliar que a permeabilidade (K) dos solos na área de estudo é média alta, conferindo velocidade de deslocamento para fluidos em subsuperfície que irá depender do gradiente hidráulico associado.

De posse dos coeficientes de permeabilidade foi possível a determinação da velocidade aparente de fluxo das águas subterrâneas entre os furos de sondagem FS 02 e FS 07 rumo ao oceano. Essas velocidades foram calculadas com base na Lei de Darcy, definida em CETESB (1978):

Onde,

$$V_{ap} = - K \cdot I$$

Sendo:

Vap - Velocidade aparente de fluxo

K - o valor médio da Condutividade Hidráulica (Testes de Permeabilidade) entre os poços considerados.

I - gradiente hidráulico entre os dois poços considerados, sendo igual ao quociente entre a diferença dos níveis de água nos poços e a distância horizontal entre os mesmos.

Desta forma, o cálculo da velocidade aparente de fluxo das águas subterrâneas entre os furos de sondagem FS 02 e FS 07 indicou a seguinte velocidade:

- Furos 02 e 07

$$V_{ap} (02-07) = 19,86 \text{ cm/ano}$$

Considerando-se uma porosidade efetiva de 25% para os sedimentos argilo-arenosos na área dos sedimentos Barreiras, ter-se-á uma velocidade aparente de fluxo 28,37 cm/ano.

Cabe observar que essas velocidades aparentes são apenas indicativas e fruto de dados pontuais.

– Qualidade das águas subterrâneas do lençol freático

Os furos de sondagem, mesmo de caráter provisório, também tiveram como objetivo permitir a coleta de amostras de águas subterrâneas para posterior encaminhamento para análises laboratoriais para diversos parâmetros físico-químicos.

Embora a área de estudo não apresente histórico de atividades industriais ou outras que pudessem contaminar os solos e as águas subterrâneas, optou-se por realizar um amplo escopo de análises químicas de forma que os resultados possam funcionar como valores de referência ao longo do tempo.

Foram selecionados 3 poços para coleta de água (FS 01, FS 02 e FS 03), sendo o primeiro na região dos sedimentos fluviais e os dois outros na região dos sedimentos arenosos marinhos.

Foram analisados os seguintes parâmetros nos 3 furos nos quais foram coletadas amostras de águas subterrâneas: HPAs (Hidrocarbonetos Poli Aromáticos), VOCs (Compostos Orgânicos Voláteis), Metais (Alumínio, Ferro, Manganês, Chumbo, Cromo, Cádmio, Mercúrio, Arsênio, Zinco e Sódio), Fenóis e Cloretos.

Previamente ao início da coleta de amostras de água nos poços de monitoramento, o Laboratório Innolab enviou para Vitória uma caixa térmica contendo toda a frascaria a ser utilizada para acondicionamento das amostras de água subterrânea dos 2 furos de sondagem. Ressalta-se que os frascos já chegaram identificados quanto aos parâmetros a serem analisados e, quando aplicável, com os respectivos preservantes contidos em seu interior.

Para as amostragens foram utilizados *baylers* descartáveis individuais para cada furo de sondagem, sendo em seguida as amostras armazenadas em caixa de isopor.



Depois de finalizada a coleta das amostras, procedeu-se à preservação delas em gelo no interior das caixas térmicas, preenchendo-se a cadeia de custódia que acompanhou as amostras até o Laboratório Innolab no Rio de Janeiro.

As metodologias utilizadas pelo laboratório encontram-se relacionadas na Tabela 5.1.5.2-6, a seguir.

Tabela 5.1.5.2-6: Parâmetros analisados e metodologias de análise do Laboratório Innolab.

<b>Parâmetro analisado</b>	<b>Método</b>
<b>VOC (Compostos Orgânicos Voláteis)</b>	<b>EPA 8260 (C):2006/EPA 5021 (A):2003</b>
<b>Metais</b>	<b>APHA AWWA 21<sup>a</sup>. Ed. 3030F e 3120B</b>
<b>Cloretos</b>	<b>Íon Seletivo</b>
<b>Fenóis</b>	<b>MA – 013 – L2</b>
<b>PAH (Hidrocarbonetos Poliaromáticos)</b>	<b>EPA 8270 (D): 2007 / EPA 3510 (C): 1996</b>

A Figura 5.1.5.2-11 apresenta imagens da coleta de águas subterrâneas que ocorreu no dia 3 de setembro de 2009. A Figura 5.1.5.2-10, referente à Carta Hídrica (Mapa Potenciométrico), apresentada anteriormente, indica a localização dos furos em que houve a coleta de amostras para análises laboratoriais.



Figura 5.1.5.2-11: Imagens que ilustram o material utilizado na amostragem, o purgamento dos poços provisórios, a amostragem e a preservação das amostras.

Após 3 semanas, o Laboratório Innolab forneceu os resultados das análises realizadas nas amostras. As Tabelas 5.1.5.2-7 a 5.1.5.2-10, a seguir, apresentam os resultados para metais, voláteis orgânicos (VOCs), Hidrocarbonetos Poliaromáticos (PAHs) e Fenóis/Cloretos, respectivamente. O Anexo 11 apresenta os laudos laboratoriais de solos (pedologia) e água subterrânea

Tabela 5.1.5.2-7: Resultados analíticos para metais nas amostras de água subterrânea.

Identificação Ponto de Coleta	Metais									
	Al (µg/L)	Fe (µg/L)	Mn (µg/L)	Pb (µg/L)	Cr (µg/L)	Cd (µg/L)	Hg (µg/L)	As (µg/L)	Zn (µg/L)	Na (µg/L)
FS 01	770	8250	27	ND	10	ND	ND	11	27	12690
FS 03	4040	8250	27	4	15	ND	ND	ND	ND	12690
FS 05	1310	17210	81	ND	23	ND	ND	27	30	14910
Padrão	Al (µg/L)	Fe (µg/L)	Mn (µg/L)	Pb (µg/L)	Cr (µg/L)	Cd (µg/L)	Hg (µg/L)	As (µg/L)	Zn (µg/L)	Na (µg/L)
Resolução CONAMA 396/08	200	300	100	10	50	5	1	10	5.000	200.000
Portaria 518 do Ministério da Saúde	200	300	100	10	50	5	-	10	5.000	200.000
Padrão Holandês I - intervention	-	-	-	75	30	6	0,3	60	800	-
Valor que ultrapassou pelo menos um padrão de referência.										

Tabela 5.1.5.2-8: Resultados analíticos para Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) nas amostras de água subterrânea.

Parâmetros	Amostras de Água Subterrânea (mg/L)			Portaria 518 do MS (µg/L)	Resolução CONAMA 396/08 (µg/L)	Padrão Holandês (µg/L)
	ÁREA DA FERROUS			Potabilidade	Consumo Humano	Intervention
	FS 01	FS 02	FS 03			
Diclorodifluorometano	nd	nd	nd	-	-	-
Bromometano	nd	nd	nd	-	-	-
Fluortriclorometano	nd	nd	nd	-	-	-
1,1 – Dicloroetano	nd	nd	nd	30	30	10
Diclorometano	nd	nd	nd	20	20	1000
1,2 Dicloroetano, trans	nd	nd	nd	-	50 * <sup>1</sup>	20
1,1 Dicloroetano	nd	nd	nd	-	-	900
1,2 Dicloroetano, cis	nd	nd	nd	-	50 * <sup>1</sup>	20
2,2 – Dicloropropano	nd	nd	nd	-	-	-
Bromoclorometano	nd	nd	nd	-	-	-
Clorofórmio (triclorometano)	nd	nd	nd	-	200	400
1,1,1 – Tricloroetano	nd	nd	nd	-	-	300
1,2 – Dicloroetano	nd	nd	nd	10	10	400
1,1 – Dicloropropeno	nd	nd	nd	-	-	-
Benzeno	nd	nd	nd	5	5	30
Tetracloroeto de carbono	nd	nd	nd	2	2	-
Tricloroetano	nd	nd	nd	70	-	500
1,2 – Dicloropropano	nd	nd	nd	-	-	-
Dibromometano	nd	nd	nd	-	-	-
Diclorobromometano	nd	nd	nd	-	-	-
1,3 – Dicloropropeno, trans	nd	nd	nd	-	-	-
1,3 – Dicloropropeno, cis	nd	nd	nd	-	-	-
Tolueno	nd	nd	nd	-	170	1000
1,1,2 – Tricloroetano	nd	nd	nd	-	-	130
1,3 Dicloropropano	nd	nd	nd	-	-	-
Dibromoclorometano	nd	nd	nd	-	-	-
Tetracloroetano	nd	nd	nd	40	40	40

\*1 - Somatória de 1,2 Dicloroetano, trans e cis.

\*2 – Somatória para os triclorobenzenos (1,2,4-TCB + 1,3,5-TCB + 1,2,3).

\*3 – Somatória para os triclorobenzenos.

\*4 – Somatória para os diclorobenzenos.



Tabela 5.1.5.2-8: Resultados analíticos para Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) nas amostras de água subterrânea. Continuação.

Parâmetros	Amostras de Água Subterrânea (mg/L)			Portaria 518 do MS (µg/L)	Resolução CONAMA 396/08 (µg/L)	Padrão Holandês (µg/L)
	ÁREA DA FERROUS			Potabilidade	Consumo Humano	Intervention
	FS 01	FS 02	FS 03			
1,2 – Dibromoetano	nd	nd	nd	-	-	-
Clorobenzeno	nd	nd	nd	-	-	244
1,1,1,2 – Tetracloroetano	nd	nd	nd	-	-	-
Etilbenzeno	nd	nd	nd	-	200	150
m,p – Xilenos	nd	nd	nd	-	Soma = 300	70
o – xilenos	nd	nd	nd	-		Soma = 70
Estireno	nd	nd	nd	20	20	300
Bromoformio (Tribromometano)	nd	nd	nd	-	-	-
Cumene (1 – metil - etilbenzeno)	nd	nd	nd	-	-	-
1,2,3 – Tricloropropano	nd	nd	nd	-	-	-
Bromobenzeno	nd	nd	nd	-	-	-
n – Propilbenzeno	nd	nd	nd	-	-	-
2 – Clorotolueno	nd	nd	nd	-	-	-
4 – Clorotolueno	nd	nd	nd	-	-	-
Mesetileno	nd	nd	nd	-	-	-
Terti – Butilbenzeno	nd	nd	nd	-	-	-
1,2,4 – Trimetilbenzeno	nd	nd	nd	-	-	-
Secbutilbenzeno	nd	nd	nd	-	-	-
1,3 – Diclorobenzeno	nd	nd	nd	-	-	50* <sup>4</sup>
1,4 – Diclorobenzeno	nd	nd	nd	-	300	50* <sup>4</sup>
4 – Isopropiltolueno	nd	nd	nd	-	-	-
1,2 – Diclorobenzeno	nd	nd	nd	-	1.000	50* <sup>3</sup>
n – Butilbenzeno	nd	nd	nd	-	-	-
1,2 – Dibromo 3 Cloropropano	nd	nd	nd	-	-	-
1,2,4 – Triclorobenzeno	nd	nd	nd	20* <sup>3</sup>	20* <sup>2</sup>	10* <sup>2</sup>
Hexaclorobutadieno	nd	nd	nd	-	-	-
1,2,3 – Triclorobenzeno	nd	nd	nd	20* <sup>3</sup>	20* <sup>2</sup>	10* <sup>2</sup>
Cloreto de Vinila	nd	nd	nd	5	5	5
1,1,2,2 – Tetracloroetano	nd	nd	nd	-	-	-

\*1 - Somatória de 1,2 Dicloroetano, trans e cis.

\*2 – Somatória para os triclorobenzenos (1,2,4-TCB + 1,3,5-TCB + 1,2,3).

\*3 – Somatória para os triclorobenzenos.

\*4 – Somatória para os diclorobenzenos.

Tabela 5.1.5.2-9: Resultados analíticos para Hidrocarbonetos Poliaromáticos nas amostras de água subterrânea.

Parâmetros	Amostras de Água Subterrânea (ug/L)			Portaria 518 do MS (µg/L)	Resolução CONAMA 396/08 (µg/L)	Padrão Holandês (µg/L)
	ÁREA da FERROUS					
	FS 01	FS 03	FS 05	Potabilidade	Consumo Humano	Intervention
Naftaleno	nd	nd	nd	-	-	70
Acenaftileno	nd	nd	nd	-	-	-
Acenafteno	nd	nd	nd	-	-	-
Fluoreno	nd	nd	nd	-	-	-
Fenantreno	nd	nd	nd	-	-	5
Antraceno	nd	nd	nd	-	-	5
Fluoranteno	nd	nd	nd	-	-	1
Pireno	nd	nd	nd	-	-	-
Benzo(a)antraceno	nd	nd	nd	-	0,05	0,5
Criseno	nd	nd	nd	-	0,05	0,2
Benzo(a)fluoranteno	nd	nd	nd	-	-	-
Benzo(k)fluoranteno	nd	nd	nd	-	0,05	0,05
Benzo(a)pireno	nd	nd	nd	0,7	0,05	0,05
Indeno(1,2,3,cd)pireno	nd	nd	nd	-	0,05	0,05
Dibenzo(a,h)antraceno	nd	nd	nd	-	0,05	-
Benzo(g,h,i)perileno	nd	nd	nd	-	-	0,05

Tabela 5.1.5.2-10: Resultados analíticos para fenóis e cloretos nas águas subterrâneas.

Ponto de Coleta	Parâmetros	
	Fenol (µg/L)	Cloreto (µg/L)
FS 01	nd	17000
FS 02	12,1	15000
FS 03	27,4	27000
Padrão	Fenol (µg/L)	Cloreto (µg/L)
Resolução CONAMA 396/08	3	250.000
Portaria 518 do MS (Potabilidade)	-	250.000
Padrão Holandês I –intervention	2000	-

Valor que ultrapassou pelo menos um padrão de referência.

Como padrão de comparação para os resultados analíticos obtidos em laboratório, foi adotada a Resolução CONAMA 396/08 de abril de 2008 em substituição à legislação da CETESB, que, embora obrigatoriamente aplicável a São Paulo, também vinha sendo aplicada em todo o Brasil, uma vez que até então o país não possuía, no âmbito nacional, uma legislação específica para águas subterrâneas.

Essa Resolução que dispõe sobre as diretrizes ambientais para enquadramento das águas subterrâneas apresenta, dentre outros aspectos, uma listagem de compostos com os respectivos Valores Máximos Permitidos para as águas subterrâneas no Brasil. Foram utilizados os Valores Máximos Permitidos (VMP) dessa Resolução CONAMA referentes ao uso preponderante de consumo humano, que é mais conservador e restritivo que os usos preponderantes referentes à dessedentação de animais, irrigação e recreação.

Ainda assim, para alguns parâmetros que não possuem valores orientadores na listagem da Resolução CONAMA 396/08, foram adotados como referência secundária os padrões utilizados no Nível I (*Intervention Value*) da “Lista Holandesa” (*Groundwater and Soil Remediation Intervention Values*, de Fevereiro de 2000), emitidos pelo VROM (*Dutch Ministry of Housing, Physical Planning and the Environment*).

Para as águas subterrâneas, o Código das Águas (Leis Federais Nº. 6.938 e 7.804 Alterações) determina que todas as águas subterrâneas são, via de regra, potáveis. Desse modo, a listagem da Resolução CONAMA 396 considerou, para definição dos Valores Máximos Permitidos para o uso preponderante de consumo humano, os padrões de potabilidade constantes na Portaria 518/2005 do Ministério da Saúde. Essa portaria estabelece os limites de potabilidade de água para consumo humano.

Sendo assim, na presente análise adotaram-se, para as águas subterrâneas, primeiramente os valores orientadores constantes da listagem da Resolução CONAMA 396/08, e, secundariamente, para aqueles parâmetros não relacionados na listagem da referida Resolução, os limites de potabilidade da Portaria 518 do Ministério da Saúde e o Nível I (*Intervention Value*) da “Lista Holandesa”, de modo a avaliar os compostos não listados também pela nova Portaria 518.

Apresentam-se a seguir as observações quanto aos resultados analíticos obtidos na caracterização das águas subterrâneas do lençol freático da AID para os diversos parâmetros analisados.

– Metais

Com base nos resultados obtidos, podem-se traçar as seguintes considerações sobre os resultados das análises das águas subterrâneas:

Para os parâmetros **Alumínio** (Al) e **Ferro** (Fe), os resultados para as 3 amostras de águas subterrâneas indicaram valores acima dos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 396/08 e na Portaria 518 do Ministério da Saúde, enquanto o Padrão Holandês não estabelece limite para esses parâmetros.

Os resultados nas amostras FS 01 e FS 03 encontraram-se abaixo daquele apresentado pela amostra do FS 05, o que pode ser um indicativo da presença dos metais Ferro e Alumínio em maiores concentrações nas proximidades da linha de costa, uma vez que o furo FS 05 encontra-se mais próximo desta linha que os outros 2 furos, ressaltando que o FS 01, onde foram mais baixas as concentrações destes metais, corresponde ao furo mais distante da linha de costa e onde não se tem uma sedimentação marinha, mas sim fluvial.

Cabe ainda observar que, mesmo muito elevadas, as concentrações de Ferro e Manganês correspondem a resultados esperados para as águas subterrâneas em regiões onde se encontra a unidade geológica do Grupo Barreiras, ou de sedimentos mais novos que tenham como fonte de aporte os sedimentos alterados desta unidade, onde se verifica a presença sistemática de concreções ferruginosas (cangas limoníticas) ao longo do pacote sedimentar desta unidade.

Para o parâmetro **Arsênio** (As), os resultados para as amostras de águas subterrâneas nos furos FS 01 e FS 05 indicaram concentrações de 11 ug/L e 27 ug/L, respectivamente, e, portanto acima dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 396/08 e Portaria



518 do Ministério da Saúde, que é 10 ug/L, mas abaixo do Padrão Holandês, que é de 60 ug/L. No furo FS 03 não foi detectada concentração deste metal acima dos limites de detecção do método.

Quanto à fonte potencial deste metal nas águas subterrâneas da área de estudo, embora se trate de uma caracterização preliminar, o fato de não existir um histórico de uso nesta área de insumos ou resíduos que tivessem este elemento como componente leva a crer que as fontes potenciais principais deste elemento possam ser o mar ou os próprios sedimentos. O Projeto de Monitoramento do Lençol Freático a ser implementado nas Fases de Implantação e Operação do Projeto Ferrous deverá esclarecer esta questão.

Para os parâmetros **Mercúrio** (Hg), **Chumbo** (Pb), **Cromo** (Cr), **Cádmio** (Cd), **Manganês** (Mn), **Zinco** (Zn) e **Sódio** (Na), os resultados para as 3 amostras dos 3 furos indicaram concentrações que se enquadram dentro dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 396/08, pela Portaria 518 do Ministério da Saúde e pelo Padrão Holandês, ou ainda, não apresentaram concentrações superiores aos limites de detecção do método.

– Cloretos

Para o parâmetro **Cloretos**, os resultados para as 3 amostras de águas subterrâneas dos furos FS 01, FS 03 e FS 05 indicaram a presença destes compostos em níveis inferiores àqueles estabelecidos na Resolução CONAMA 396/08 e na Portaria 518 do Ministério da Saúde para os padrões de potabilidade. O Padrão Holandês não define um limite de intervenção para este parâmetro.

– Fenóis

Para o parâmetro **Fenol**, os resultados para as amostras de águas subterrâneas nos furos FS 02 e FS 03 indicaram concentrações acima dos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 396/08, com valores de 12,1ug/L e 27,4 ug/L, respectivamente, e, portanto acima dos 3 ug/L estabelecidos por esta Resolução. Estes resultados, contudo, situam-se muito abaixo do limite do Padrão Holandês, que é de 2000 ug/L. Para o furo FS 01, as concentrações encontram-se abaixo dos limites de detecção do método. Não se advoga,

até o momento, nenhuma fonte potencial para este parâmetro nas águas subterrâneas da região, o que deverá ser mais bem entendido a partir da implantação do Programa de Monitoramento.

– Compostos Voláteis Orgânicos (VOCs)

Para os 56 compostos analisados nas 3 amostras de água coletadas na área de influência direta do empreendimento, os resultados não indicaram a presença de nenhum composto orgânico volátil em concentrações acima dos limites de quantificação e detecção dos métodos utilizados, que são compatíveis com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 396, no Padrão Holandês e na Portaria 518 do Ministério da Saúde.

– Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPAs)

Para os 16 compostos analisados nas 3 amostras de água coletadas na área de influência direta do empreendimento, os resultados não indicaram a presença de nenhum hidrocarboneto poliaromático em concentrações acima dos limites de quantificação e detecção dos métodos utilizados, que são compatíveis com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 396, no Padrão Holandês e na Portaria 518 do Ministério da Saúde

### 5.1.5.3 Qualidade águas marinho-costeiras

#### a) Considerações gerais

Este estudo é uma consolidação de dois levantamentos realizados em águas costeiras do município de Presidente Kennedy em que se buscou realizar uma caracterização mais aprofundada da área, já que o número de estudos hidroquímicos e geoquímicos em águas costeiras do extremo sul capixaba é escasso.

Os parâmetros indicadores de qualidade das águas analisados foram: temperatura, salinidade, condutividade, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, pH, turbidez, metais pesados, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, DBO, fosfato, nitritos, nitratos e nitrogênio amoniacal (Tabela 5.1.5.3-1). Tais parâmetros foram comparados com os

critérios estabelecidos na Legislação Ambiental, Resolução CONAMA 357/05 quando presentes na referida Resolução.

No mapa apresentado a seguir (Figura 5.1.5.3-1) encontra-se a malha amostral utilizada no presente estudo. Posteriormente são apresentadas, na Tabela 5.1.5.3-2, as coordenadas geográficas com a localização de cada ponto amostrado.

Quanto à malha amostral, foram distribuídos 14 pontos ao longo da área de influência do empreendimento, com algumas estações situadas próximo à costa e outras situadas em mar aberto, em profundidades superiores a 20 metros. A adoção desta malha teve como objetivo o diagnóstico da qualidade das águas marinho-costeiras (nas campanhas realizadas em agosto/2009 e março/2010) sob uma ótica mais macro, possibilitando a diferenciação entre as estações (rasas) mais influenciadas por processos continentais em relação àquelas estações situadas mais distantes da costa.

A seguir apresentamos os dados de maré, quando da realização das duas campanhas de campo:

#### 1ª Campanha

Data: 12/08/09

Maré cheia: 06:30 hs - 1,3 m

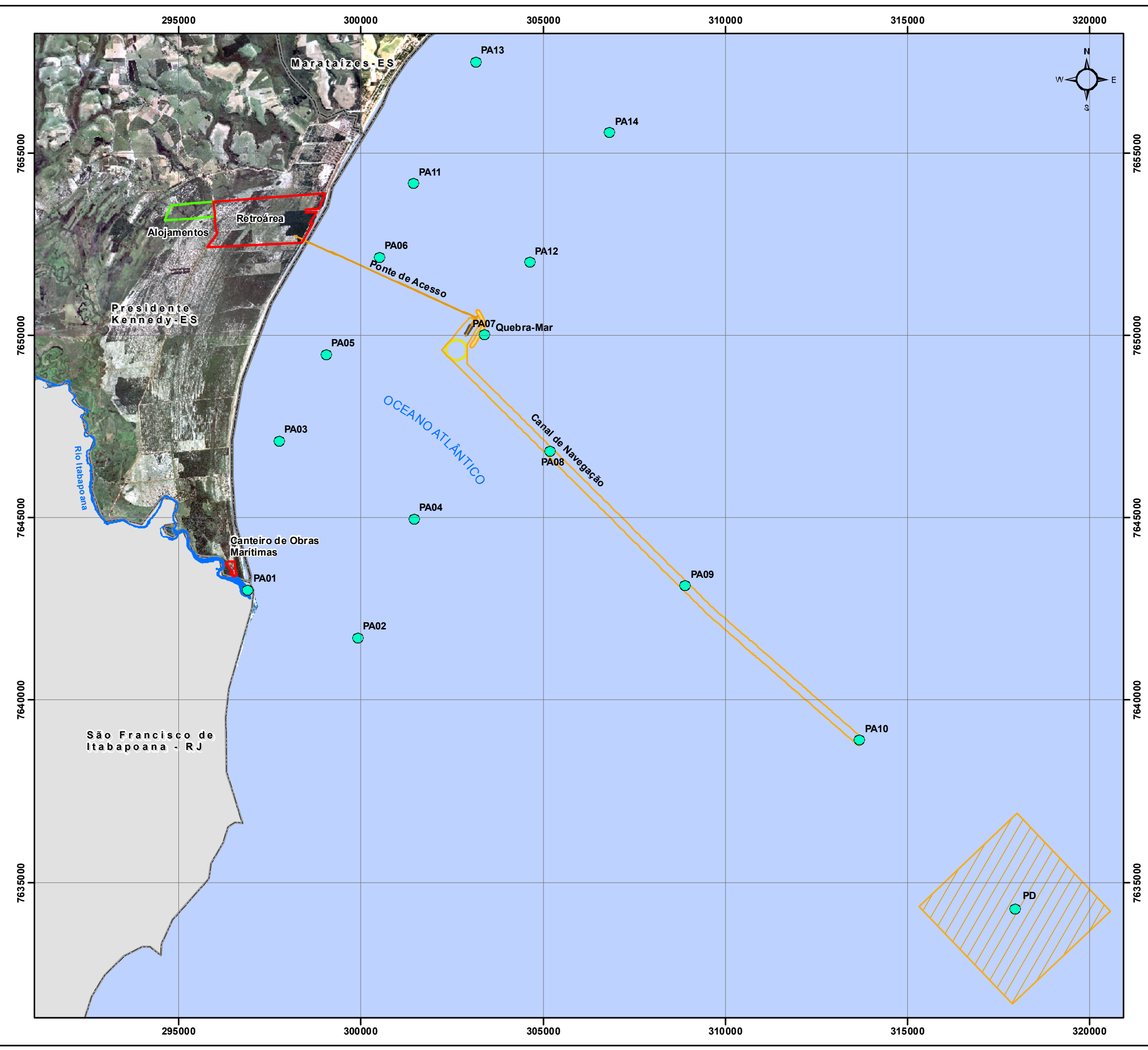
Maré vazia: 12:45 hs - 0,4 m (lua minguante – maré de quadratura)

#### 2ª Campanha

Data: 30/03/10

Maré vazia: 09:20 hs – 0,1 m

Maré cheia: 15:10 hs – 1,70 m (lua cheia – maré de sízigia)



### Legenda

Pontos de Localização das Estações de Coleta de Água Marinha

Nome	Longitude	Latitude
PD	317947,82	7634273,91
PA01	296881,33	7643022,70
PA02	299906,23	7641700,64
PA03	297745,06	7647104,13
PA04	301452,72	7644967,66
PA05	299032,38	7649479,30
PA06	300500,03	7652150,79
PA07	303368,77	7650017,39
PA08	305169,86	7646830,45
PA09	308890,30	7643136,02
PA10	313678,25	7638896,88
PA11	301432,43	7654170,65
PA12	304617,29	7652008,61
PA13	303147,20	7657503,99
PA14	306815,97	7655570,00

- Baía de Evolução
- Ponte de Acesso / Canal de Navegação
- Quebra Mar
- Área de Descarte
- Rio Itabapoana
- Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
- Área dos Alojamentos
- Limite Municipal - Espírito Santo
- Limite Estadual - Rio de Janeiro

### EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES

Figura 5.1.5.3- 1 Mapa de Localização das Estações de Coleta de Água Marinho - Costeira

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala: 1:100.000

Elaborado Por: Hector Fabrício Data: Novembro/2009





## b) Metodologia

Na Tabela 5.1.5.3-1 encontram-se sumarizados os métodos de determinação analítica e os respectivos Limites de detecção para cada parâmetro considerado neste diagnóstico. As coordenadas geográficas de cada ponto onde houve coleta de amostra encontram-se descritas na Tabela 5.1.5.3-2

Tabela 5.1.5.3-1: Parâmetros, métodos de análises e os limites de detecção observados durante as coletas realizadas nos dias 12 de agosto de 2009 e 30 de março de 2010 nas imediações do empreendimento.

PARÂMETROS	MÉTODOS	LIMITES DE DETECÇÃO
Temperatura	Sonda Multiparâmetros (mod. Hydrolab)	0,01°C
pH		0,01
Oxigênio Dissolvido		0,01 mg/L
Condutividade		0,1 mS/cm
Salinidade		0,01ups
Turbidez		0
Fosfato	Método: MA – 014 – L2	0,01 mg/L
Nitrogênio Amoniacal	Método: MA – 025 – L2	0,01 mg/L
Nitrato	Método: *4500E	0,005 mg/L
Nitrito	Método: *4500B	0,005 mg/L
Alumínio (Al)	Método: *3030Fe3120B	0,04
Arsênio (As)	Método: *3030Fe3120B	0,03
Cádmio (Cd)	Método: *3030Fe3120B	0,004
Chumbo (Pb)	Método: *3030Fe3120B	0,02
Cobre (Cu)	Método: *3030Fe3120B	0,004
Cromo (Cr)	Método: *3030Fe3120B	0,004
Ferro Dissolvido	Método: *3030Fe3120B	0,1
Manganês (Mn)	Método: *3030Fe3120B	0,01
Mercúrio (Hg)	Método: *3030Fe	0,0002
Níquel (Ni)	Método: *3030Fe3120B	0,02
Zinco (Zn)	Método: *3030Fe3120B	0,02
Óleos e Graxas	Método: MA-015-L2	2
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAHs)	Métodos: USEPA 8270 D: 2007 USEPA 3510 C: 1996	0,03 (µg/L)

\*Fonte: Standard Methods for the Examination of water and wastewater (APHA; AWWA; WEF, 2005) - 21ª edição.

Tabela 5.1.5.3-2: Localização das estações de amostragem nas águas marinho-costeiras sob possível influência do empreendimento.

ESTAÇÕES	COORDENADAS UTM (WGS 84)	
	Longitude	Latitude
1	296881.327	7643022.696
2	299906.233	7641700.641
3	297745.055	7647104.133
4	301452.718	7644967.663
5	299032.381	7649479.304
6	300500.031	7652150.794
7	303368.774	7650017.392
8	305169.863	7646830.452
9	308890.297	7643136.018
10	313678.249	7638896.881
11	301432.426	7654170.652
12	304617.293	7652008.608
13	303147.202	7657503.987
14	306815.973	7655570.004

### c) Resultados

Nas Tabelas 5.1.5.3-3 a 5.1.5.3-7 são apresentados os resultados da estatística descritiva básica, dos parâmetros considerados neste estudo, cujas coletas foram realizadas nos dias 12 de agosto de 2009 e 30 de março de 2010. O Anexo 05 traz as tabelas descritivas de cada campanha, de acordo com os laudos laboratoriais originais.

Tabela 5.1.5.3-3: Estatística básica dos parâmetros monitorados na massa d'água, conforme as coletas realizadas em agosto/2009 (1ª campanha) e março/2010 (2ª campanha).

Período	Estatística	Temperatura (°C)	Salinidade (psu)	Condutividade (µG/cm)	pH
<b>1ª campanha</b>	Média	23,22	34,11	51,56	8,09
	Desvio	0,21	7,61	11,41	0,06
	máx	23,60	36,27	54,72	8,12
	mín	22,58	0,90	1,77	7,74
<b>2ª campanha</b>	Média	24,65	36,19	54,65	8,08
	Desvio	0,72	0,82	1,08	0,06
	máx	26,27	36,57	55,140	8,170
	mín	23,31	32,30	49,54	7,81
Período	Estatística	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (%)	Óleos e Graxas (mg/L)	Transparência (m)
<b>1ª campanha</b>	Média	6,55	92,99	2,00	2,10
	Desvio	0,40	3,94	0,00	2,40
	máx	7,89	97,60	2,00	9,00
	mín	5,47	78,40	2,00	0,50
<b>2ª campanha</b>	Média	7,79	115,03	2,50	3,07
	Desvio	0,34	5,55	1,09	2,21
	máx	8,45	127,40	6,00	7,50
	mín	7,19	105,40	2,00	0,50

Tabela 5.1.5.3-3: Estatística básica dos parâmetros monitorados na massa d'água, conforme as coletas realizadas em agosto/2009 (1ª campanha) e março/2010 (2ª campanha). Continuação.

Período	Estatística	Turbidez	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)
1ª campanha	Média	31,82	0,01	0,10	0,01
	Desvio	44,61	0,01	0,16	0,00
	máx	222,00	0,04	0,90	0,008
	mín	0,80	0,01	0,01	0,01
2ª campanha	Média	-	0,01	0,16	0,01
	Desvio	-	0,00	0,18	0,01
	máx	-	0,01	0,564	0,027
	mín	-	0,01	0,01	0,01
Período	Estatística	DBO (mg/L)	Fosfato (mg/L)		
1ª campanha	Média	6,02	0,05		
	Desvio	1,41	0,02		
	máx	9,00	0,10		
	máx	5,00	0,02		
2ª campanha	Média	2,00	0,01		
	Desvio	0,00	0,00		
	máx	2,00	0,03		
	mín	2,00	0,01		



Tabela 5.1.5.3-4: Estatística básica referentes aos metais monitorados na massa d'água, conforme as coletas realizadas em agosto/2009 (1ª campanha) e março/2010 (2ª campanha).

1ª Campanha											
	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Ferro Dissolvido	Mn	Hg	Ni	Zn
Média	0,51	0,03	0,004	0,02	0,004	0,004	0,29	0,02	0,000	0,02	0,04
Desvio	0,44	0,00	0,000	0,002	0,001	0,002	0,30	0,03	0,000	0,00	0,04
Mín	0,04	0,03	0,004	0,02	0,004	0,004	0,1	0,01	0,0002	0,02	0,02
Máx	1,49	0,03	0,004	0,03	0,009	0,013	1,4	0,12	0,0005	0,02	0,21
2ª Campanha											
Média	0,04	0,01	0,001	0,007	0,001	0,004	0,044	0,005	0,000	0,004	0,01
Desvio	0,04	0,01	0,000	0,004	0,001	0,003	0,062	0,005	0,000	0,000	0,01
Mín	0,01	0,007	0,001	0,004	0,001	0,001	0,01	0,003	0,0002	0,004	0,004
Máx	0,17	0,025	0,001	0,018	0,006	0,012	0,31	0,028	0,0028	0,004	0,034
CONAMA 357/2005	1,5	0,01	0,005	0,01	0,005	0,05	0,3	0,1	0,0002	0,025	0,09

Tabela 5.1.5.3-5: Estatística básica referentes aos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) monitorados na massa d'água, conforme as coletas realizadas em agosto/2009 (1ª campanha) e março/2010 (2ª campanha).

Período	Estatística	Acenafteno	Acenaftileno	Antraceno	Benzo(a)antraceno
1ª campanha	Média	0,03	0,03	0,03	0,03
	Desvio	-	-	-	-
	mín	-	-	-	-
	máx	-	-	-	-
2ª campanha	Média	0,04	0,03	0,03	0,03
	Desvio	0,07	0,00	0,00	0,00
	mín	0,03	0,03	0,03	0,03
	máx	0,47	0,03	0,03	0,03
Período	Estatística	Benzo(b)fluoranteno	Benzo(k)fluoranteno	Benzo(a)pireno	Benzo(g,h,i)perileno
1ª campanha	Média	0,03	0,03	0,03	0,03
	Desvio	-	-	-	-
	mín	-	-	-	-
	máx	-	-	-	-
2ª campanha	Média	0,03	0,03	0,03	0,03
	Desvio	0,00	0,00	0,00	0,00
	mín	0,03	0,03	0,03	0,03
	máx	0,03	0,03	0,03	0,03

\*: N: 28 amostras em cada profundidade (superfície, meio e fundo), totalizando 84 dados de cada parâmetro por campanha.

\*\*.: Na 1ª campanha só foram realizadas coletas em superfície.

Tabela 5.1.5.3-5: Estatística básica referentes aos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) monitorados na massa d'água, conforme as coletas realizadas em agosto/2009 (1ª campanha) e março/2010 (2ª campanha). Continuação.

Período	Estatística	Criseno	Dibenzo(a.b)antraceno	Fenantreno	Fluoranteno
1ª campanha	Média	0,03	0,03	0,03	0,03
	Desvio	-	-	-	-
	mín	-	-	-	-
	máx	-	-	-	-
2ª campanha	Média	0,03	0,03	0,05	0,03
	Desvio	0,00	0,00	0,14	0,00
	mín	0,03	0,03	0,03	0,03
	máx	0,03	0,03	0,96	0,03
Período	Estatística	Fluoreno	Indeno (1,2,3)	Naftaleno	Pireno
1ª campanha	Média	0,03	0,03	0,03	0,03
	Desvio	-	-	-	-
	mín	-	-	-	-
	máx	-	-	-	-
2ª campanha	Média	0,03	0,07	0,26	0,03
	Desvio	0,00	0,25	1,45	0,00
	mín	0,03	0,03	0,03	0,03
	máx	0,03	1,66	9,53	0,03

Tabela 5.1.5.3-6: Valores médios, máximo e mínimo e desvio padrão de parâmetros físico-químicos obtidos para a região costeira próxima ao empreendimento, bem como limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 para águas salinas, Classe 1.

Parâmetros	Ubu1 Out/01	Ubu1 Jan/02	Ubu1 Abr/02	Ubu1 Jul/02	Ubu2 Mai/05	Ubu3 Set/07	Ubu3 Out/07	Ubu3 Out/07	Ubu4 Jul/09	CONAMA 357/2005
Temperatura (°C)	21,43	22,93	21,3	23,01	25,3	22,7	23,0	23,5	22,2	-
Salinidade (psu)	37,14	37,69	37,15	37,58	36,0	37,8	37,0	37,5	35,6	-
pH	8,14	8,46	8,1	8,1	7,5	8,09	8,11	8,14	8,12	6,5 – 8,5
Transparência (m)	5,79	1,70	5,38	5,88	1,7	3,3	-	5,3	2,5	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,87	6,66	6,91	6,04	6,9	9,0	6,5	6,6	6,0	> 6,0
Oxigênio Dissolvido (%)	-	-	-	-	104	132	93,8	97	84,5	-

1: Monitoramento Ambiental da dragagem na área de influência do Terminal Marítimo de Ubu (EQUILIBRIUM, 2002).

2: Monitoramento Ambiental da dragagem na área de influência do Terminal Marítimo de Ubu (CEPEMAR, 2005).

3: Monitoramento Ambiental da dragagem na área de influência do Terminal Marítimo de Ubu (CEPEMAR, 2007).

4: Monitoramento Ambiental da dragagem na área de influência do Terminal Marítimo de Ubu (CEPEMAR, 2009).

d) Discussão:

De acordo com os dados de profundidade obtidos, a região costeira contemplada neste estudo, tal como grande parte da plataforma continental leste brasileira, é dominada pela Corrente do Brasil (Água Tropical, temperatura superior a 20°C), podendo ser observadas fortes interações entre esta e uma corrente situada sobre a plataforma, denominada Água Costeira (SUSINI-RIBEIRO, 1999).

Nas estações analisadas, a temperatura apresentou variação média próxima de 24,0 °C. Em agosto de 2009 pode ser observado um leve declínio de temperatura, típico do inverno. Em contrapartida, no mês de março/2010 as temperaturas locais seguiram o panorama típico do verão, com média de 24,65 °C e máximo de 26,37 °C, no Ponto 1 (localizado na foz do rio Itabapoana). Nas figuras a seguir é possível notar a diferença deste local com relação aos demais pontos, em todos os parâmetros de caracterização físico-química (Figura 5.1.5.3-2, Tabela 5.1.5.3-3). A variação reportada neste estudo segue de acordo com valores de temperatura já registrados para águas costeiras do sul do Estado, conforme demonstrado na Tabela 5.1.5.3-6. De maneira geral, a variação de temperatura entre os pontos (estações) foi mínima; as menores médias de temperatura ocorreram nos pontos mais afastados da costa (P9 e P10).

A salinidade e condutividade apresentaram valores típicos de zonas costeiras, onde a variação no nível de sais pode estar associada ao sistema de correntes, às taxas de evaporação/precipitação, aos efeitos da sazonalidade em climas tropicais (período seco x período chuvoso) com o respectivo aporte de águas de origem terrestre.

Os valores seguiram normais e esperados para águas costeiras entre os pontos de 2 a 14. Vale ressaltar que o Ponto 1 é predominantemente estuarino. A média geral de salinidade foi de 35,15 psu, sendo que no fundo da coluna d' água os níveis de sais estiveram ligeiramente superiores. Entre as campanhas a variação ocorrida foi pequena, visto os valores médios próximos nos distintos períodos. No Ponto 1, como comentado acima, a salinidade apresentou um padrão típico de águas salobras, com valor médio próximo de 15 psu (Tabela 5.1.5.3-3). A profundidade da coluna d'água variou entre 2,3 m

(Ponto 1) e 23 m (Ponto 10). Desse modo, possíveis interferências advindas de aportes continentais podem ter colaborado para as diferenças nos níveis de sais encontrados entre superfície e camadas de meio e fundo, ainda que em pequenas proporções.

Considerando-se os dados existentes de salinidade para o sul capixaba, o padrão atual registrado nos pontos de 2 a 14 encontra-se compatível com aqueles já reportados para a região costeira de Ubu (Anchieta) em estudos pretéritos (Tabela 5.1.5.3-8). A condutividade seguiu o mesmo padrão, com média geral de 53,11 mS/cm (Figura 5.1.5.3-2).

Os resultados do pH indicaram águas levemente alcalinas com valores absolutos entre 7,74 e 8,17. Todos esses estiveram de acordo com a Resolução CONAMA (357/2005), cujos valores de pH devem permanecer numa faixa de concentração entre 6,5 e 8,5 unidades em águas salinas, classe 1. Na superfície do Ponto 1 o pH ligeiramente menor era esperado devido a influência das águas continentais do rio Itabapoana sob as águas marinhas. Em termos reais não foram observadas diferenças significativas entre os níveis de pH entre as camadas de superfície, meio e fundo (Figura 5.1.5.3-2).



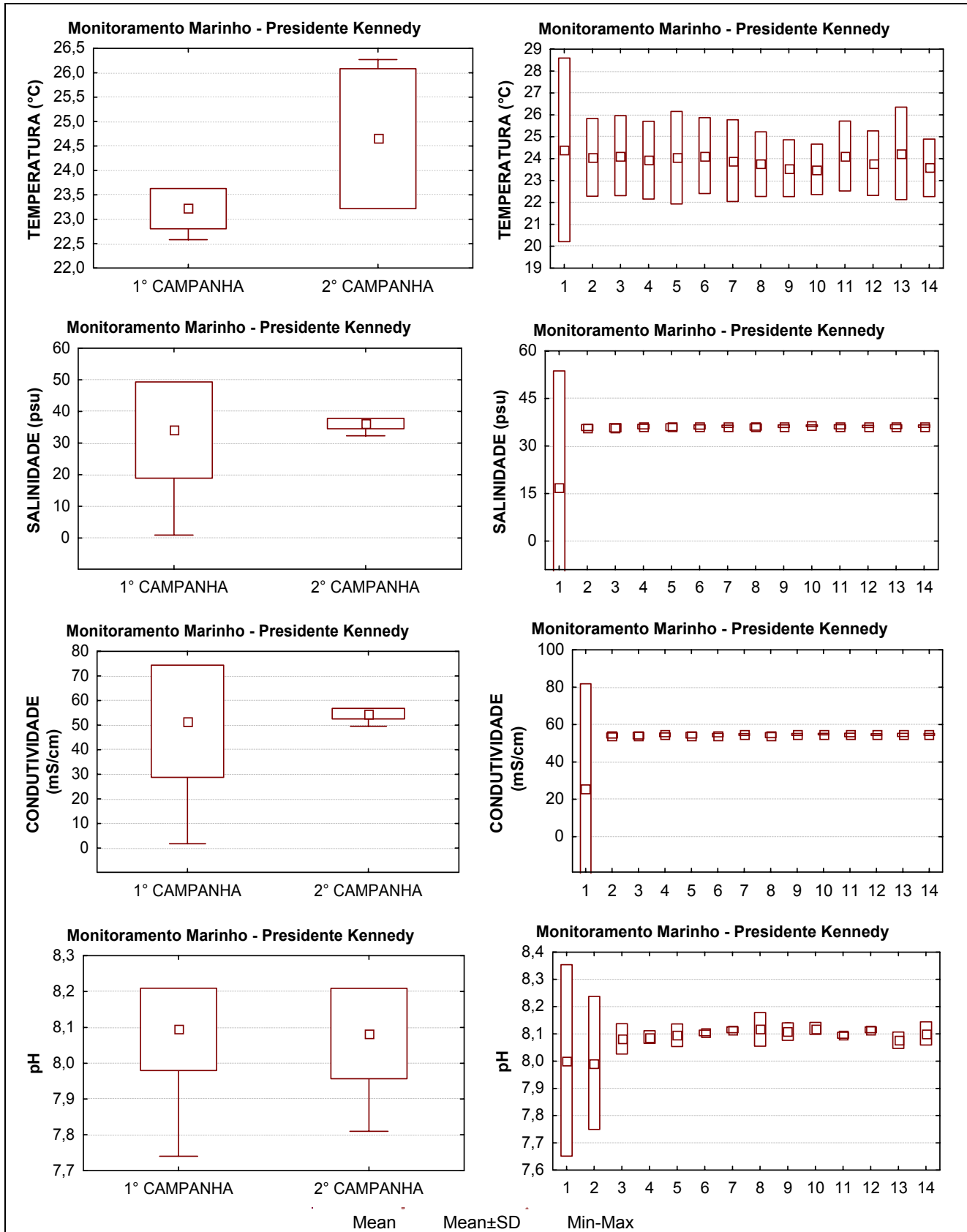


Figura 5.1.5.3-2: Variação da temperatura, salinidade, condutividade e pH na região costeira de Presidente Kennedy. Estão plotadas as variações por campanha e a variação total em cada ponto, para cada um dos parâmetros.

A variação de oxigênio dissolvido (O.D.) descrita neste estudo demonstrou condições satisfatórias em todos os Pontos, os quais seguiram a recomendação do CONAMA para águas salinas, classe 1, cujo teor de O.D. deve permanecer acima de 6,0 mg/L (Figura 5.1.5.3-3). As concentrações médias oscilaram entre 6,5 mg/L (primeira campanha) e 7,8 mg/L (segunda campanha). A melhor condição de oxigenação foi registrada no Ponto 1, onde deságua o rio Itabapoana. Em termos de variação na coluna d'água, nas duas observações realizadas a camada superficial apresentou teores de oxigênio ligeiramente superiores aos camada mais profunda, embora a diferença entre elas tenha sido mínima.

Em termos percentuais o a distribuição espacial foi semelhante. Os Pontos de menores concentrações médias foram os P07 e P10, ambos com valores próximo a 7,0 mg/L, como demonstrado na Figura 5.1.5.3-3. Os valores médios registrados neste estudo variaram entre 92,99% e 115,03% (Tabela 5.1.5.3-3). Todos os valores de saturação de oxigênio estiveram compatíveis com a faixa de variação descrita em outros estudos de regiões com influência estuarina, cujos níveis médios foram de 102% em Canavieiras e região norte do Espírito Santo (OVALLE *et al*; 1999) e de 84% a 132% na região marinha de Ubu (Tabela 5.1.5.3-6).

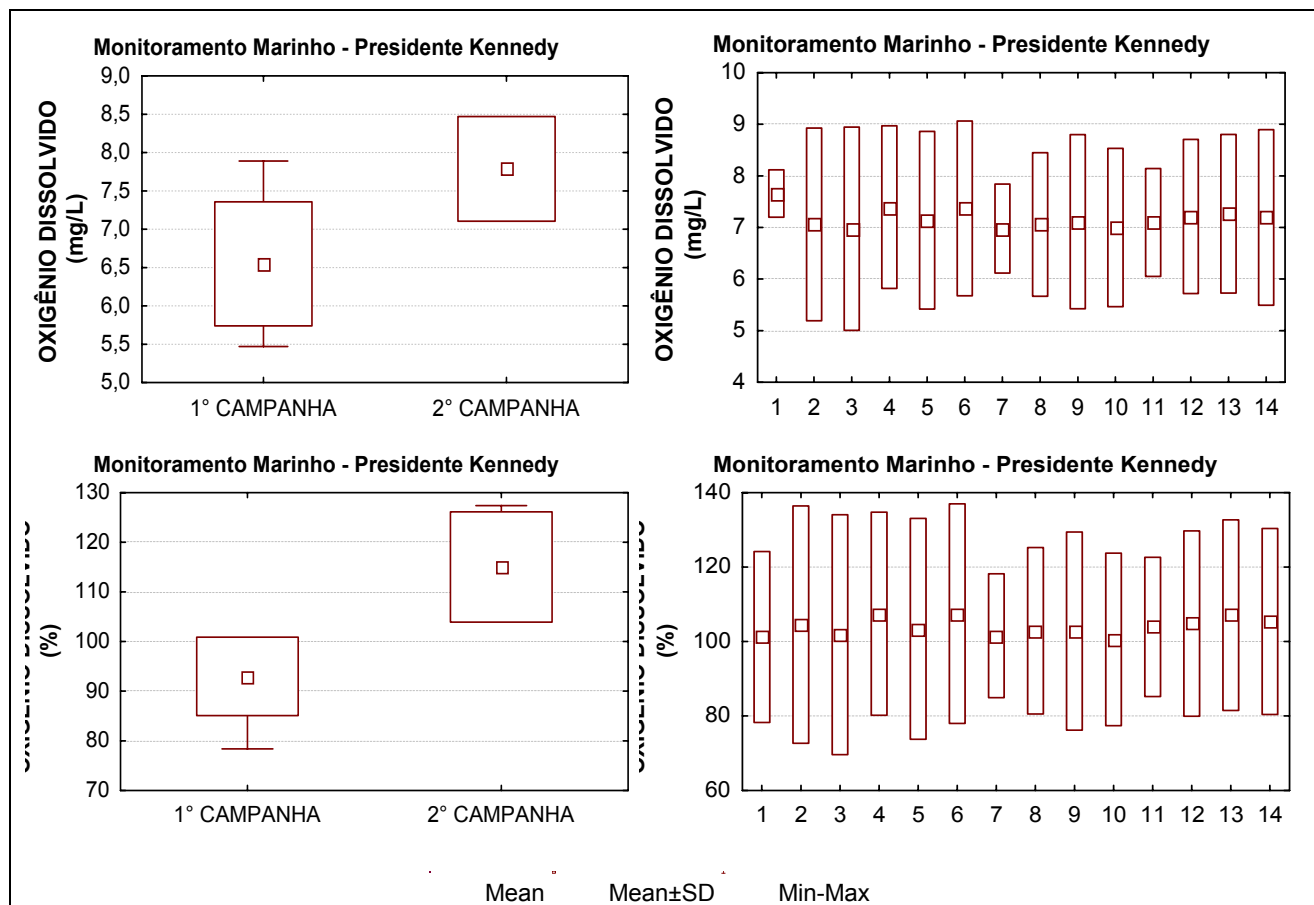


Figura 5.1.5.3-3: Variação do oxigênio dissolvido (mg/L e %) na região costeira de Presidente Kennedy. Estão plotadas as variações por campanha e a variação total em cada ponto, para cada um dos parâmetros.

A transparência média das águas locais variou entre 2,10 e 3,07 m, atingindo seus picos nos Pontos de maior profundidade. Através da Figura 5.1.5.3-4, abaixo, é possível perceber que houve um grande desvio nas medições de turbidez entre os pontos estudados na primeira campanha, embora naqueles de maior transparência os níveis de turbidez tenham sido quase sempre menores, como esperado. No Ponto 1, o valor de 222 NTU no fundo demonstrou mais uma vez o poder de ressuspensão sedimentar no encontro das massas d'água continental e costeira. Os pontos 11 e 13, localizados próximo à linha de costa, também apresentaram níveis elevados no fundo (Tabela 5.1.5.3-3). Em termos médios (considerando-se somente a primeira campanha) a turbidez variou entre 17,0 NTU (superfície e meio) e 59 NTU (fundo), valores estes superiores aos já descritos nos levantamentos realizados em Ubu (Tabela 5.1.5.3-8). Para efeitos de comparação, também no norte capixaba, estudos de monitoramentos costeiros considerando uma série histórica com mais de 10 anos demonstram que para aquela área este parâmetro apresenta média de 5,2 NTU e máximo de 62 NTU. Já nas águas

costeiras e oceânicas do município de Vitória, os valores médios encontrados são ligeiramente maiores, próximos de 11 NTU (CEPEMAR, 2009).

Sobre os sólidos dissolvidos totais, os dados disponíveis foram aqueles obtidos na primeira campanha, período de baixa pluviosidade. Os dados indicaram concentrações entre 32 g/L e 35 g/L nas águas costeiras em questão a partir do Ponto 2. As pequenas oscilações nas concentrações de sólidos dissolvidos no ambiente costeiro podem ser originadas pelos aportes continentais, padrão de circulação e alterações nas taxas de evaporação/precipitação.

Com relação à estimativa de matéria orgânica presente no ambiente monitorado foram realizadas quantificações da DBO em todas as amostras de superfície, meio e fundo. Na primeira campanha os resultados foram desconsiderados devido a suspeita de erros analíticos. Na última campanha, os laudos evidenciaram que o consumo de oxigênio na região de interesse esteve baixo – menor que 2,0 mg/L em todas as amostras, porém segundo o CONAMA 357/2005, em águas salinas é sabido que, a estimativa de matéria orgânica deve ser preferencialmente realizada com base nas concentrações de COT (Carbono Orgânico Total).



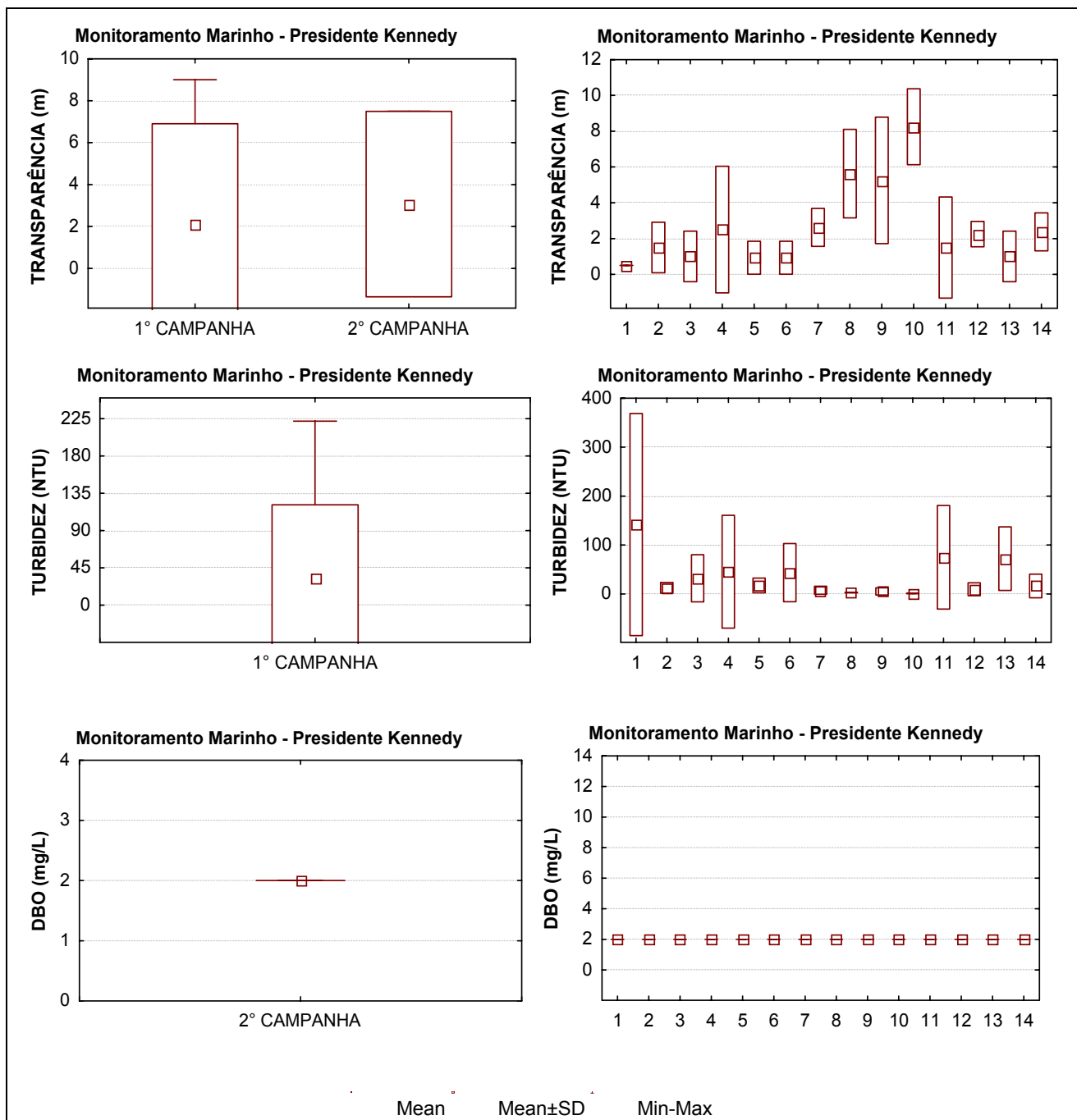


Figura 5.1.5.3-4: Variação da Transparência (m), da Turbidez (NTU) e da DBO (mg/L) na região costeira de Presidente Kennedy. Estão plotadas as variações por campanha e a variação total em cada ponto, para cada um dos parâmetros.

Na primeira campanha as concentrações de nitrito ( $N-NO_2$ ) estiveram abaixo de 0,005 mg/L na grande maioria dos Pontos. Algumas poucas oscilações foram percebidas, sendo o valor máximo desse nutriente de apenas 0,008 mg/L (Ponto 10, meio). Já no levantamento realizado em março de 2010, a concentração média desse íon foi de 0,012 mg/L com valor máximo de 0,027 mg/L no Ponto 9 (meio). O nitrito é um composto

instável que tende a ser oxidado a nitrato, por isso sua concentração é baixa em águas com boa oxigenação. Os dados apresentados na Tabela 5.1.5.3-3 encontram-se compatíveis com os resultados apresentados em estudos anteriores cujos valores de nitrito apresentaram-se entre 0,001 mg/L e 0,08 mg/L (Tabela 5.1.5.3-7). Por fim, seguindo a determinação da Resolução CONAMA 357/2002, cujo limite de nitritos em águas salinas é de 0,07 mg/L para o nitrito, pode-se concluir que toda área estudada encontra-se de acordo com o padrão vigente (Figura 5.1.5.3-6).

Com relação ao nitrato, juntamente às inúmeras concentrações inferiores ao limite de detecção analítica, alguns picos de concentração foram registrados em agosto de 2009, sendo eles de 0,64 mg/L (Ponto 3, meio) e de 0,9 mg/L (Ponto 6, fundo), ocasionando maior desvio padrão na análise estatística, cuja média entre todas as camadas foi de 0,12 mg/L, conforme demonstrado na Figura 5.1.5.3-6. Na última amostragem o desvio entre os valores foi menor, mas a concentração média esteve ligeiramente maior – próxima de 0,16 mg/L.

Assim, em termos gerais, os níveis médios de nitrato na região costeira de Presidente Kennedy são compatíveis com a Legislação, cujo máximo permissível para nitratos em águas salinas, classe 1, é de até 0,4 mg/L (CONAMA, 357/2005) e também com os valores registrados na série histórica (entre 2003 – 2009) de monitoramentos na costa do município de Vitória, em que a média de nitrato nos pontos de profundidade próxima dos 20 m é de 0,14 mg/L (CEPEMAR, 2007, CEPEMAR, 2010). Ainda assim é importante ressaltar que a área de interesse já apresenta alguns valores isolados, superiores ao referido limite proposto pela Legislação. Com relação ao Ponto 1, o comportamento registrado nas duas campanhas realizadas vai ao encontro da classificação proposta por AMINOT & CHAUSSEPIED (1983) na qual citam concentrações de até 0,2 mg/L de nitrato como normais em ambientes estuarinos não contaminados.

Para efeitos de comparação, em outras águas costeiras do Espírito Santo foram encontradas concentrações máximas de nitrato de 0,26 mg/L próximo à foz do rio Doce (AS/PEG, 2003). Estudos costeiros na região de Arraial do Cabo, RJ, indicam variação entre 0,003 mg/L a 0,17 mg/L (Carvalho, 2000 *apud* Analytical Solutions, 2008).

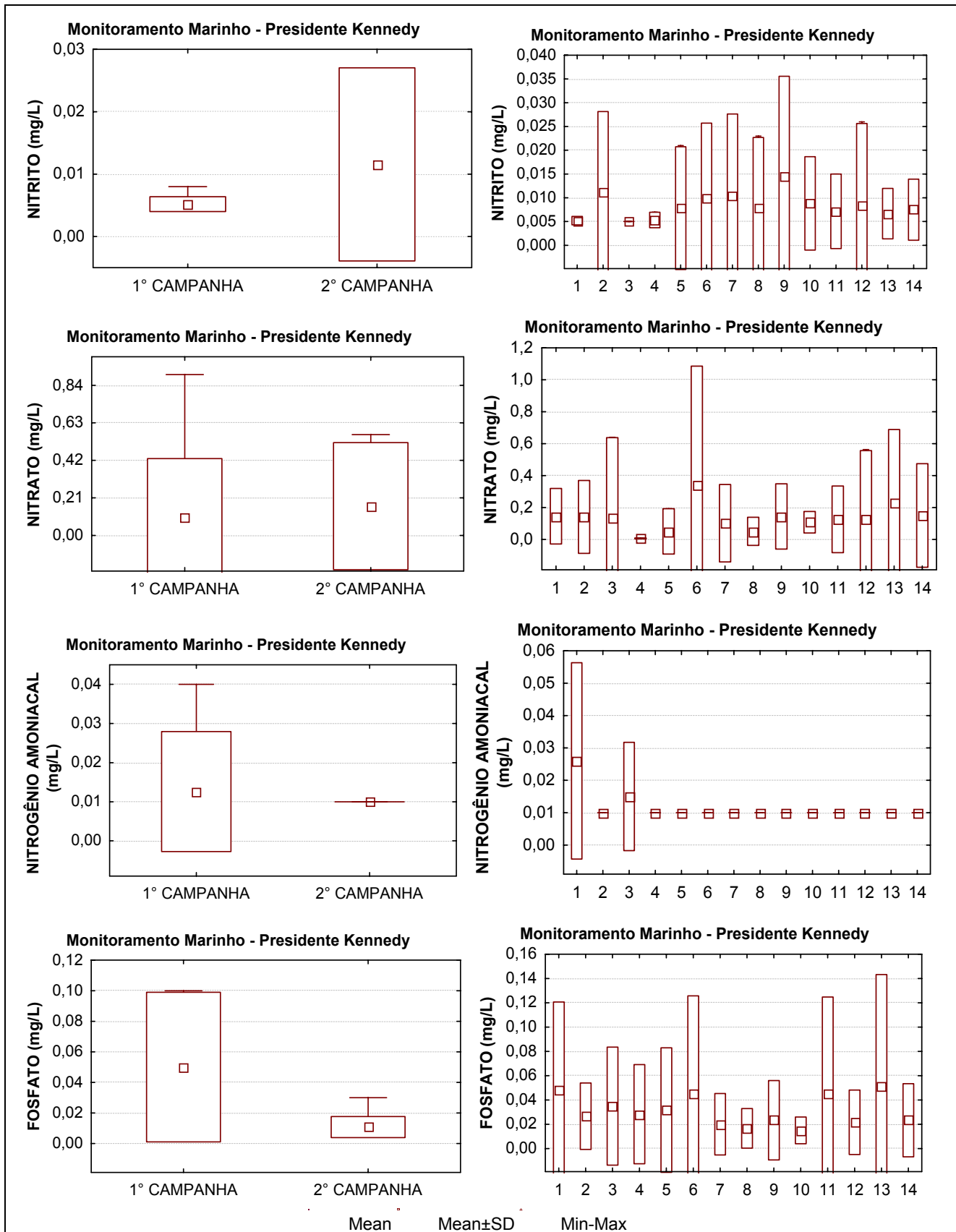


Figura 5.1.5.3-6 Variação do Nitrito (mg/L), Nitrato (mg/L), Nitrogênio Amoniacal (mg/L) e Fosfato (mg/L) na região costeira de Presidente Kennedy. Estão plotadas as variações por campanha e a variação total em cada ponto, para cada um dos parâmetros.

Em geral, águas costeiras são pobres em nutrientes. Tratando-se especificamente do nitrogênio amoniacal, o valor máximo esperado, mesmo após a floração de certas espécies fitoplanctônicas, é de 0,07 mg/L ou 5 µmol/L em águas salinas (GUIMARÃES E MELLO, 2006), embora aqui seja importante frisar as contribuições continentais de ordem natural que podem maximizar as concentrações de nutrientes consideradas naturais, como o aumento das vazões fluviais. Níveis de nitrogênio amoniacal considerados anômalos não foram verificados em nenhum ponto. Na foz do rio Itabapoana, foram registrados ligeiramente superiores ao limite de detecção, entre 0,03 mg/L (fundo) e 0,04 mg/L (superfície e meio) na primeira campanha, demonstrando claramente o transporte superficial de nutrientes através das águas fluviais (Tabela 5.1.5.3-3). A média geral de nitrogênio amoniacal na área costeira de Presidente Kennedy foi de 0,01 mg/L, com variação total entre 0,01 mg/L e 0,04 mg/L.

Na Tabela 5.1.5.3-7 são reportados valores encontrados em águas costeiras do sul do Espírito Santo, no município de Anchieta, bem como os limites de concentração de alguns parâmetros químicos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Importante notar que os valores de nitrogênio amoniacal já estiveram maiores em estudos anteriores.

O fosfato, outro nutriente indispensável para a manutenção da vida aquática e facilmente assimilável pelos produtores primários, apresentou uma tendência normalmente observada, de maiores concentrações nas águas costeiras quando comparadas às de regiões oceânicas. Houve um decréscimo claro nas concentrações entre a primeira e a última campanha. A média geral de fosfato foi de 0,03 mg/L. Com relação ao Ponto 1, segundo dados de BAUMGARTEN (2001), as concentrações obtidas na primeira campanha estiveram superiores àquelas consideradas típicas de estuários não poluídos, onde devem variar em torno de 0,025 mg/L (Figura 5.1.5.3-6).

A Resolução CONAMA 357/05 estabeleceu limites de concentração apenas para o fósforo total, cujo valor máximo permitido é de 0,062 mg/L em águas salinas, classe 1. Desse modo, como na faixa de pH entre 5,0 e 8,0 o fósforo encontra-se basicamente sob a forma de fosfato, pode-se concluir que suas concentrações não devem ultrapassar tal



limite, o que foi descumprido nas estações 11, 13, 1, 3, 5 (somente na primeira campanha, realizada em agosto de 2009).

Tabela 5.1.5.3-7: Concentrações registradas em estudos anteriores, na região de Ubu, bem como o limite CONAMA, em águas salinas, classe 1 (357/2005) para alguns dos parâmetros monitorados.

Parâmetros	Ubu1 Out/01	Ubu1 Jan/02	Ubu1 Abr/02	Ubu1 Jul/02	Ubu2 Mai/05	Ubu3 Set/07	Ubu3 Out/07	Ubu3 Out/07	Ubu4 Jul/09	CONAMA 357/2005
Nitrito (mg/L)	0,01	0,02	0,01	0,01	0,08	0,001	0,001	0,001	< 0,01	0,07
Nitrato (mg/L)	0,33	0,13	0,1	1,37	0,25	0,01	0,01	0,01	< 0,1	0,4
Nitrog. Amoniacal (mg/L)	0,16	0,14	0,25	0,3	-	0,17	0,26	0,7	< 0,1	0,4
Fosfato (mg/L)	-	-	-	-	-	0,04	0,49	-	< 0,01	-
Óleos e Graxas (mg/L)	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,78	4,4	2,54	< 1,0	Virtualmente ausentes
Turbidez (NTU)	-	-	-	-	-	0,01	0,01	1,8	9,84	-

1: Monitoramento Ambiental da dragagem na área de influência do Terminal Marítimo de Ubu (EQUILIBRIUM, 2002).

2: Monitoramento Ambiental da dragagem na área de influência do Terminal Marítimo de Ubu (CEPEMAR, 2005).

3: Monitoramento Ambiental da dragagem na área de influência do Terminal Marítimo de Ubu (CEPEMAR, 2007).

4: Monitoramento Ambiental da dragagem na área de influência do Terminal Marítimo de Ubu (CEPEMAR, 2009).

As análises de substâncias relacionadas a óleos e graxas para a região indicou baixos valores para a área de influência. Nenhum valor acima do Limite de Quantificação foi encontrado na campanha realizada em agosto. Em março de 2010 foram registradas 4 amostras de concentrações superiores a 2,0 mg/L (entre 3,0 e 6,0 mg/L), com destaque para o Ponto 13. A média geral de Óleos e Graxas foi de 2,25 mg/L (Figura 5.1.5.37).

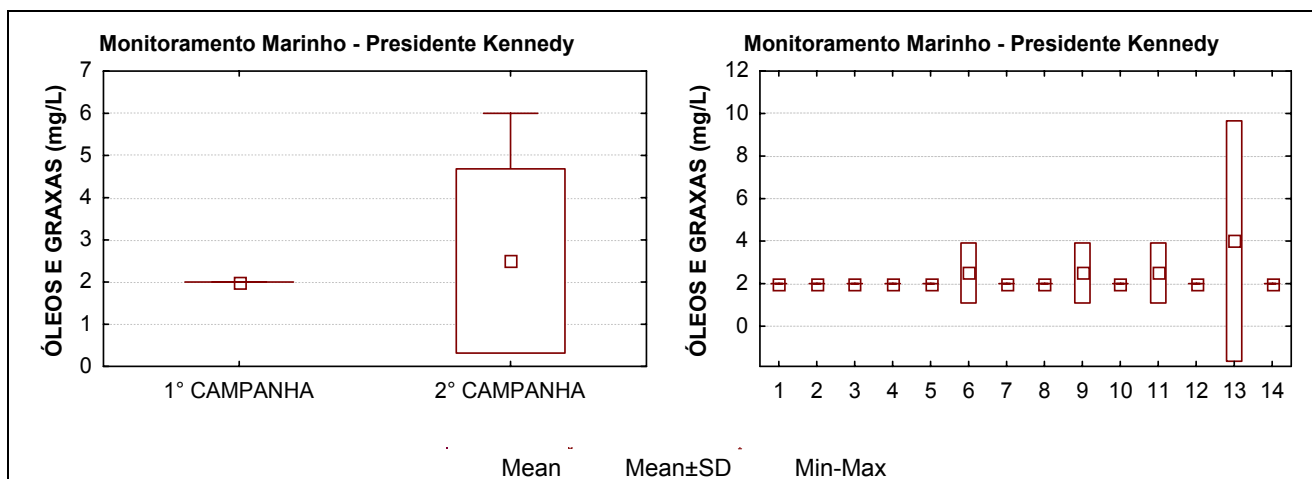


Figura 5.1.5.3-7: Variação de Óleos e Graxas (mg/L) na região costeira de Presidente Kennedy. Estão plotadas as variações por campanha e a variação total em cada ponto.

A análise de metais na coluna d'água evidenciou concentrações mínimas dos metais pesados, os quais permaneceram inferiores aos respectivos Limites de Detecção na maioria das amostras, tanto em superfície quanto no meio e fundo, nos dois levantamentos realizados. Todos os valores médios obtidos na última campanha estiveram inferiores àquelas registradas em agosto, o que pode ter ocorrido devido a obtenção de um Limite de Detecção (LD) mais acurado para a maioria dos metais durante as análises realizadas em março/2010. A única exceção se deu com o elemento mercúrio, o qual não sofreu reduções significativas de concentração e o LD se manteve o mesmo (0,0002 mg/L).

Com relação ao ferro dissolvido obtido na primeira campanha, especificamente, nos Pontos 1, 3, 6, 11 e 13 as concentrações estiveram superiores ao limite de até 0,3 mg/L (CONAMA 357/2005) para águas salinas, classe 1, embora a concentração média de 0,29 mg/L permaneça adequada, conforme demonstrado na Tabela 5.1.5.3-4. O valor médio de ferro na segunda campanha foi de apenas 0,04 mg/L, porém novamente ocorreu uma irregularidade: no ponto 1 (água salobra) o valor desse elemento foi de 0,31 mg/L (Figura 5.1.5.3-8).

O alumínio apresentou níveis adequados perante a Legislação, inferiores ao limite de 1,5 mg/L recomendado (CONAMA 357/2005) em todas as amostras. Mais uma vez os maiores valores estiveram associados ao fundo da coluna d'água, como no Ponto 13 durante a primeira campanha.

Vale lembrar que existem certas peculiaridades na distribuição espacial dos metais analisados. No caso do Ponto 1, devido à sua localização na foz do rio Itabapoana, onde os processos de ressuspensão sedimentar são evidentes, e a turbidez na água alcança níveis elevados no fundo, a recomendação do CONAMA para metais em águas salobras, a qual indica que o limite de alumínio é de 0,1 mg/L, já não pode ser obedecida neste sistema estuarino em nenhuma das três amostras (superfície, meio e fundo) da primeira campanha. O mesmo pode ser estendido ao elemento manganês, cujas concentrações registradas tanto na superfície quanto no fundo do Ponto 1 também estiveram inadequadas perante o Limite de até 0,1 mg/L em águas salobras, em agosto de 2009 (Figura 5.1.5.3-8).

Sedimentos ricos em matéria orgânica, tais como os da zona costeira, são boas fontes de metais ressolubilizados e representam uma fonte de enriquecimento de diversos metais devido à labilidade da matéria orgânica particulada (MOP) (LIBES, 1992).

Com relação ao metaloide Arsênio e aos metais Cádmio e Chumbo, todas as concentrações medidas estiveram inferiores aos Limites de Detecção utilizados, de 0,03 mg/L, 0,004 mg/L e 0,02 mg/L, respectivamente, na primeira campanha, e ainda menores no último levantamento. O cádmio, embora tão tóxico quanto o mercúrio destaca-se por causar maior diversidade de efeitos deletérios em mamíferos. Ainda assim, a maior mobilidade do cádmio ocorre em ambientes de pH entre 4,5 - 5,5, as quais não ocorrem nas águas salinas em questão (Maluf, 2009). Soma-se a isso a grande afinidade entre o cádmio e os íons cloretos. O aumento progressivo de salinidade acarreta, portanto, num acréscimo da proporção de cloro-complexos e concomitante redução das atividades de íons livres, processo de grande importância ambiental.

Sobre a especiação do cádmio, 96% encontra-se na forma livre nas águas doce, 2% em cloro-complexos e associado a sulfetos ( $\text{SO}_4$ ), e ao atingir águas salinas, somente 3% permanecem na forma de íon livre, passando 97 % para cloro-complexos. O elemento Chumbo (Pb) também apresenta afinidade por cloro-complexos, porém o faz de maneira mais gradual, devido a sua afinidade também por outros ligantes negativos ( $\text{O}^{2-}$  e  $\text{F}^-$ ) (Claver, 2009).

A média de mercúrio nas amostras foi de 0,0002 mg/L e de 0,0005 mg/L para a primeira e segunda campanha, respectivamente. Tais valores se referem as frações inorgânicas juntamente com as orgânicas deste metal. É importante ressaltar que a fração orgânica pode formar compostos tóxicos como o metil-mercúrio ( $\text{CH}_3\text{Hg}$ ) e corresponder a até 92% da fração total deste elemento em águas salinas, não sendo, possível compreender totalmente os processos geoquímicos responsáveis pela ciclagem do mercúrio na coluna d'água, uma vez que em alguns ambientes costeiros, observam-se concentrações elevadas de mercúrio nas águas mas não na biota (MARINS & AYRES, 2002).

Alguns metais como o zinco (Zn), cádmio (Cd), alumínio (Al), chumbo (Pb) e cromo (Cr) são mais tóxicos para as bactérias, algas e peixes presentes no meio sob a forma de íons livres, enquanto que as formas complexadas desses metais não parecem oferecer perigo para os organismos vivos, como é o caso do mercúrio, comentado acima (Van Den Berg, 2003 *apud* Claver, 2009).

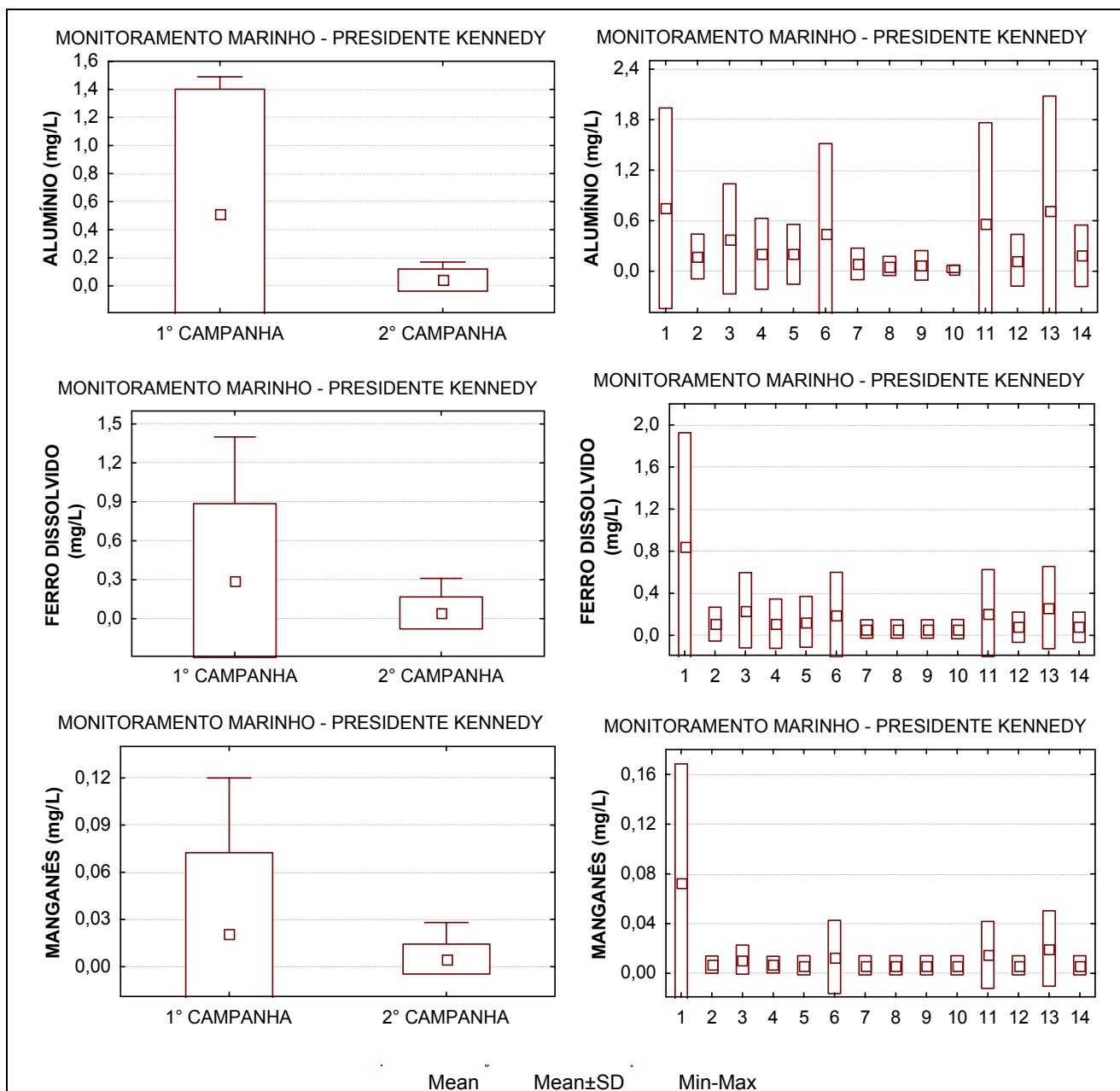


Figura 5.1.5.3-8: Variação de Alumínio, Ferro Dissolvido e Manganês, em mg/L na região costeira de Presidente Kennedy. Estão plotadas as variações por campanha e a variação total em cada ponto.



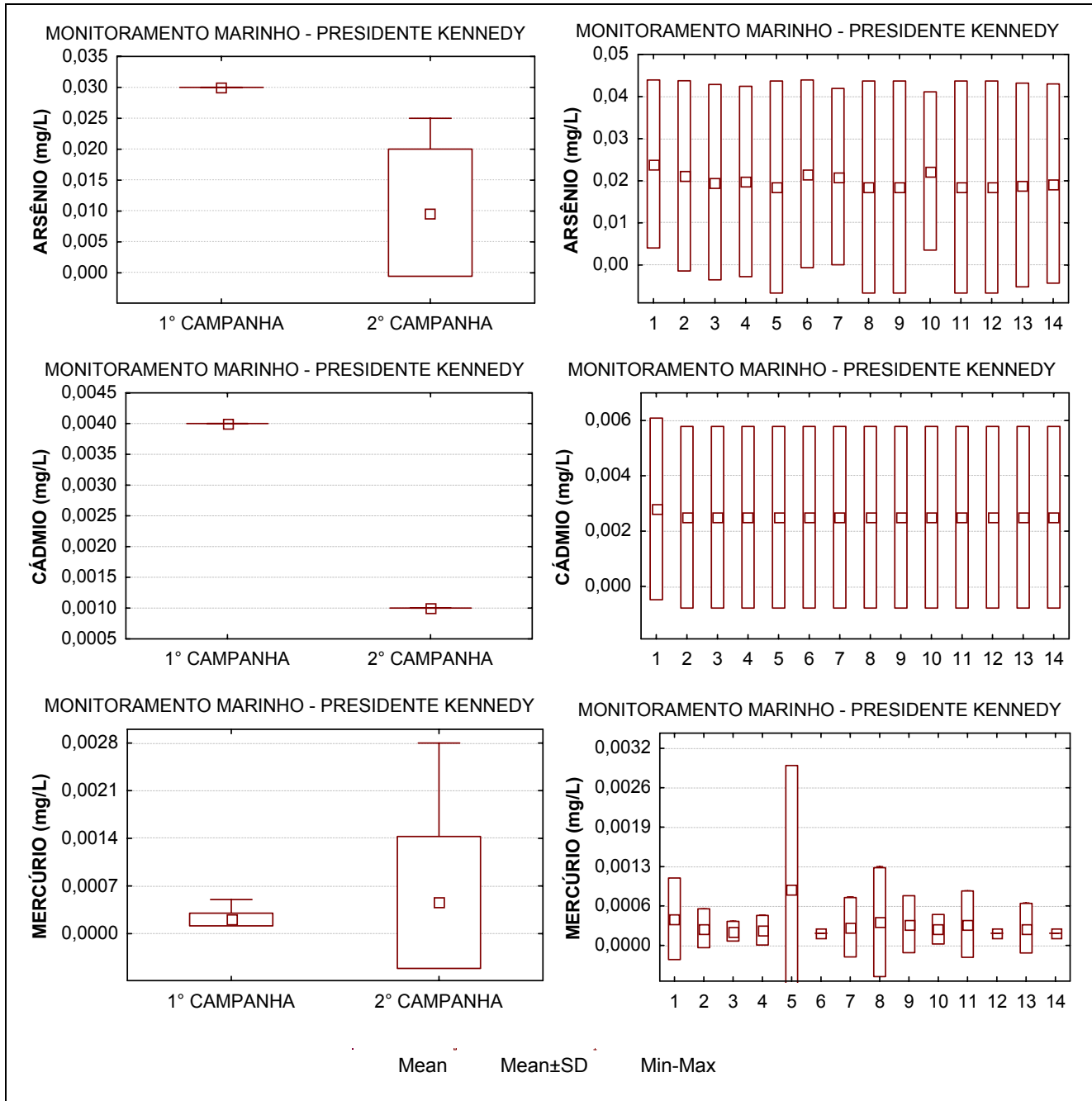


Figura 5.1.5.3-9: Variação de Arsênio, Cádmio e Mercúrio, em mg/L na região costeira de Presidente Kennedy. Estão plotadas as variações por campanha e a variação total em cada ponto.

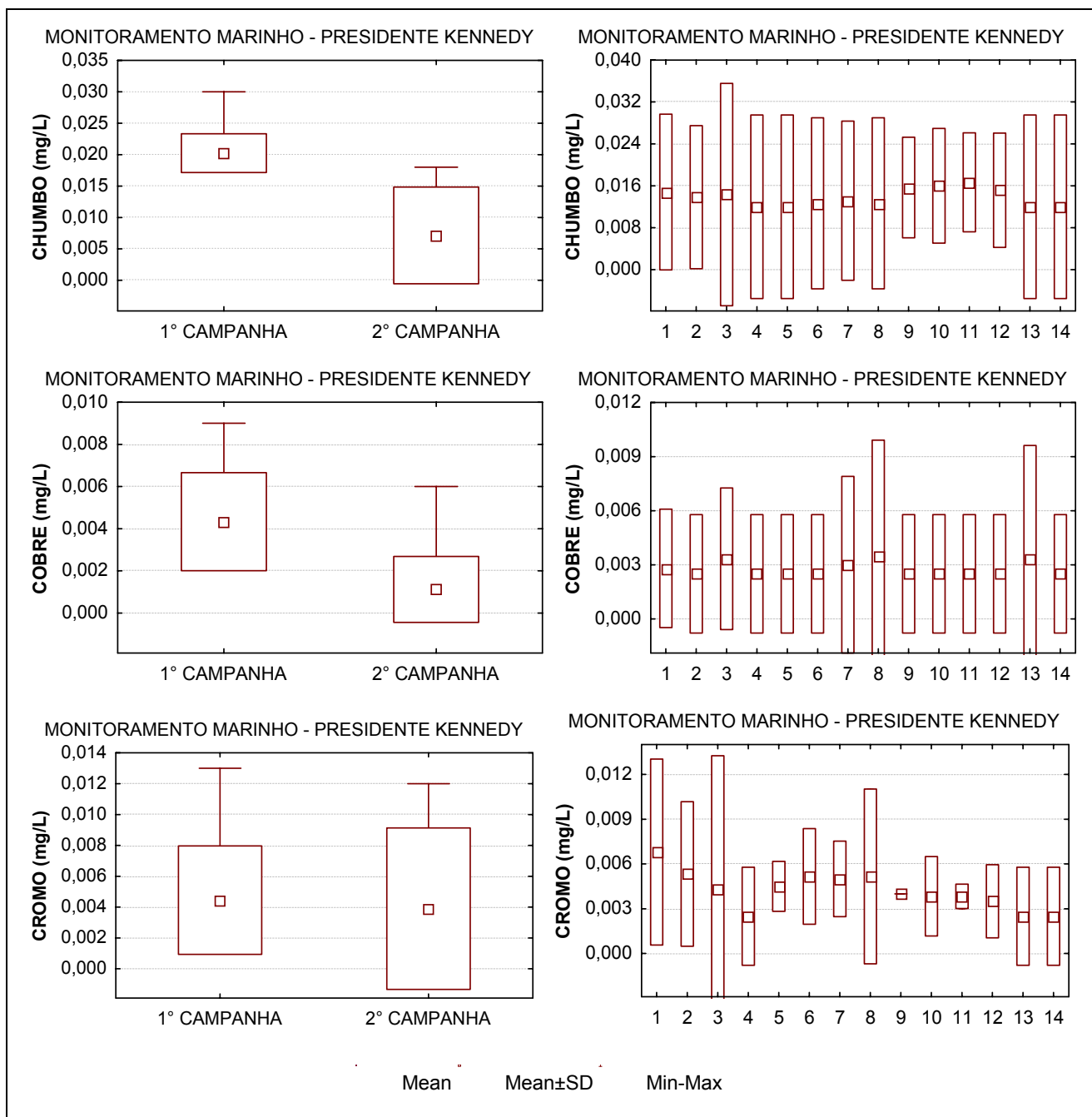


Figura 5.1.5.3-10: Variação de Chumbo, Cobre e Cromo em mg/L, na região costeira de Presidente Kennedy. Estão plotadas as variações por campanha e a variação total em cada ponto.

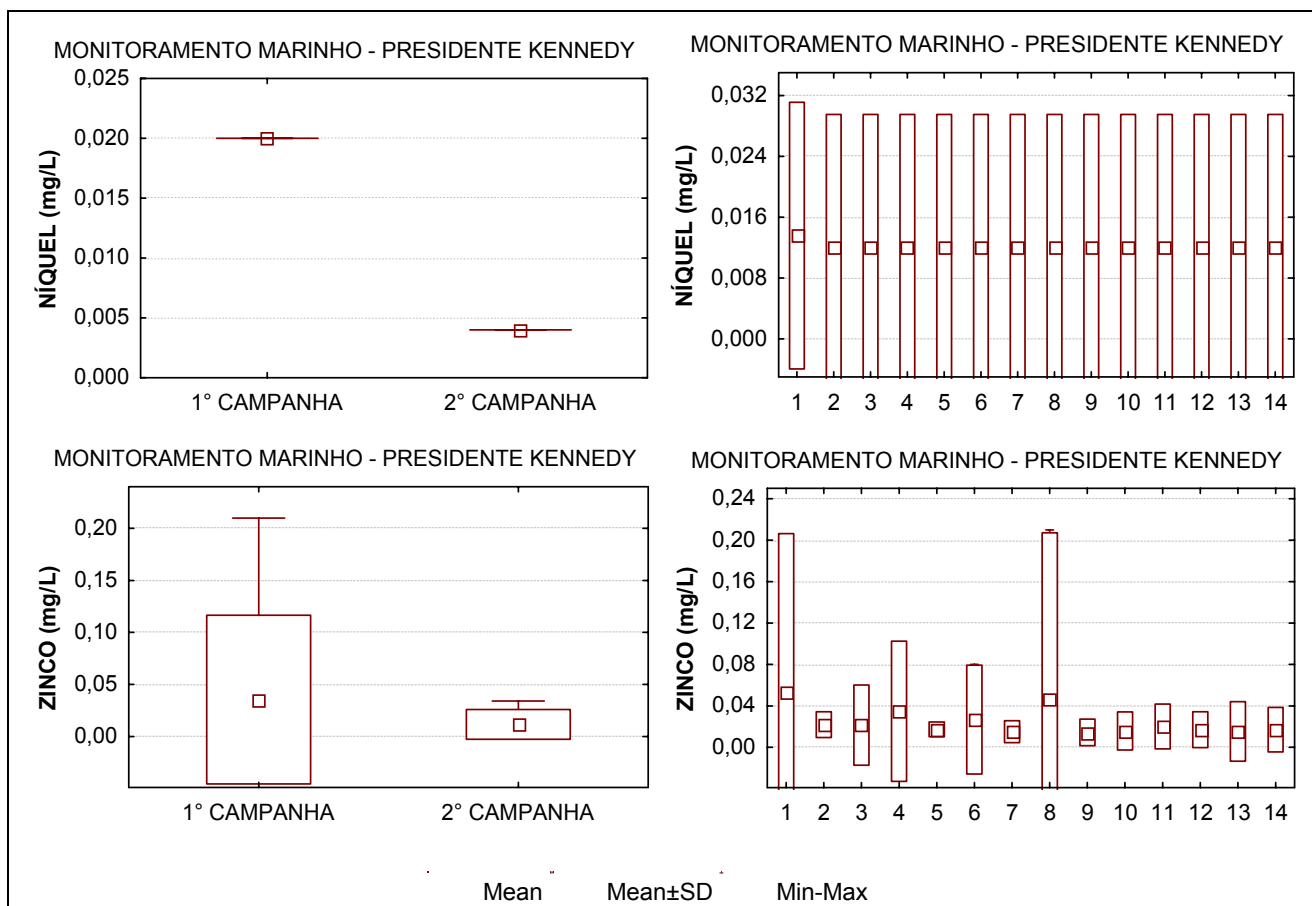


Figura 5.1.5.3-11: Variação de Níquel e Zinco, em mg/L na região costeira de Presidente Kennedy. Estão plotadas as variações por campanha e a variação total em cada ponto.

Os hidrocarbonetos que possuem dois ou mais anéis de benzeno são denominados hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs). Esses hidrocarbonetos são considerados os mais tóxicos componentes do petróleo e seus derivados e estão associados a efeitos carcinogênicos. Muitos dos HPAs de baixo peso molecular são solúveis em água, aumentando o risco de contaminação ambiental. Nas amostras de água coletadas na primeira campanha em Presidente Kennedy, todas as concentrações dos diversos HPAs estudados estiveram sempre inferiores ao Limite de Detecção Analítico, de 0,03 µg/L (Tabela 5.1.5.2-5). Na segunda campanha o comportamento observado foi semelhante a não ser pelos valores de alguns hidrocarbonetos encontrados no Ponto 14, na amostra de meio: acenafteno (0,47 µg/L), fenantreno (0,96 µg/L), indeno (1,2,3) pireno (1,66 µg/L) e naftaleno (9,53 µg/L). Nas amostras de superfície e fundo as concentrações permaneceram inferiores a 0,03 µg/L (Anexo 1).

Em águas costeiras, em locais cronicamente contaminados, as concentrações de HPAs atingem valores, por exemplo, da ordem de 4,0 a 30  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (ZHOU & MASKAOUI, 2003), embora outros sistemas também tenham sido considerados contaminados mesmo com concentrações de HPAs na faixa de 0,1-0,7  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (FERNANDES *et al.*, 1997). Assim, futuros monitoramentos poderão indicar se os valores reportados acima são freqüentes neste local, ou se podem ser considerados out-liers.

#### e) Conclusão

Os níveis de oxigenação na maioria das estações monitoradas estiveram satisfatórios e adequados à recomendação do CONAMA para águas salinas, classe 1, cujo teor de O.D. deve permanecer acima de 6,0 mg/L. Os parâmetros físicos como salinidade, pH e temperatura demonstraram que o Ponto 1 comporta-se como local de águas salobras, cujos processos de mistura entre massas d'água puderam ser notados, principalmente em termos de turbidez.

Para a caracterização química da massa d'água, com relação ao nitrato, alguns picos de concentração foram registrados porém em termos médios não foram registradas incompatibilidades com relação à Legislação, cujo máximo permissível para nitratos em águas salinas, classe 1, é de até 0,4 mg/L. Níveis de nitrogênio amoniacal considerados anômalos não foram verificados em nenhum ponto. Na foz do rio Itabapoana foram registrados valores ligeiramente superiores ao limite de detecção, comuns em ambientes estuarinos. Sobre o fosfato, a Resolução CONAMA 357/05 estabeleceu limites de concentração apenas para o fósforo total, cujo valor máximo permitido é de 0,062 mg/L em águas salinas, classe 1. Entretanto, como na faixa de pH entre 5,0 e 8,0 o fósforo encontra-se basicamente sob a forma de fosfato, pode-se concluir que suas concentrações não devem ultrapassar tal limite, o que foi descumprido nas estações 11, 13, 1, 3, 5 na primeira campanha realizada. Por fim, em termos de nutrientes, maior atenção deverá ser dada à evolução dos níveis de fosfato nas águas costeiras locais devido à sua maior disponibilidade e aos riscos associados aos processos de eutrofização que possam ocorrer.

Nas amostras de água coletadas em Presidente Kennedy, com relação aos níveis de HPAs, uma melhor avaliação deverá ser feita no Ponto 14, onde ocorreram níveis elevados de naftaleno somente na segunda campanha. De maneira geral a área de interesse não apresenta indicativos de contaminações por HPAs, uma vez que estiveram inferiores ao Limite de Detecção Analítico, de 0,03µg/L em 90% das amostras analisadas.

Por fim, dentre os diversos metais analisados, o presente estudo indicou algumas alterações ocorridas na área de interesse, a respeito dos elementos ferro dissolvido e alumínio na primeira campanha, as quais não voltaram a ocorrer em março de 2010. A avaliação das concentrações dos diversos metais pesados não evidenciou contaminações na área de interesse.

#### 5.1.5.4 Qualidade dos Sedimentos na Área de Disposição do Material Dragado

##### a) Considerações Gerais

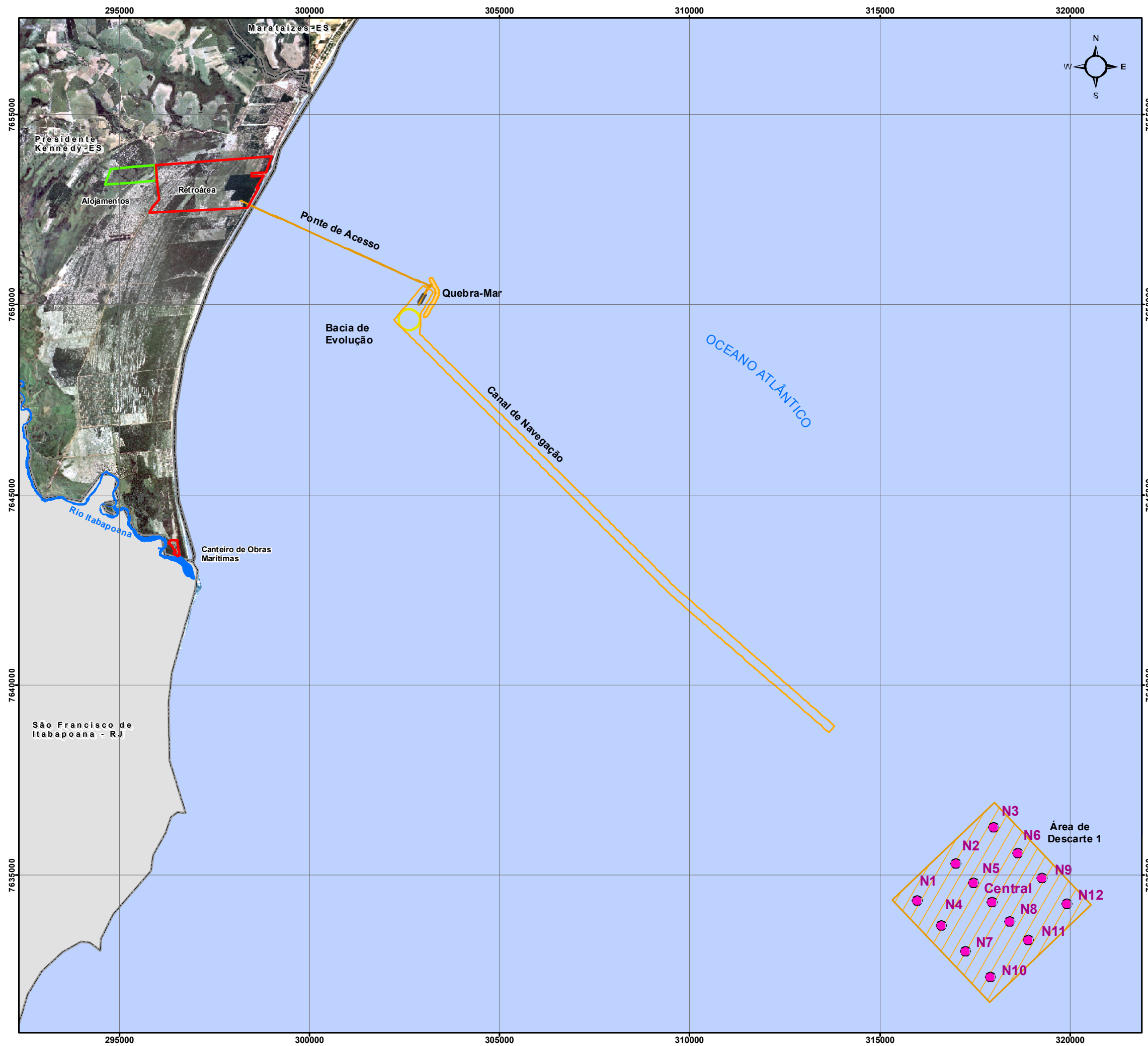
Este estudo é a caracterização geoquímica da área escolhida para a disposição do material do canal a ser dragado para a instalação do terminal portuário. A caracterização seguiu as parametrizações indicativas na Resolução Conama 344/04, com exceção das análises ecotoxicológicas.

Quanto à malha amostral, foram distribuídos 13 pontos ao longo da área sugerida para a disposição do material dragado, no mapa apresentado a seguir (Figura 5.1.5.4-1) encontra-se a malha amostral utilizada no presente estudo. Posteriormente são apresentadas, na Tabela 5.1.5.4-1, as coordenadas geográficas com a localização de cada ponto amostrado.



Tabela 5.1.5.4-1: Localização das estações de amostragem de sedimentos na área sugerada para a disposição do material dragado.

ESTAÇÕES	COORDENADAS UTM (WGS 84)	
	Longitude	Latitude
CENTRAL	317947,823	7634273,909
N1	315984,030	7634320,371
N2	316989,157	7635279,037
N3	317994,285	7636237,702
N4	316623,141	7633650,286
N5	317468,490	7634776,473
N6	318633,395	7635567,618
N7	317262,251	7632980,201
N8	318427,156	7633371,346
N9	319272,506	7634897,533
N10	317901,362	7632310,116
N11	318906,489	7633268,782
N12	319911,616	7634227,448



### Legenda

Pontos das Estações de Coleta de Sedimentos para Caracterização de Geoquímica na Área de Descarte

Nome	Longitude	Latitude
Central	317947,823	7634273,909
N1	315984,030	7634320,371
N2	316989,157	7635279,037
N3	317994,285	7636237,702
N4	316623,141	7633650,286
N5	317468,490	7634776,473
N6	318633,395	7635567,618
N7	317262,251	7632980,201
N8	318427,156	7633771,346
N9	319272,506	7634897,533
N10	317901,362	7632310,116
N11	318906,489	7633268,782
N12	319911,616	7634227,448

- Bacia de Evolução
- Ponte de Acesso / Canal de Navegação
- Quebra Mar
- Áreas de Descarte
- Rio Itabapoana
- Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
- Área dos Alojamentos
- Limite Municipal - Espírito Santo
- Limite Estadual- Rio de Janeiro

### EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES

Figura 5.1.5.4-1 Mapa de Localização das Estações de Coleta de Sedimentos para Caracterização de Geoquímica na Área de Descarte

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala: 1:100.000

Elaborado Por: Juliana Kerckhoff  
Data: Maio/2010



b) Resultados e Discussão

- Granulometria

Os sedimentos da área de disposição do material a ser dragado são arenosos, com predominância das frações areia grossa, areia média e areia fina (Figura 5.1.5.4-2). As frações mais abundantes na área de disposição são as mesmas observadas no canal a ser dragado. A tabela 01 mostra os valores médios, mínimos e máximos de cada fração granulométrica para as amostras superficiais analisadas. Não foi feita a separação da fração lamosa em silte e argila, porque a fração lamosa constituiu menos de 1% dos sedimentos totais.

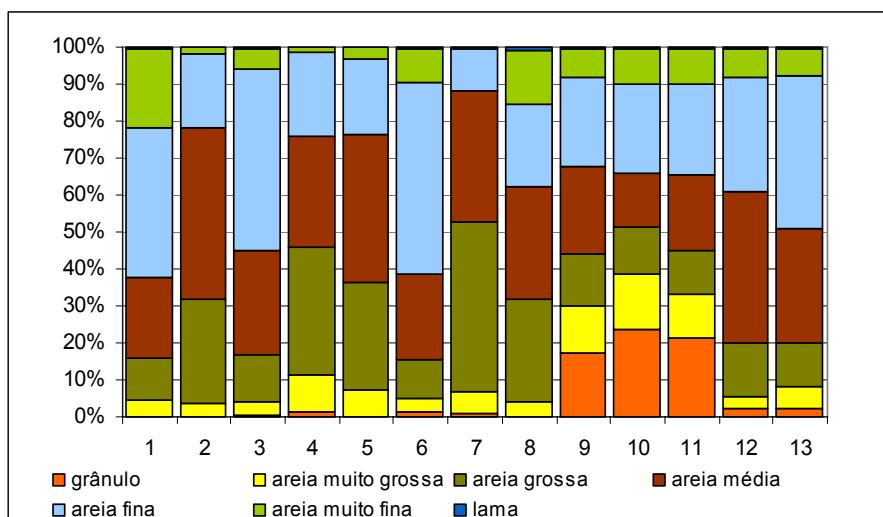


Figura 5.1.5.4-2: Frações granulométricas dos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário. São apresentadas as porcentagens de cada fração para cada ponto de coleta.

Tabela 5.1.5.4-2: Estatística básica das frações granulométricas nos sedimentos na área de descarte de cascalho (valores em gramas).

Fração	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Grânulo	2,78	4,53	0,00	12,15
Areia muito grossa	3,47	1,93	1,59	7,61
Areia grossa	10,14	5,43	5,27	22,43
Areia média	14,87	4,44	7,58	22,52
Areia fina	14,91	6,59	5,57	26,59
Areia muito fina	3,88	2,97	0,29	19,98
Lama	0,19	0,15	0,00	0,47

- Fósforo

As concentrações de fósforo nos sedimentos da área sugerida para a disposição do material a ser dragado são apresentadas graficamente na Figura 5.1.5.4-3, tendo variado entre 54 e 432 mg/kg, com valores médios de  $236,26 \pm 106,29$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3).

Tabela 5.1.5.4-3: Média, desvio padrão, mínimo, máximo e número de amostras quantificadas (N), para cada parâmetro analisado, bem como o limite de quantificação (LQ) dos respectivos métodos e os valores máximos estabelecidos na Resolução CONAMA 344/04 para sedimentos de água salina-salobra Nível 1 e Nível 2. Todos os valores estão em mg/kg.

	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	N	LQ	CONAMA 344/04 Nível 1	CONAMA 344/04 Nível 2
P	236,62	106,29	54,00	432,00	13	6	—	—
N	54,92	54,13	3,00	163,00	12	2	—	—
Al	1632,08	752,57	495,00	3593,00	13	2	—	—
Fe	3362,69	1384,16	745,00	5223,00	13	3	—	—
Mn	28,02	10,05	7,60	45,70	13	1,0	—	—
As	7,23	3,03	2,00	14,00	13	2	8,2	70
Cd	0,13	0,05	0,10	0,20	8	0,2	1,2	9,6
Pb	0,98	0,36	0,50	1,60	11	1,0	46,7	218,0
Cu	0,25	0,13	0,10	0,60	13	0,2	34	270
Cr	8,96	2,77	2,90	13,10	13	0,3	81	370
Hg	0,08	0,03	0,04	0,11	6	0,03	0,15	0,71
Ni	0,97	0,25	0,70	1,60	12	1,0	20,9	51,6
Zn	3,07	1,09	1,40	5,20	13	1,0	150	410

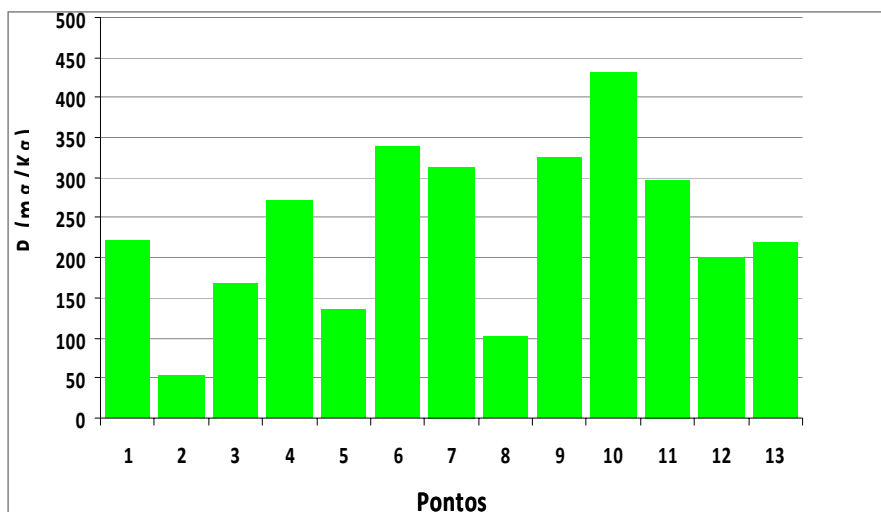


Figura 5.1.5.4-3: Fósforo nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

Os sedimentos analisados apresentam concentrações de fósforo bem abaixo do limite de alerta de 2000 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para sedimentos, mostrando que o ambiente encontra-se em boas condições no que se refere a esse parâmetro.

As concentrações de fósforo na área de disposição são menores do que nas amostras superficiais do canal a ser dragado, como pode ser observado na Tabela 5.1.5.4-4.

Tabela 5.1.5.4-4: Comparação entre as concentrações médias e desvio padrão em amostras superficiais do canal a ser dragado para instalação do terminal portuário e amostras superficiais da área de disposição dos sedimentos a serem dragados do canal. Todos os valores estão em mg/kg.

	Área de Disposição		Área de Dragagem	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
P	236,62	106,29	337,00	120,00
N	54,92	54,13	168,00	100,00
Al	1632,08	752,57	3.482,00	2.743,00
Fe	3362,69	1384,16	10.132,00	4.531,00
Mn	28,02	10,05	103,00	62,00
As	7,23	3,03	22,60	11,40
Cd	0,13	0,05	0,20	0,10
Pb	0,98	0,36	3,30	2,70



Tabela 5.1.5.4-4: Comparação entre as concentrações médias e desvio padrão em amostras superficiais do canal a ser dragado para instalação do terminal portuário e amostras superficiais da área de disposição dos sedimentos a serem dragados do canal. Todos os valores estão em mg/kg. Continuação.

	Área de Disposição		Área de Dragagem	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Cu	0,25	0,13	3,50	3,60
Cr	8,96	2,77	12,60	4,80
Hg	0,08	0,03	0,03	0,02
Ni	0,97	0,25	3,90	1,40
Zn	3,07	1,09	6,00	3,40

- Nitrogênio

As concentrações de nitrogênio nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 3 e 163 mg/kg, com valores médios de 54,92±54,13 mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3). As concentrações de nitrogênio são bastante baixas, mostrando que esse ambiente é deficiente nesse nutriente (Figura 5.1.5.4-4).

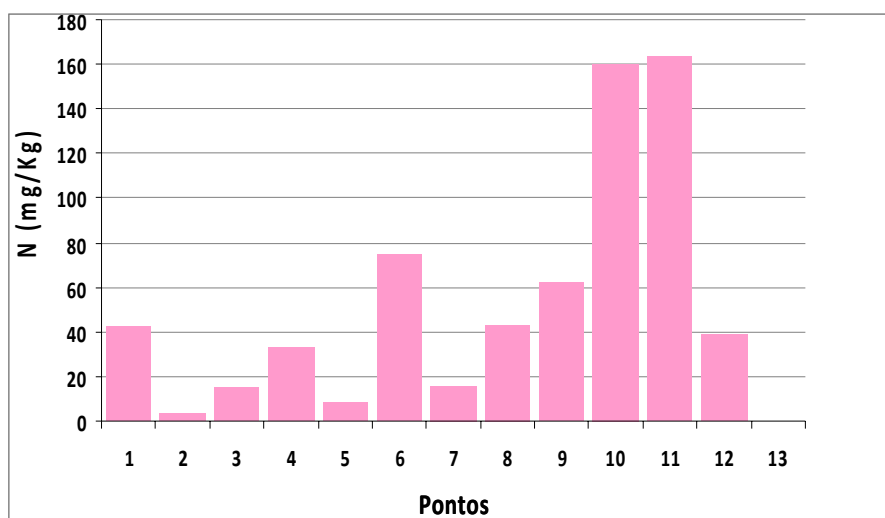


Figura 5.1.5.4-4: Nitrogênio Kjeldahl nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

Os sedimentos analisados apresentaram concentração de nitrogênio muito abaixo do limite de alerta de 4800 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para sedimentos, mostrando também para esse parâmetro que o ambiente encontra-se em boas condições.

As concentrações de nitrogênio são bem mais baixas na área de disposição dos sedimentos a serem dragados do que na área do canal (tab. 03). Assim, a disposição do material dragado pode contribuir para que os níveis de nutrientes adquiram proporções mais adequadas a ambientes marinhos, equilibrando a carência de nitrogênio em relação a fósforo.

- Elementos Metálicos

- Alumínio (Al)

As concentrações de alumínio nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 495 e 3.593 mg/kg, com valores médios de  $1.632,08 \pm 752,57$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3). Com exceção da concentração mais baixa na estação 2 e mais alta na estação 11, as concentrações de alumínio se apresentaram bastante uniformes na área (Figura 5.1.5.4-5).

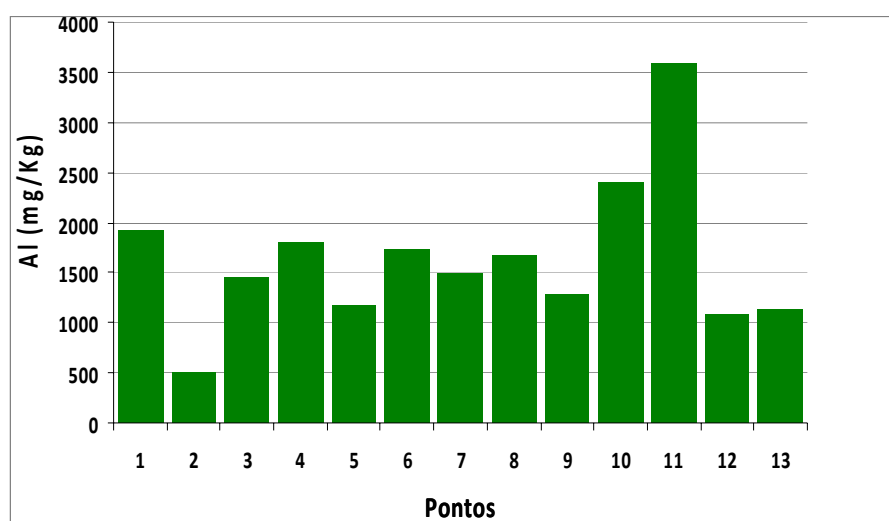


Figura 5.1.5.4-5: Alumínio nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

As concentrações de alumínio são mais baixas na área de disposição dos sedimentos a serem dragados do que na área do canal (Tabela 5.1.5.4-4).

- Ferro (Fe)

As concentrações de ferro nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 745 e 5.223 mg/kg, com valores médios de  $3.362,69 \pm 1.384,16$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3). As estação 2 apresentou concentrações de ferro bem mais baixa que as demais amostras da área de disposição (Figura 5.1.5.4-6).

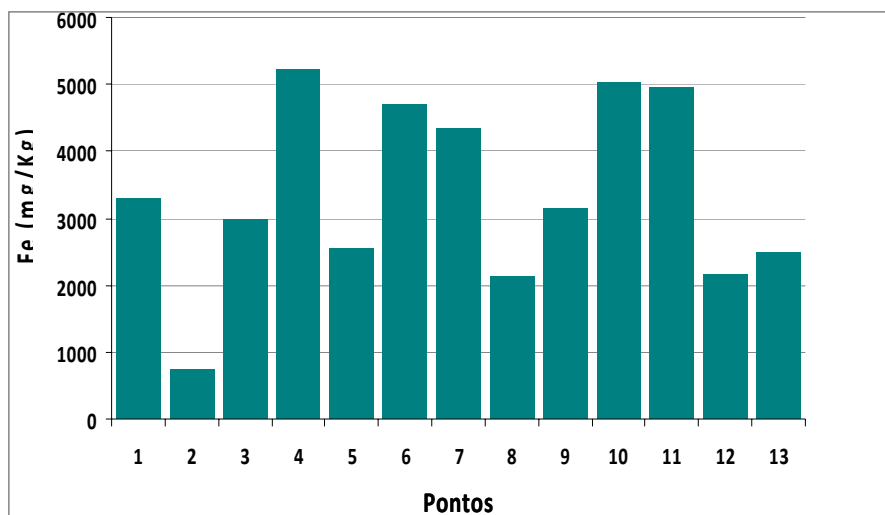


Figura 5.1.5.4-6: Ferro nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

As concentrações de ferro na área de disposição dos sedimentos equivalem a aproximadamente um terço das concentrações dos sedimentos na área do canal (tab. 03).

- Manganês (Mn)

As concentrações de manganês nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 7,6 e 45,7 mg/kg, com valores médios de  $28,02 \pm 10,05$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3; Figura 5.1.5.4-7).

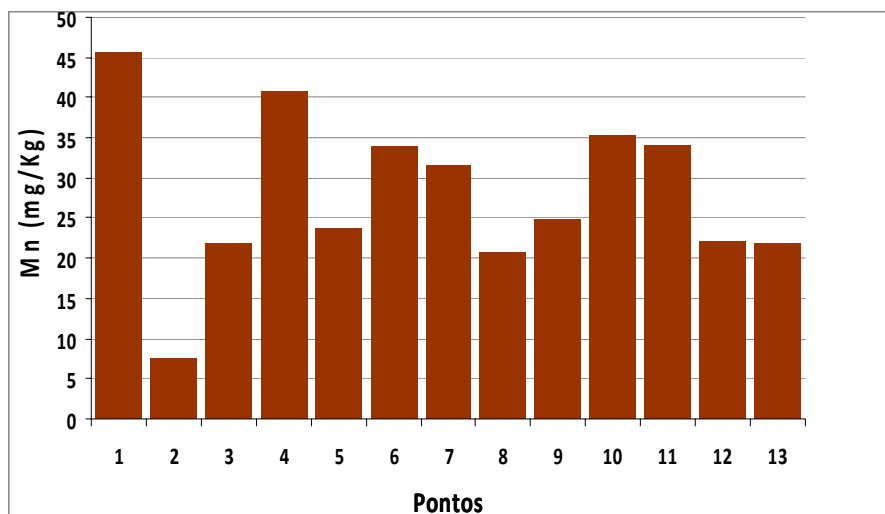


Figura 5.1.5.4-7: Manganês nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

As concentrações de manganês na área de disposição dos sedimentos a serem dragados equivalem a aproximadamente 30% dos sedimentos da área do canal (Tabela 5.1.5.4-4).

– Arsênio (As)

As concentrações de arsênio nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 2 e 14 mg/kg, com valores médios de  $7,23 \pm 3,03$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3). As concentrações mais altas encontram-se na porção mais próxima à costa, com valores e variação maiores na porção superior dos testemunhos.

As estações 4, 6 e 7 apresentam concentrações de arsênio maiores que 8,2 mg/Kg (Figura 5.1.5.4-8), valor estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 como nível 1, permanecendo, todavia, abaixo do nível 2. Isso significa que essas amostras ultrapassaram o limite em que se pressupõe não haver efeitos adversos aos organismos, mas não atingem o limite acima do qual é grande probabilidade de efeitos adversos aos organismos.

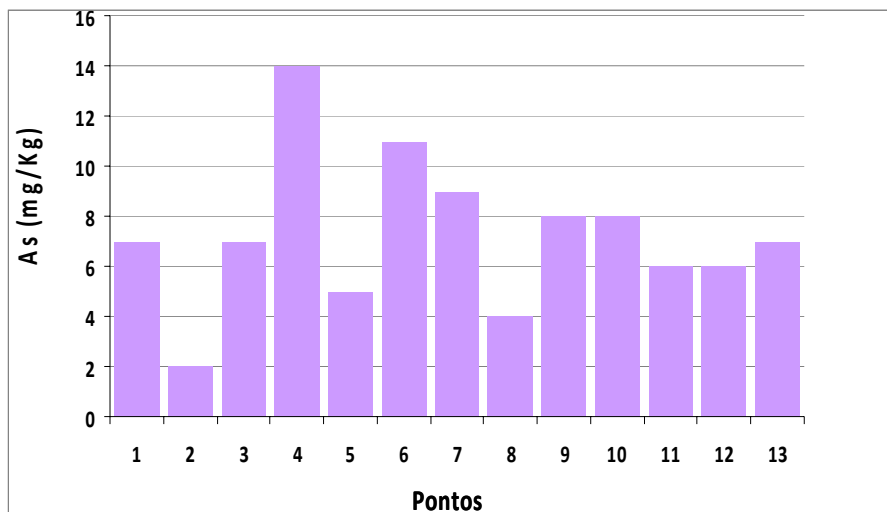


Figura 5.1.5.4-8: Arsênio nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

As concentrações de arsênio na área de disposição dos sedimentos equivalem a aproximadamente um terço das concentrações dos sedimentos na área do canal (Tabela 5.1.5.4-4).

- Cádmio (Cd)

As concentrações de cádmio nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 0,1 e 0,2 mg/kg, com valores médios de  $0,13 \pm 0,05$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3). As concentrações de cádmio são baixas, estando abaixo do limite de detecção do método em cinco estações (Figura 5.1.5.4-9).

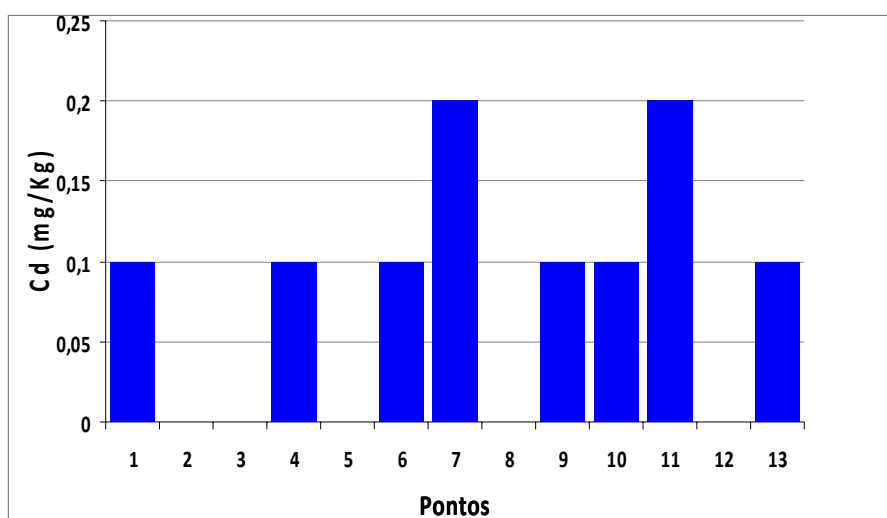


Figura 5.1.5.4-9: Cádmio nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.



Todas as amostras apresentaram concentrações de cádmio abaixo do limite de 1,2 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas, havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

- Chumbo (Pb)

As concentrações de chumbo nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 0,5 e 1,6 mg/kg, com valores médios de  $0,98 \pm 0,36$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3). As pequenas concentrações de chumbo chegam a não atingir o limite de detecção do método em duas estações (Figura 5.1.5.4-10).

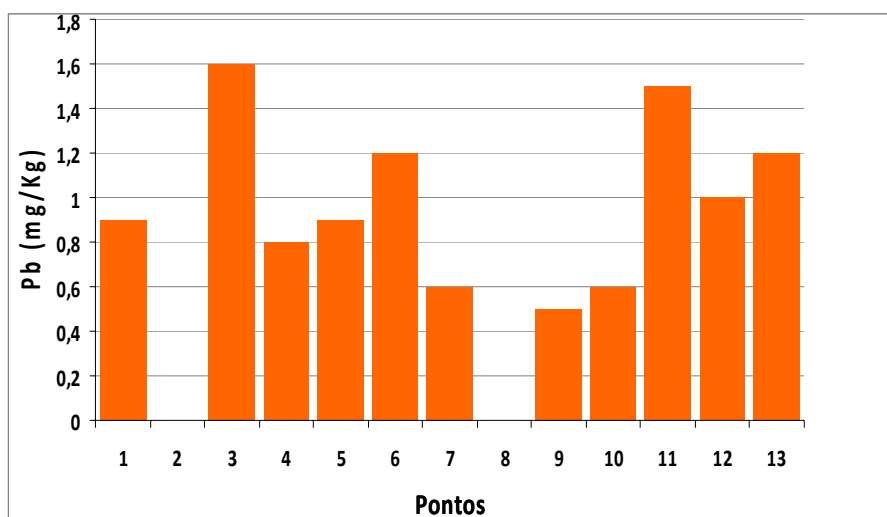


Figura 5.1.5.4-10: Chumbo nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

Todas as amostras apresentaram concentrações de chumbo abaixo do limite de 46,7 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

As concentrações de chumbo são mais baixas na área de disposição dos sedimentos a serem dragados do que na área do canal (Tabela 5.1.5.4-4).

– Cobre (Cu)

As concentrações de cobre nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 0,4 e 1,6 mg/kg, com valores médios de  $0,25 \pm 0,13$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-4). As concentrações de cobre são bastante uniformes na área de disposição do material dragado, observando-se um valor extremo na estação 11, onde a concentração de cobre é maior que o dobro da média das demais estações (Figura 5.1.5.4-11).

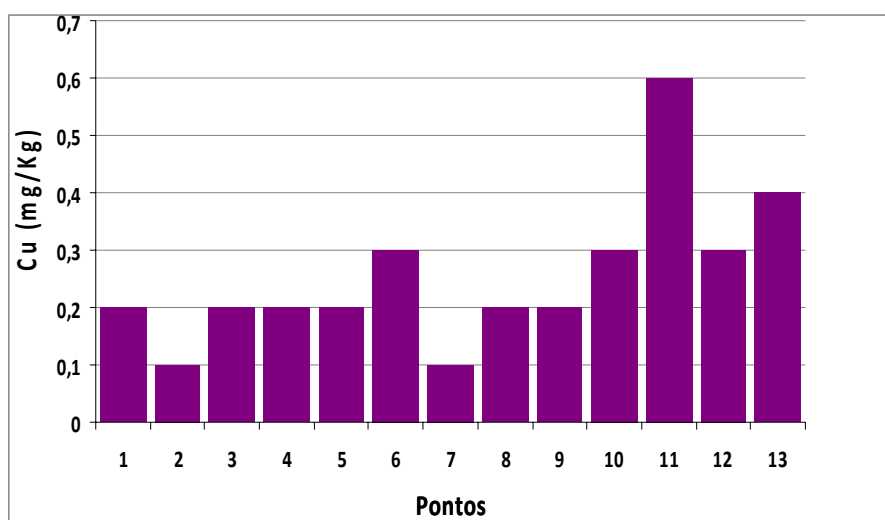


Figura 5.1.5.4-11: Cobre nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

Todas as amostras apresentaram concentrações de cobre abaixo do limite de 34,0 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

As concentrações de cobre na área de disposição dos sedimentos a serem dragados correspondem a menos de 10% daquelas observadas na área do canal (tab. 03).

– Cromo (Cr)

As concentrações de cromo nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 2,9 e 13,1 mg/kg, com valores médios de  $8,96 \pm 2,77$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3). As concentrações de cromo oscilam em torno do valor médio, com exceção da estação 2, que apresenta valor bastante baixo (Figura 5.1.5.4-12).

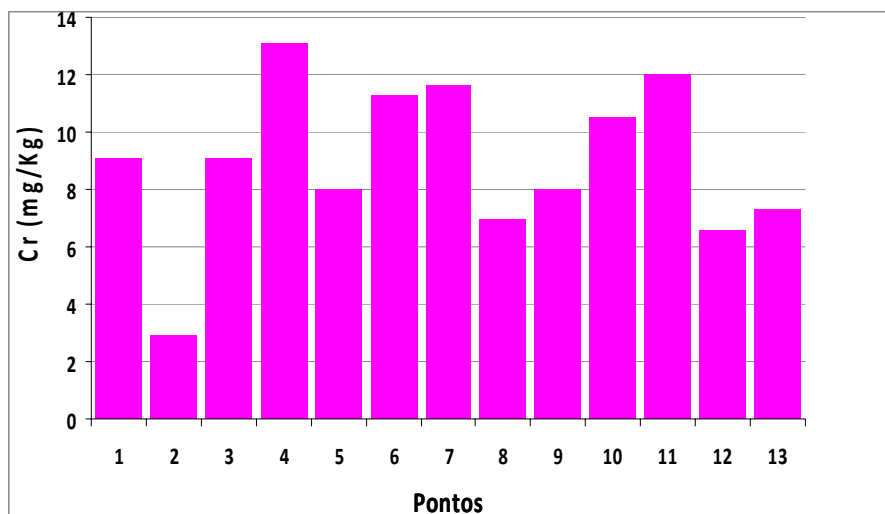


Figura 5.1.5.4-12: Cromo nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

Todas as amostras apresentaram concentrações de cromo abaixo do limite de 81,0 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

As concentrações de cromo são mais baixas na área de disposição dos sedimentos a serem dragados do que na área do canal, porém a diferença é menos acentuada que nos parâmetros anteriores (Tabela 5.1.5.4-4).

- Mercúrio (Hg)

As concentrações de mercúrio nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 0,04 e 0,11 mg/kg, com valores médios de  $0,08 \pm 0,03$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3), nas seis amostras em que foi possível quantificar esse parâmetro (Figura 5.1.5.4-13).

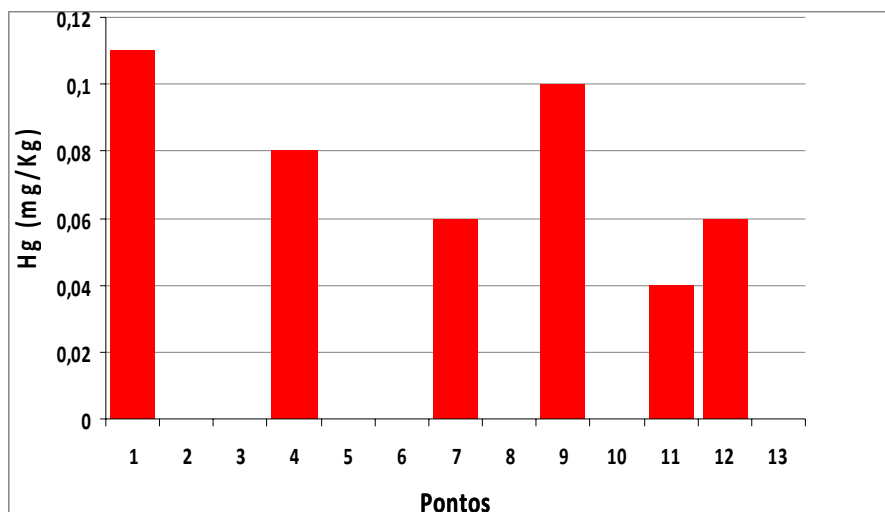


Figura 5.1.5.4-13: Mercúrio nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

Todas as amostras apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de 0,15 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

As concentrações de mercúrio são mais altas na área de disposição dos sedimentos a serem dragados do que na área do canal (Tabela 5.1.5.4-4).

- Níquel (Ni)

As concentrações de níquel nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 0,7 e 1,6 mg/kg, com valores médios de  $0,97 \pm 0,25$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3 e Figura 5.1.5.4-14).

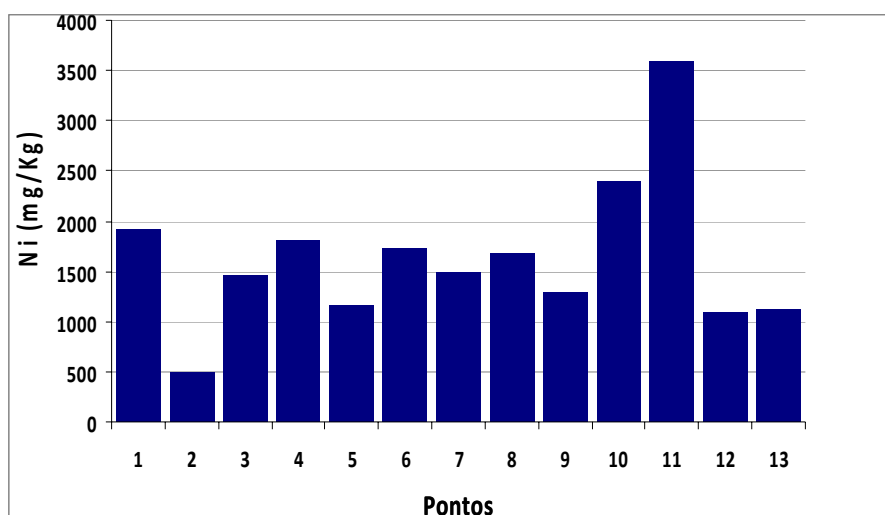


Figura 5.1.5.4-14: Níquel nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

Todas as amostras apresentaram concentrações de níquel abaixo do limite de 20,9 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

As concentrações de níquel na área de disposição dos sedimentos a serem dragados correspondem à cerca de 25% das concentrações na área do canal (tab. 03).

- Zinco (Zn)

As concentrações de zinco nos sedimentos da área de disposição do material a ser dragado variaram entre 1,4 e 5,2 mg/kg, com valores médios de  $3,07 \pm 1,09$  mg/kg (Tabela 5.1.5.4-3 e Figura 5.1.5.4-15).



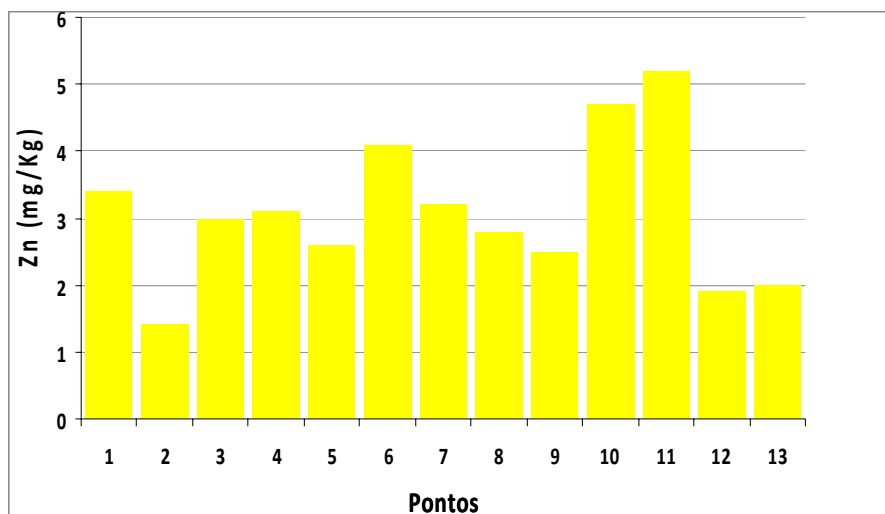


Figura 5.1.5.4-15: Zinco nos sedimentos da área de disposição dos sedimentos a serem dragados para instalação do terminal portuário.

Todas as amostras apresentaram concentrações de zinco abaixo do limite de 150,0 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

As concentrações de zinco são mais baixas na área de disposição dos sedimentos a serem dragados do que na área do canal (Tabela 5.1.5.4-4).

- Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPAs)

Os hidrocarbonetos poliaromáticos analisados foram: naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(123-cd)pireno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(ghi)perileno.

Não foram detectados hidrocarbonetos nas amostras coletadas na área de disposição dos sedimentos a serem dragados para a instalação do terminal portuário.

#### - Pesticidas Organoclorados

Os pesticidas organoclorados analisados nesse estudo foram: alfa-HCH, hexaclorobenzeno, beta-HCH, gamma-HCH (lindano), delta-HCH, Epsilon-HCH, heptacloro, aldrin, isodrin, cis-heptacloro epóxido, oxy-clordano, trans-heptacloro epóxido, trans-clordano, o,p'-DDE, alfa-endosulfan, cis-clordano, p,p'-DDE, dieldrin, o,p'-DDD, endrin, beta-endosulfan, p,p'-DDD, o,p'-DDT, p,p'-DDT, metoxicloro, mirex.

Não foram detectados pesticidas organoclorados nas amostras coletadas na área de disposição dos sedimentos a serem dragados para a instalação do terminal portuário.

#### a) Conclusões

Apesar das concentrações dos diversos parâmetros considerados (com exceção de mercúrio) serem mais elevadas na área do futuro canal de navegação do que na área de disposição do material a ser dragado para instalação do terminal portuário, todos os parâmetros encontram-se em níveis aceitáveis segundo a Resolução CONAMA 344/04, não sendo esperados impactos negativos advindos da operação de dragagem do material.

### 5.1.6 Oceanografia e hidrodinâmica costeira

#### 5.1.6.1 Regimes de ondas, marés e correntes

O presente capítulo detalha o regime de ondas, marés e correntes da região de estudo. As fontes de informações utilizadas consistem essencialmente de dados obtidos através dos levantamentos meteoceanográficos em andamento desde julho de 2009, dados provenientes do United Kingdom Meteorological Office, Marinha do Brasil, além dos obtidos em bibliografia pertinente.

O empreendimento do Terminal Marítimo de Presidente Kennedy se localiza em uma praia extensa de mar aberto. Não há desembocaduras ou estuários de porte em sua proximidade. As correntes de maré ou induzidas pelo vento não são significativas. O sedimento encontrado nas praias e plataforma é em grande parte constituído de areia. Essas condições tornam os processos hidrodinâmicos e sedimentológicos menos complexos, quando comparados aos de outras localidades.

As ondas apresentam-se como o agente modelador de maior relevância deste compartimento costeiro. A extensa base de dados de ondas, oriunda do UKMO, combinada com as medições de aproximadamente três meses no local do empreendimento, permitiu um entendimento abrangente dos processos costeiros vigentes na região.

A fim de facilitar o texto, as metodologias empregadas nos levantamentos de dados e informações são apresentadas detalhadamente em conjunto com os dados dos respectivos trabalhos de campo.

#### a) Maré

A maré é um fenômeno dependente principalmente da força de atração dos corpos celestes próximos da Terra em relação à massa de água dos mares, sendo a Lua e o Sol, nesta ordem, os principais. Entretanto, a maré não tem características somente astronômicas, mas é influenciada pela geomorfologia costeira e pode sofrer também a interferência dos ventos, que causam a chamada maré meteorológica.

A maré astronômica no litoral capixaba apresenta características de maré semidiurna, de desigualdades diurnas, que corresponde à ocorrência de duas preamares e duas baixamares por dia lunar, com alturas desiguais.

Antes do início dos levantamentos, não havia em Presidente Kennedy uma estação maregráfica, e a previsão de maré era obtida pela análise das estações existentes nas proximidades (Cabo de São Tomé/RJ e Ubu/ES). Assim, foi implantada uma estação maregráfica na foz do rio Itabapoana para determinar os níveis característicos de maré para o local do empreendimento e permitir previsões precisas. Ainda, os dados de maré medidos no local do empreendimento são úteis para a calibração e validação do modelo numérico hidrodinâmico.

Os dados de localização geográfica do marco RN-Régua da estação maregráfica são apresentados nas Tabela 5.1.6.1-1 e Tabela 5.1.6.1-2.

Tabela 5.1.6.1-1: SIRGAS 2000 – WGS84 – Meridiano central: 039° W Gr

<b>RN RÉGUA</b>	<b>N - 7.643.296,567 m</b> <b>E - 296.244,913 m</b>
-----------------	--

Tabela 5.1.6.1-2: SAD69 – Zero - IBGE - Meridiano central: 039° W Gr

<b>RN RÉGUA</b>	<b>N - 7.643.343,549 m</b> <b>E - 296.284,721m</b> <b>h - 1,367 m (altitude ortométrica: - IBGE / Datum Vertical Imbituba)</b>
-----------------	--

O local foi escolhido por permitir um bom abrigo da agitação marítima. A Figura 5.1.6.1-1 apresenta imagem de satélite com a localização da estação maregráfica, bem como dos equipamentos ADCP utilizados no levantamento, e que também registraram a variação do nível d'água.

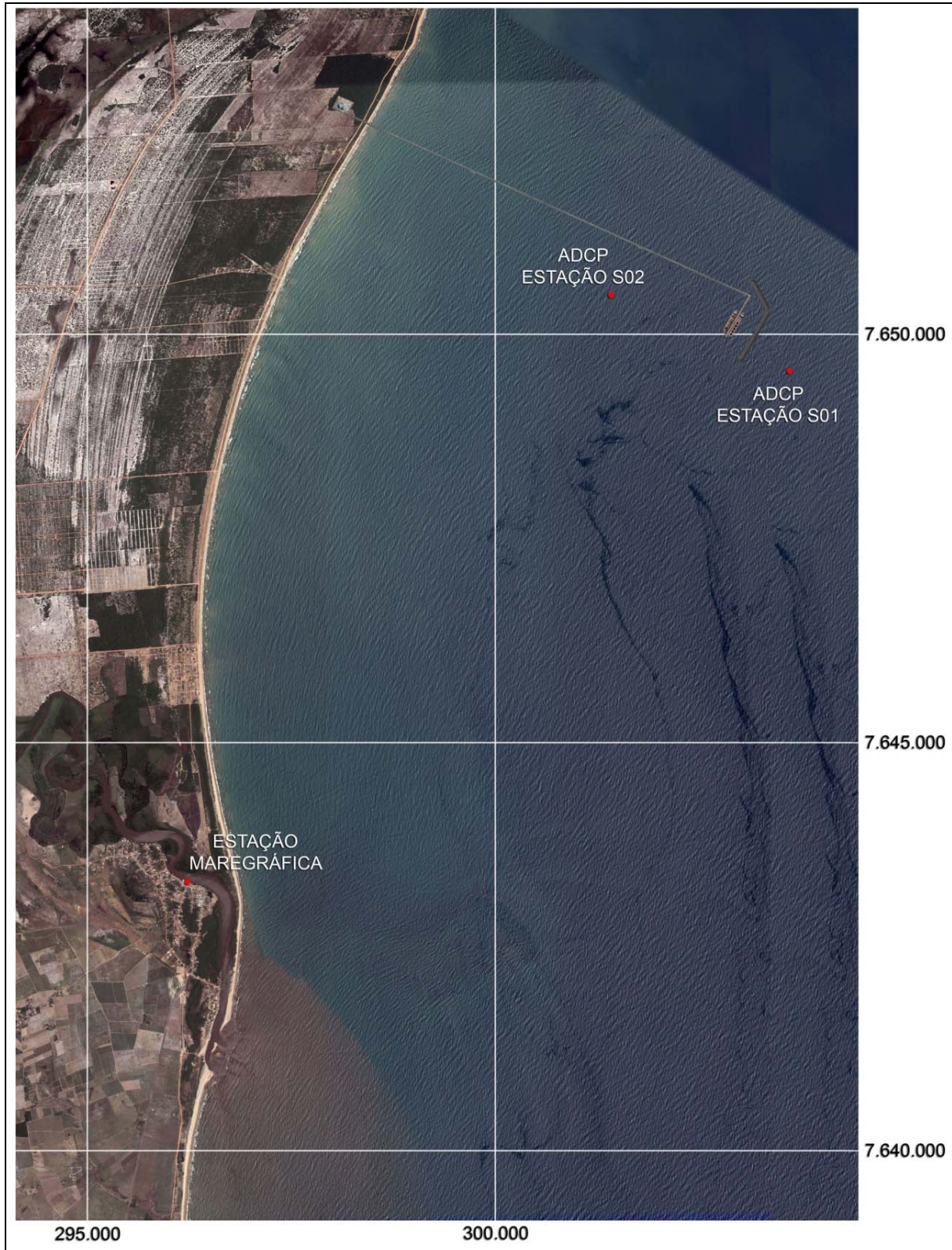


Figura 5.1.6.1 -1: Localização da Estação Maregráfica e Equipamentos de ADCP (UTM 24S WGS-84).



- Metodologia

Para as medições de nível de água foram utilizados dois sensores de pressão Global Water. Esses instrumentos possuem um tubo de ventilação para compensar variações na pressão atmosférica. Os equipamentos foram instalados em um poço tranquilizador construído de PVC. Na base da tubulação foram feitos orifícios para filtrar oscilações de alta frequência do nível de água.

Os sensores de pressão da Global Water têm uma precisão associada de  $\pm 2$  cm. Como procedimento para garantia da qualidade, todos os sensores foram calibrados com água salgada, em laboratório, antes da instalação em campo.

As medições apresentadas foram realizadas entre os dias 12/07/2009 e 03/10/2009 a intervalos de 10 minutos, com armazenamento digital dos dados no "datalogger" dos equipamentos. A instalação dos equipamentos e o resgate dos dados foram realizados pela equipe técnica do Laboratório de Traçadores da COPPE/UFRJ.

Os dois sensores de pressão utilizados apresentaram medições com diferenças não significativas, de forma que somente a base de dados de um deles foi utilizada, veja Figura 5.1.6.1-2. Ainda, a Figura 5.1.6.1-3 apresenta a comparação entre o nível de água na foz do rio Itabapoana medido pelo sensor do marégrafo e as leituras visuais de régua, atestando o bom funcionamento do mesmo.

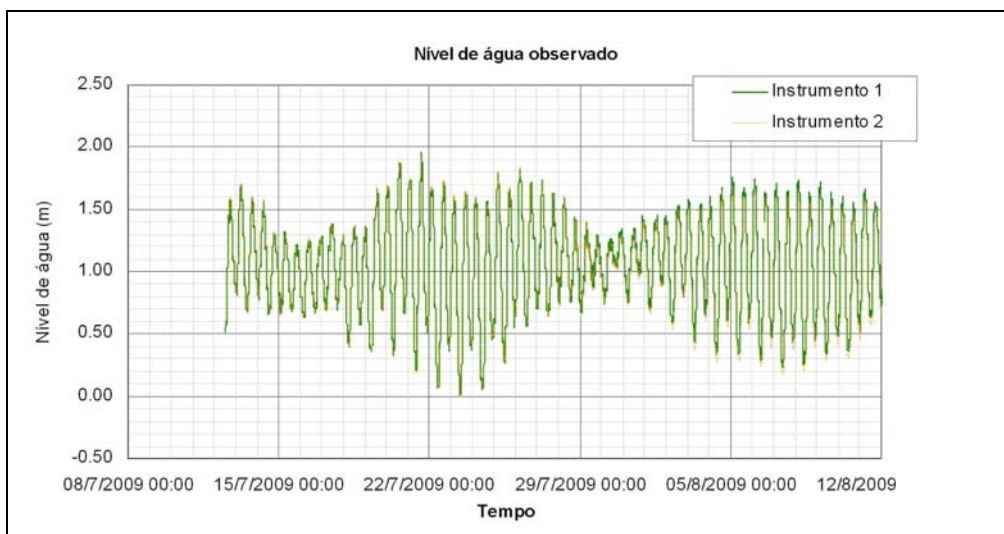


Figura 5.1.6.1 -2: Comparação entre os valores de nível de água observados com os dois instrumentos.

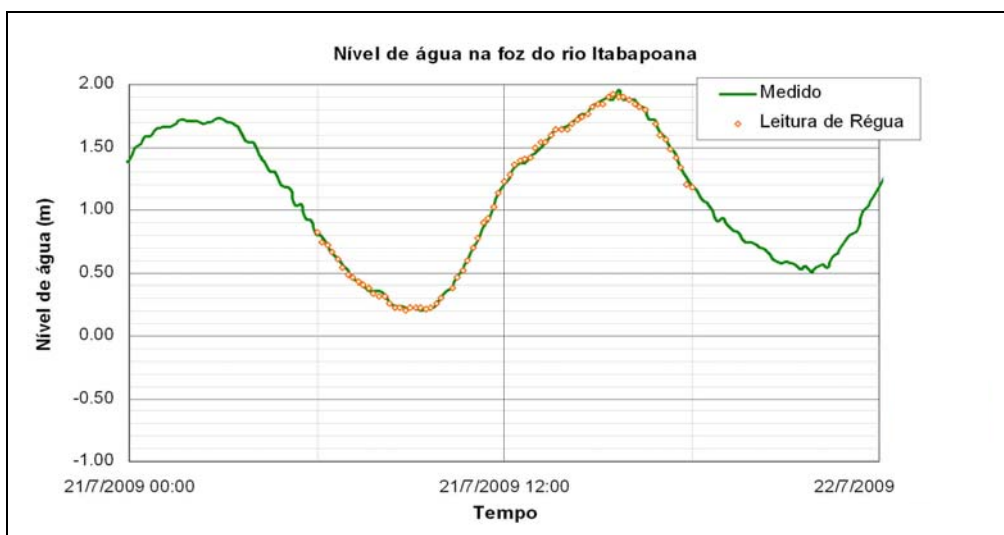


Figura 5.1.6.1 -3: Comparação entre o nível de água na foz do rio Itabapoana medido pelo marégrafo e as leituras visuais de régua.

A Figura 5.1.6.1-4 apresenta detalhes da recuperação dos dados de nível de água na foz do rio Itabapoana.



Figura 5.1.6.1-4– Medição de nível de água próximo à foz do rio Itabapoana (RJ) junto à margem direita: (A) instalação e fixação do tubo de PVC; (B) medidores instalados junto à régua limnimétrica.

Os valores de nível de água medidos pelo sensor (valores relativos) foram transformados em valores de níveis de água absolutos referenciados ao Nível de Redução (NR). O esquema da Figura 5.1.6.1-5 apresenta o diagrama de níveis da Estação Maregráfica instalada na foz do rio Itabapoana.

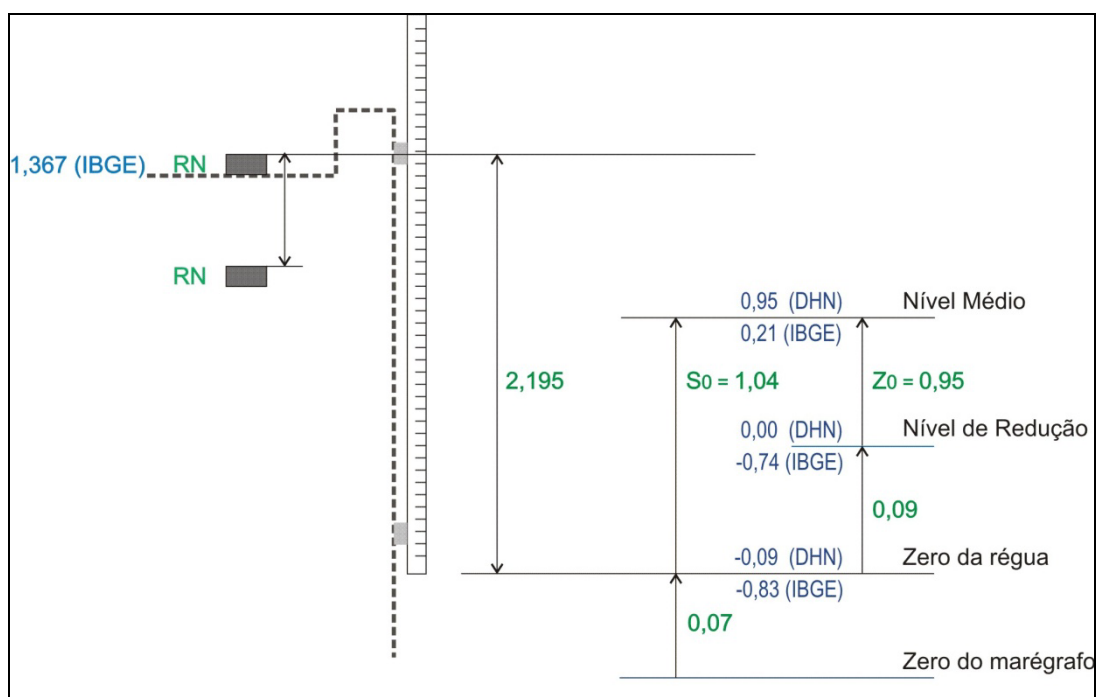


Figura 5.1.6.1-5: Diagrama da Estação Maregráfica da foz do rio Itabapoana.

O valor do nível de redução foi calculado para uma maré com desigualdades diurnas, embora o valor do fator de forma seja 0,23. Caso o cálculo tivesse considerado a maré como semidiurna, o NR estaria 12 cm acima do apresentado.

Utilizando-se o critério de associar o nível de redução ao valor da maré astronômica mais baixa (LAT) como o *datum* vertical, obtém-se um nível de redução com apenas 3 cm abaixo do calculado. Isto corrobora a decisão de cálculo do NR considerando a maré com desigualdades diurnas, postura mais conservativa quanto à segurança da navegação.

- Resultados

A seguir apresentam-se os registros de maré obtidos na estação maregráfica do rio Itabapoana disponíveis até o momento, veja Figura 5.1.6.1-6

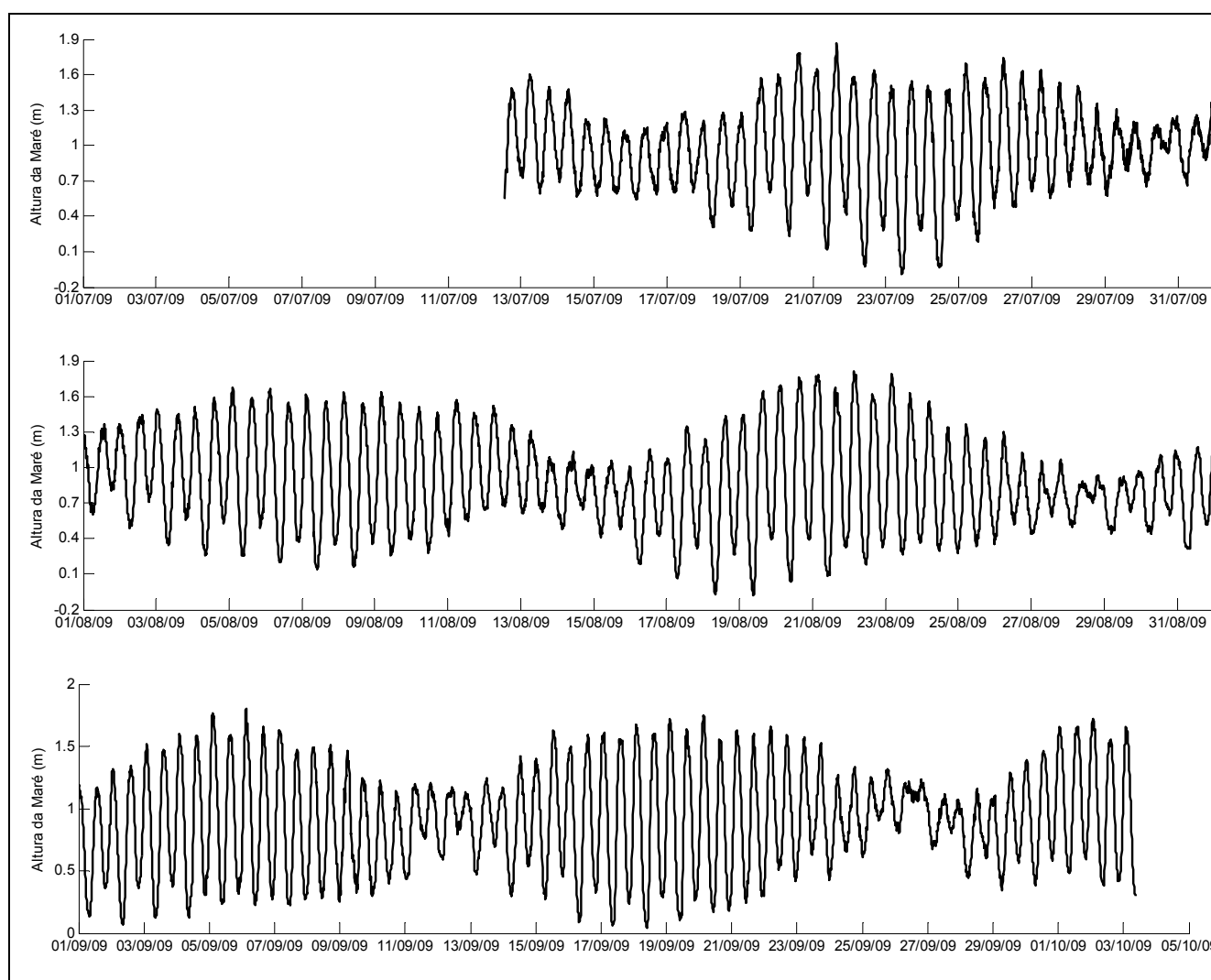


Figura 5.1.6.1-6– Maré - Foz do rio Itabapoana - Altura da maré relativa ao NR - 13/07 a 03/10/2009.

A Figura 5.1.6.1-7 e a Figura 5.1.6.1-9 apresentam os níveis de água registrados nos equipamentos ADCP fundeados próximo à costa de Presidente Kennedy. Os equipamentos registraram a variação do nível d'água a cada 10 minutos. O equipamento ADCP fundeado no local mais raso sofreu arraste por rede de pesca. Assim, a respectiva série de dados apresenta uma lacuna de cerca de 3,2 dias até o reposicionamento do instrumento. Veja Figura 5.1.6.1-5-1 para a localização dos equipamentos ADCP.

A Figura 5.1.6.1-8 e a Figura 5.1.6.1-10 apresentam comparação entre a maré da estação maregráfica e os níveis registrados pelos equipamentos ADCP para alguns ciclos de maré.

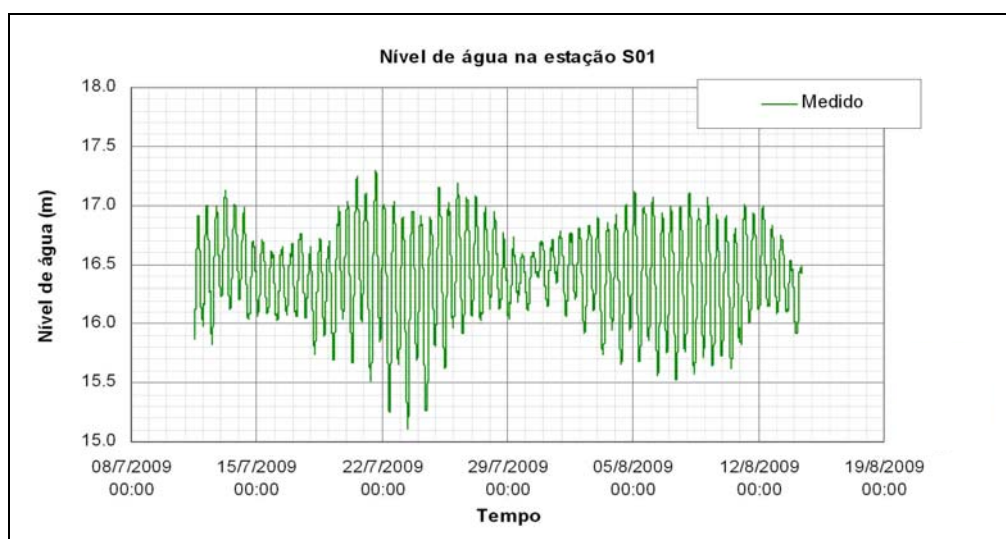


Figura 5.1.6.1-7: Valores de nível d'água na estação de correntometria S01.



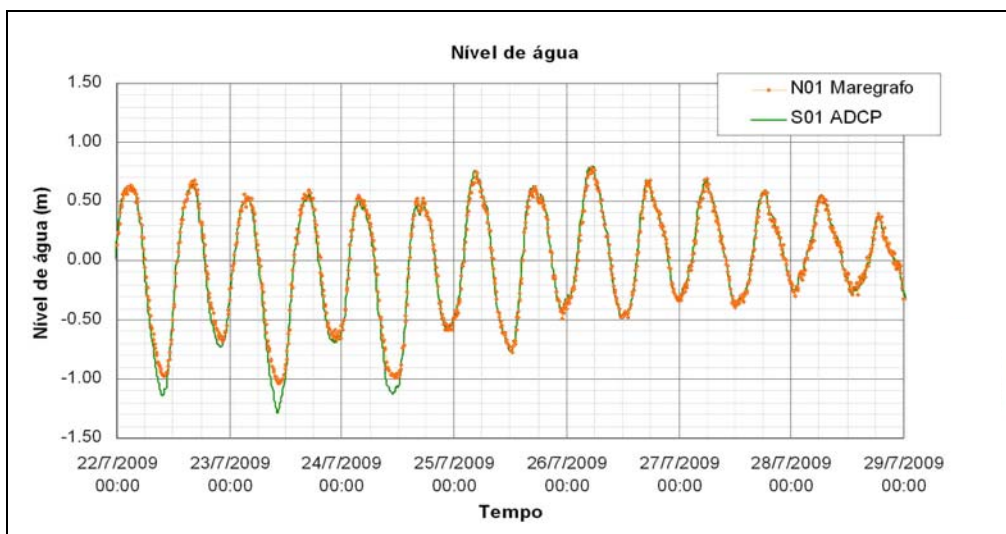


Figura 5.1.6.1-8: Comparação entre o nível d'água relativo entre a foz do rio Itabapoana e a estação de correntometria S01, localizada mais ao largo da Praia de Marobá.

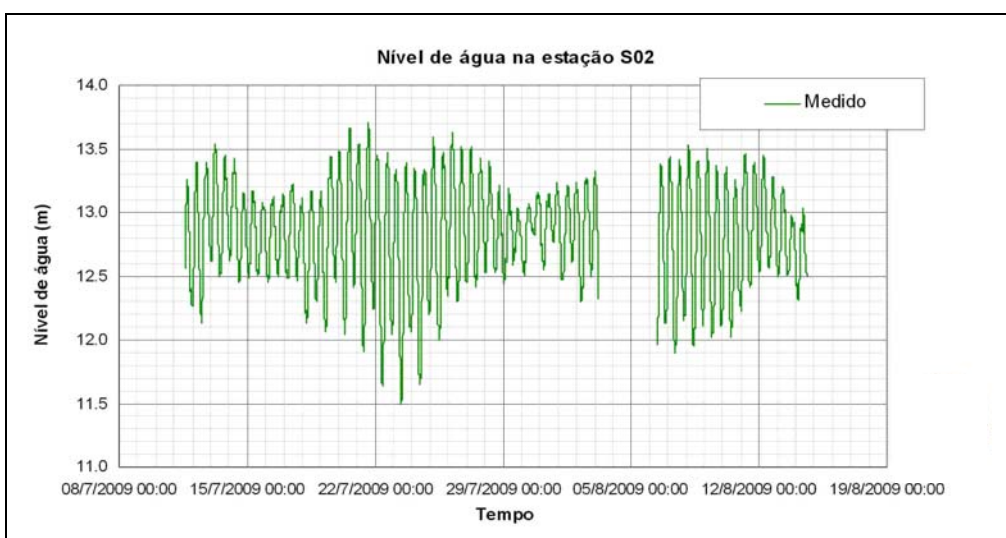


Figura 5.1.6.1-9: Valores de nível d'água na estação de correntometria S02.

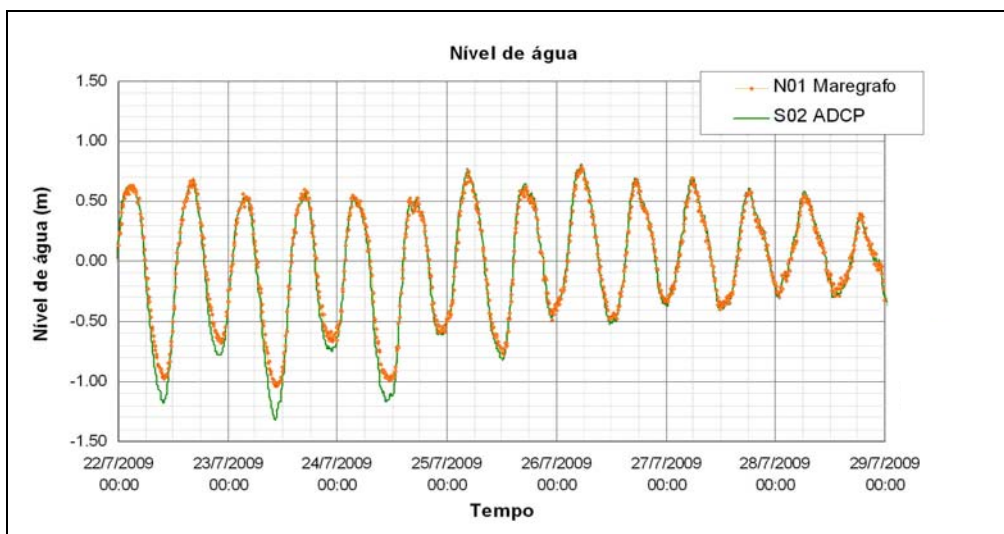


Figura 5.1.6.1-10: Comparação entre o nível d'água relativo entre a foz do rio Itabapoana e a estação de correntometria S02, mais próxima à Praia de Marobá.

Da comparação entre os dados do mareógrafo com os dados das estações de correntometria, pode-se observar uma boa correlação. Não são observados atrasos significativos de propagação da onda de maré, como outros efeitos nas magnitudes das amplitudes medidas, com exceção dos dias de sizígia, nos quais se observaram baixamars mais extremas ao largo do que na foz do rio Itabapoana.

É importante ressaltar que a flecha do rio Itabapoana encontrava-se rompida quando das medições. Isto reduz a distância entre a estação maregráfica e as estações de correntometria, como também praticamente elimina o efeito de confinamento da área da estação maregráfica, comparativamente à situação com a flecha íntegra e a desembocadura posicionada a certa distância para sul.

A amplitude média estimada da maré em sizígia e quadratura é de 1,55 m e 0,50 m, respectivamente. Isto classifica a maré em Presidente Kennedy como micromaré (entre 0 e 2,00 m de amplitude).

A partir da análise harmônica de dados de medições de maré obtêm-se suas constantes harmônicas. Com as constantes harmônicas conhecidas, consegue-se, através do uso de fórmulas numéricas, executar a previsão dos níveis de maré ordinários da localidade.

Os valores das constantes harmônicas disponíveis para a Estação Maregráfica em Presidente Kennedy são apresentados na Tabela 5.1.6.1-3. Sobre estes valores têm-se os seguintes comentários:

- os resultados são baseados nos dados da primeira campanha de campo;
- o valor do nível de redução foi calculado para uma maré com desigualdades diurnas, embora o valor do fator de forma seja 0,23, ou seja, a favor da segurança à navegação;
- o conjunto de constantes harmônicas apresentado inclui apenas as constantes com amplitude maior do que 4 mm.

Tabela 5.1.6.1-3 – Valores de constantes harmônicas para a foz do rio Itabapoana.

Componente	Amplitude (m)	Fase (rad)
$\eta_0$	1.04	---
Mm	0.0464	2.385
MSf	0.0249	3.087
2Q1	0.0046	0.917
Q1	0.0265	1.227
O1	0.0895	1.762
M1	0.0131	1.520
K1	0.0706	3.006
MNS2	0.0107	1.837
mu2	0.0298	2.005
N2	0.0721	1.747
M2	0.4617	1.554
L2	0.0229	1.522
S2	0.2295	2.066
KJ2	0.0120	2.685
MO3	0.0047	1.510
M3	0.0066	1.801
SK3	0.0087	4.146
MN4	0.0104	0.353
M4	0.0255	1.306
SN4	0.0045	3.978
MS4	0.0157	2.755
S4	0.0041	4.491
2MK5	0.0053	2.209
2MN6	0.0220	0.880
M6	0.0216	1.622
2MS6	0.0113	2.734

A Figura 5.1.6.1-11 apresenta uma comparação entre os valores de maré medidos, leituras de régua, valores previstos usando as constantes acima e a posição do NR usando o critério de maré com desigualdades e LAT. A concordância está bem satisfatória.

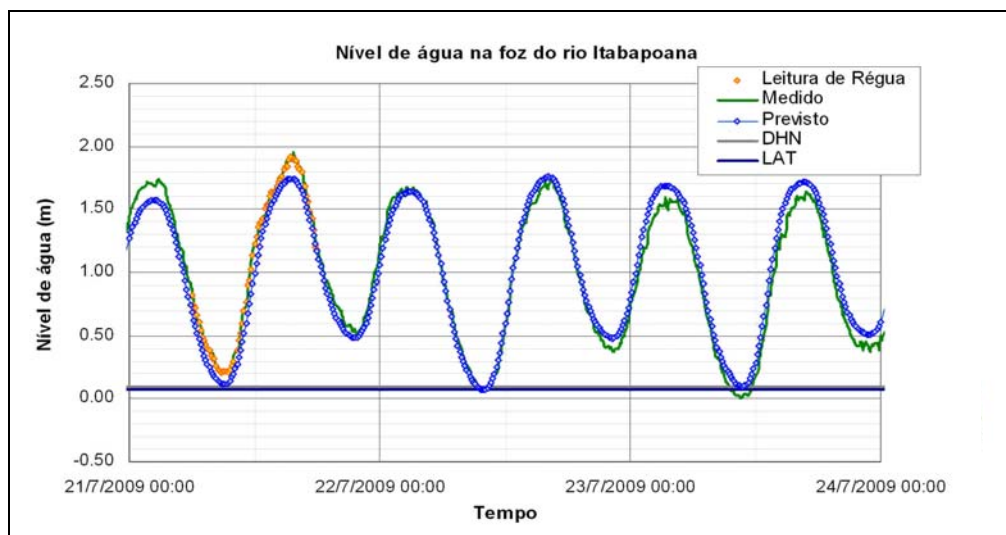


Figura 5.1.6.1-11 Valores de nível de água observados e previstos com as constantes calculadas neste estudo, na foz do rio Itabapoana, referenciados ao zero da régua local.

## b) Correntes

As informações existentes na bibliografia não detalham as correntes existentes próximo à costa do local do empreendimento, no entanto, devido à presença da Corrente do Brasil (Figura 5.1.6.1-12) espera-se que as correntes predominantes no local do empreendimento sejam de fraca intensidade, rumando para SW. Entretanto, considerando-se a morfologia costeira nesta região, com a presença do Cabo de São Tomé logo ao Sul, e ao norte o Banco dos Abrolhos, uma verificação *in loco* faz-se necessária. Assim, a caracterização das correntes será fundamentada nas medições de campo realizadas desde julho/2009 no local do empreendimento.

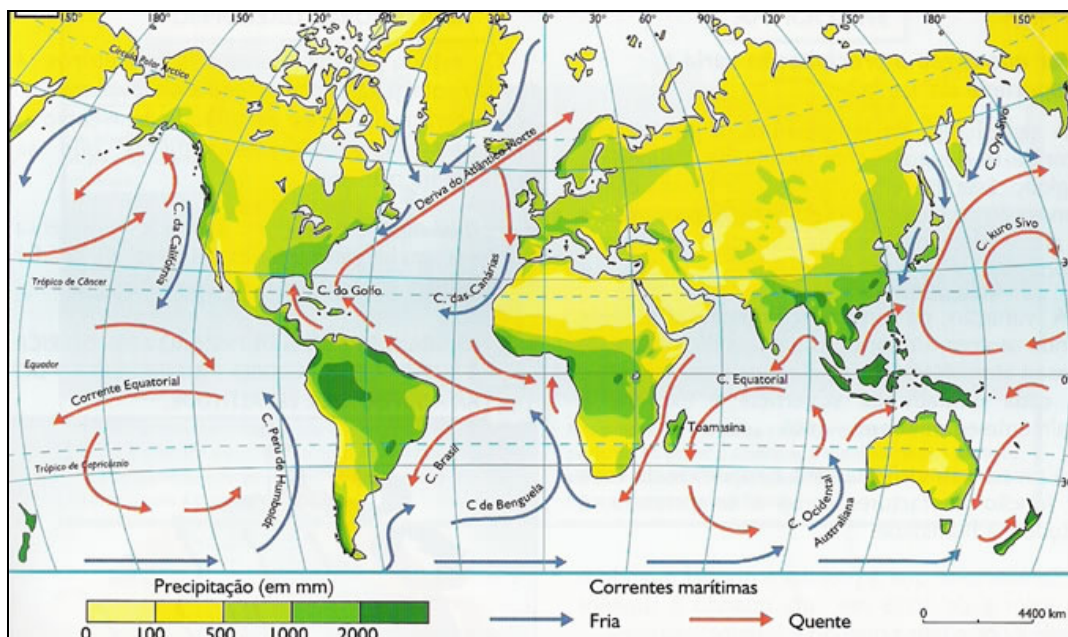


Figura 5.1.6.1-12: Figura ilustrativa das correntes marítimas oceânicas. Fonte: <http://www.yousol.com>

- Metodologia

As medições de correntes estão sendo realizadas em dois pontos próximos à costa de Presidente Kennedy. A estação S01 está localizada logo ao largo do quebra-mar a ser implantado. A estação S02 se localiza também próximo ao quebra-mar em ponto mais raso. A Figura 5.1.6.1-1 apresenta a localização das estações de correntometria.

A Tabela 5.1.6.1-4 apresenta a localização geográfica das estações de correntometria, em coordenadas horizontais do *datum* WGS-84.

Tabela 5.1.6.1-4 – Coordenadas horizontais das estações de correntometria (UTM 24S - WGS 84)

Estação	Norte (m)	Este (m)	Profundidade DHN (m)
S01	7.6495.67	303.646	15,6
S02	7.650.495	301.459	12,1

Além de correntes, a estação S01 também registra a agitação ondulatória. Nessa estação foi utilizado um ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) do tipo WavesArray de 600 kHz; e nas medições de correntes na estação S02 foi utilizado um Workhorse de 600 kHz, ambos fabricados pela Teledyne RD Instruments Inc.



As medições de correntes nas duas estações foram realizadas a cada 10 minutos entre os dias 11/07/2009 e 02/10/2009 para a estação S01 e entre 11/07/2009 e 14/08/2009 para a estação S02.

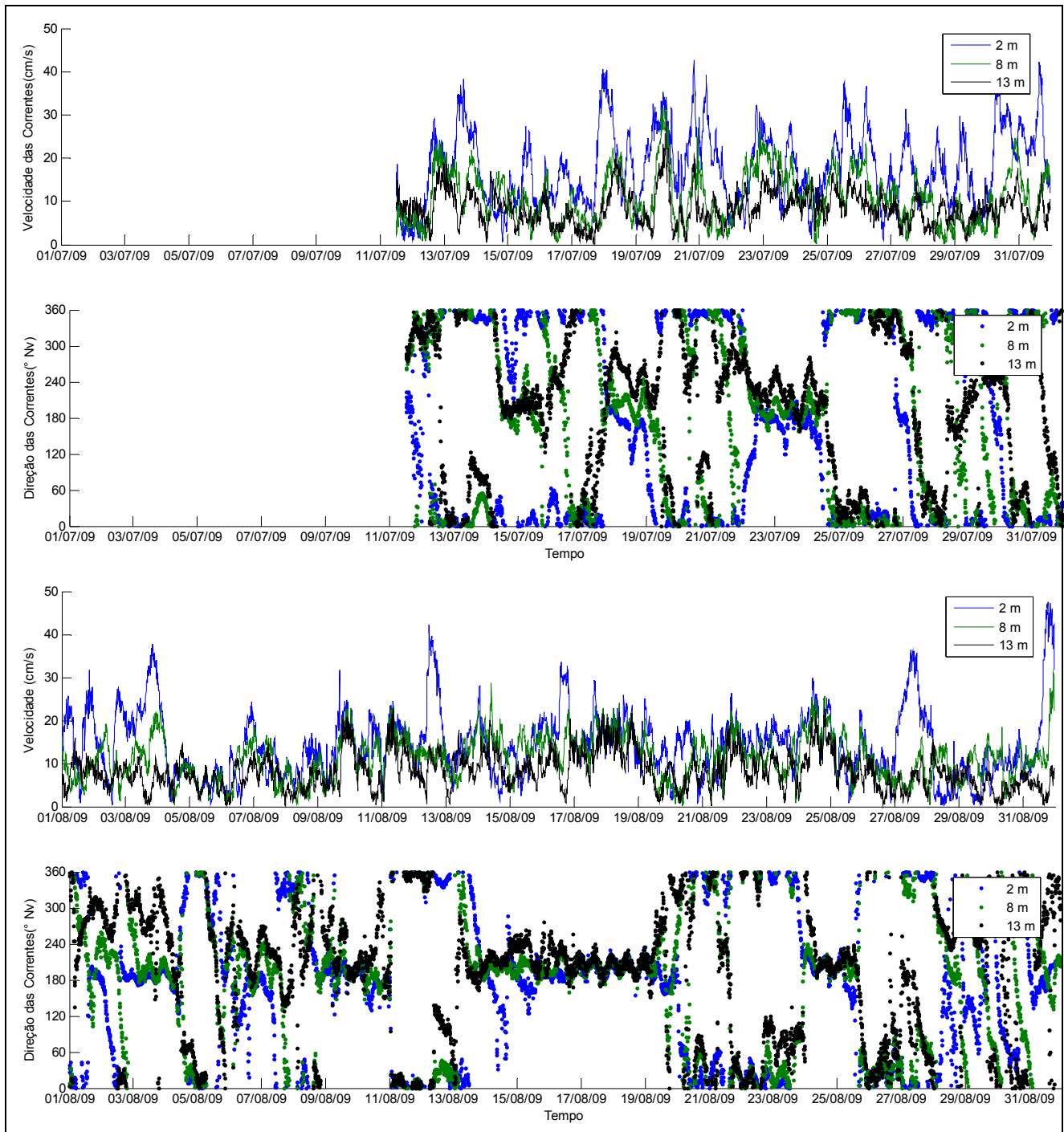
Através do ADCP foram realizadas medições da magnitude e da direção das correntes ao longo da coluna de água durante um intervalo de 10 minutos (denominado "ensemble"). O desvio padrão associado às medidas de magnitude de correntes, para as condições de operação, situa-se em torno de  $\pm 2$  graus.

As profundidades apresentadas nos resultados e gráficos estão referenciadas ao NR (Nível de Redução) calculado para o local. Por exemplo, uma profundidade de "2 metros" refere-se a uma camada que está a 2 metros abaixo do NR.

- Resultados obtidos nas medições de corrente
  - Estação S01

Os valores de corrente (magnitude e direção) foram medidos a intervalos de 1 metro com a primeira camada a 2,0 metros abaixo do NR e a última a 2,6 metros acima do fundo do mar.

A Figura 5.1.6.1-13 e a Figura 5.1.6.1-14 apresentam as séries temporais de correntes registradas na estação S01.



A Figura 5.1.6.1-13: Dados de Correntometria - Intensidade e Direção - Estação S01 - Profundidades de 2, 8 e 13 metros - 01/07/2009 a 31/08/2009.

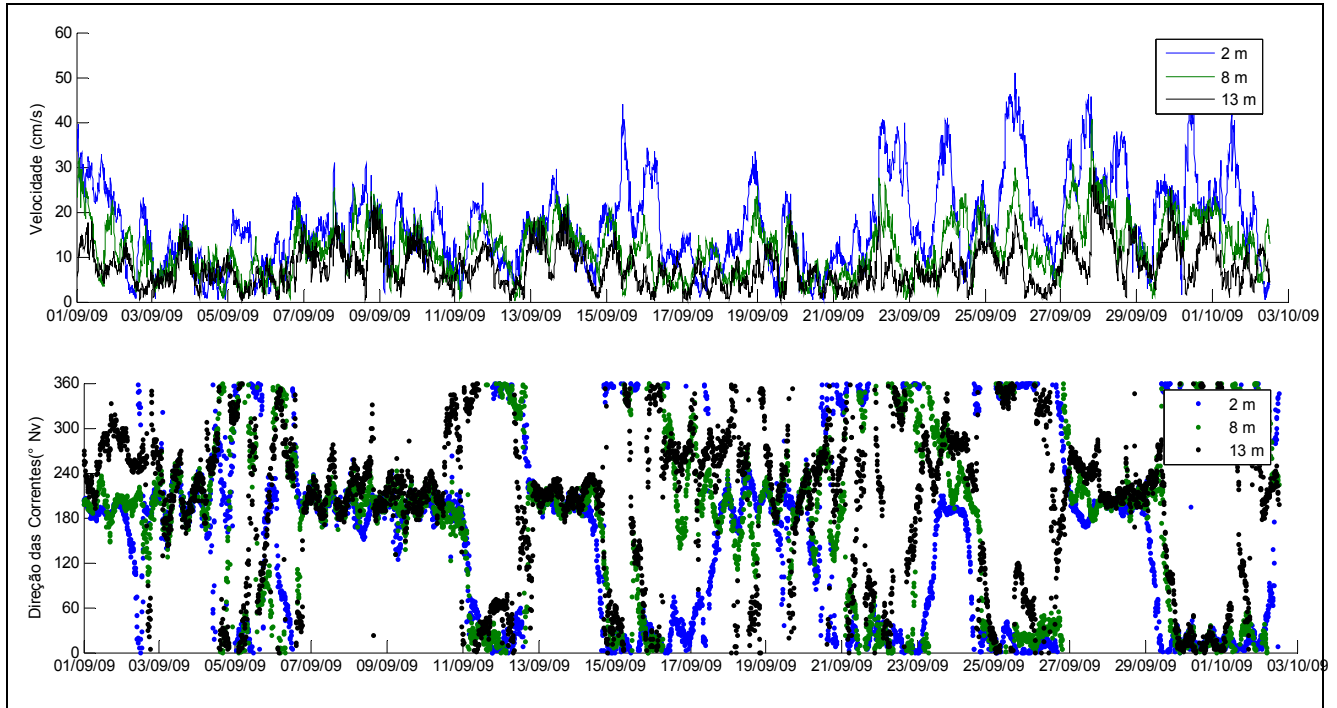


Figura 5.1.6.1-14: Dados de Correntometria - Intensidade e Direção - Estação S01 - Profundidades de 2, 8 e 13 metros - 01/09/2009 a 03/10/2009.

As rosas de correntes obtidas para a estação de correntometria S01 estão apresentadas entre a Figura 5.1.6.1-15 e a Figura 5.1.6.1-17.

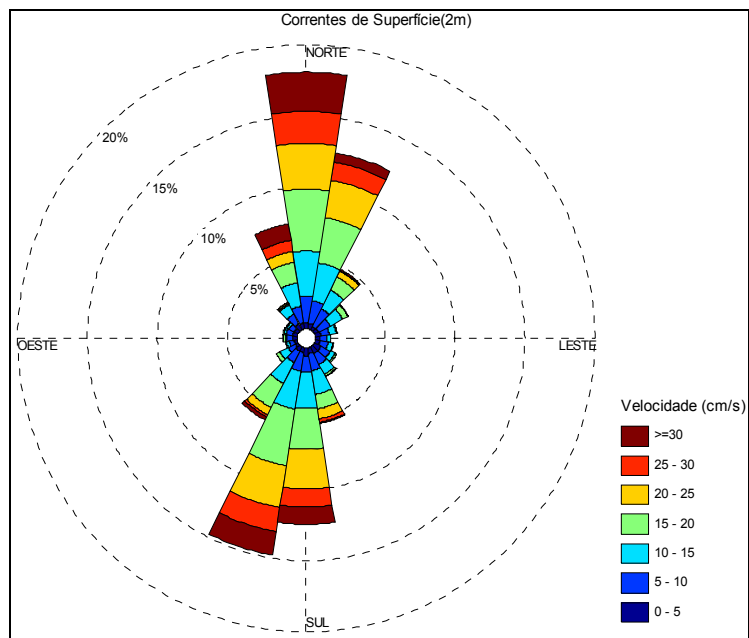


Figura 5.1.6.1-15: Rosa de Correntes - Superfície - Estação S01.

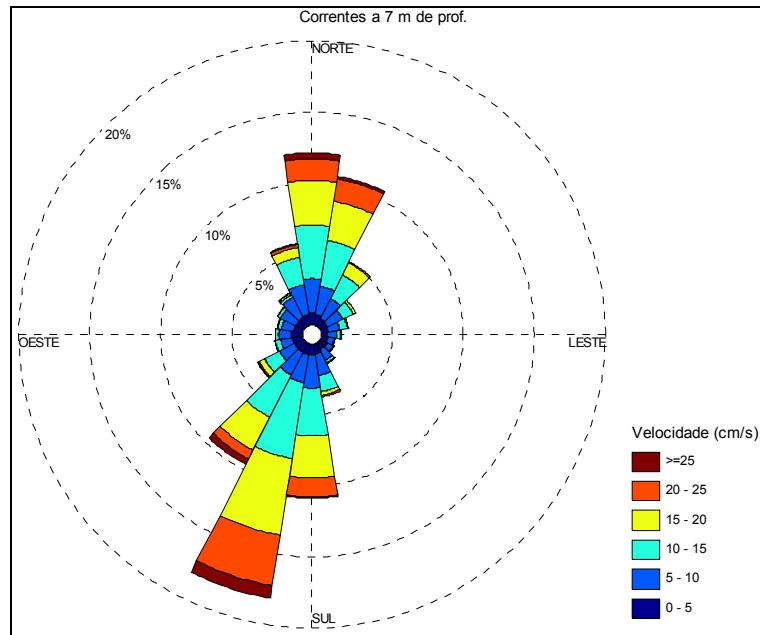


Figura 5.1.6.1-16– Rosa de Correntes - Meio - Estação S01.

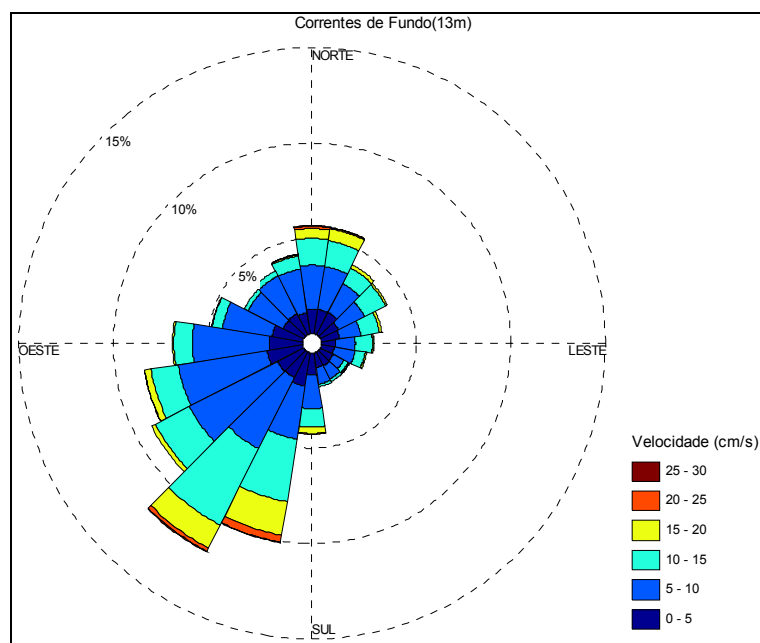


Figura 5.1.6.1-17– Rosa de Correntes - Fundo - Estação S01.

– Estação S02

Os valores de corrente (magnitude e direção) foram medidos a intervalos de 1 metro com a primeira camada a 1,5 metro abaixo do NR, e a última a 2,6 metros acima do fundo do mar. O ADCP fundeado nesta estação mais rasa sofreu arraste por rede de pesca e, portanto, a respectiva série de dados apresenta uma lacuna de 3,2 dias até o tempo de reposicionamento do instrumento.

A Figura 5.1.6.1-18 apresenta a série temporal de correntes registrada na estação S02.

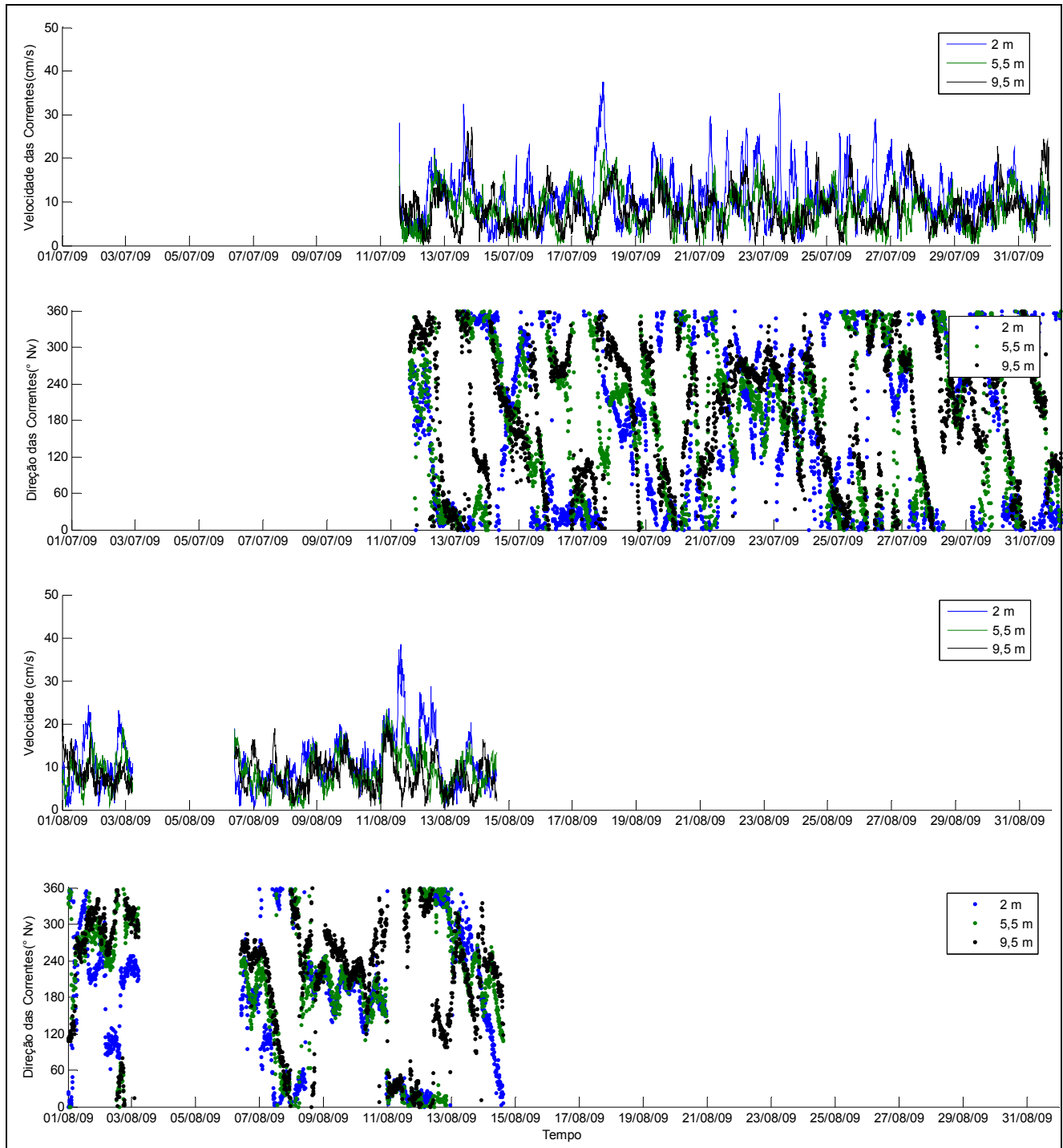


Figura 5.1.6.1-18: Dados de Correntometria - Intensidade e Direção - Estação S02 - Profundidades de 2, 5,5 e 9,5 metros - 11/07/2009 e 14/08/2009.



As rosas de correntes obtidas para a estação de correntometria S02 estão apresentadas entre a Figura 5.1.6.1-19 e a Figura 5.1.6.1-20.

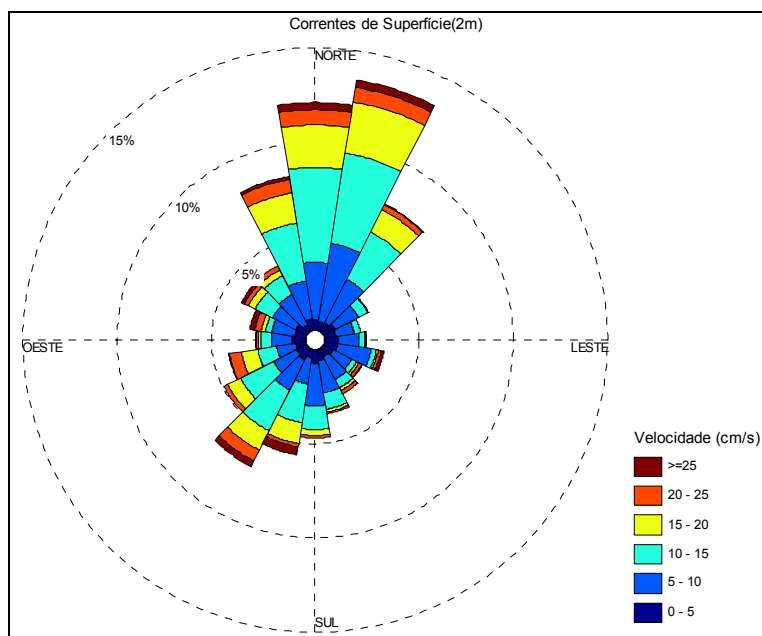


Figura 5.1.6.1 -19 – Rosa de Correntes - Superfície - Estação S02.

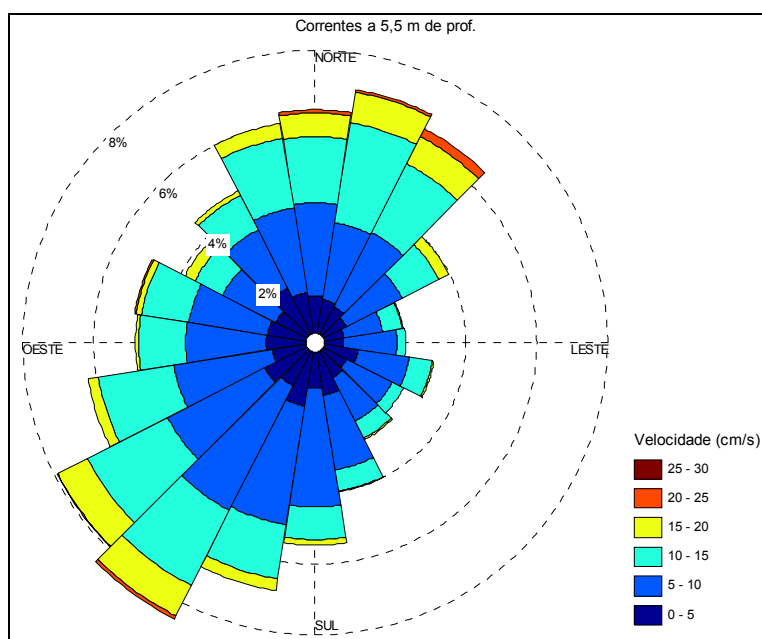


Figura 5.1.6.1 -20 – Rosa de Correntes - Meio - Estação S02.

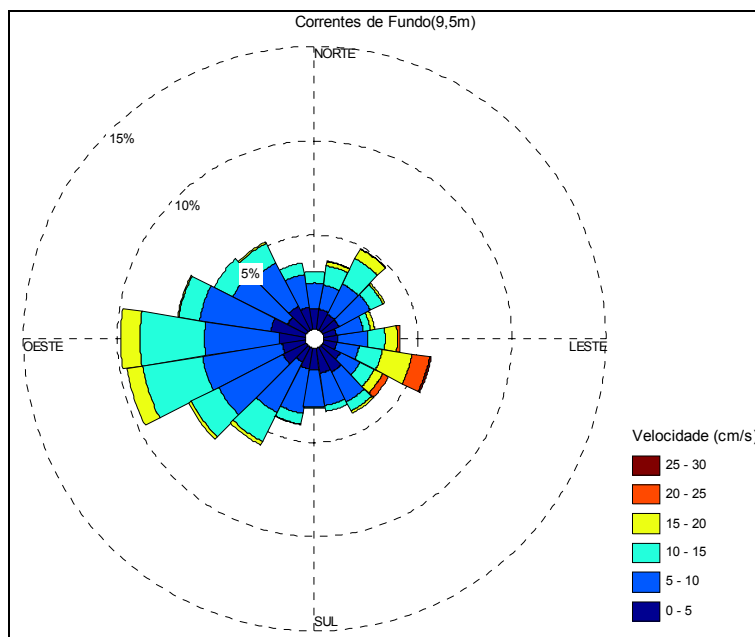


Figura 5.1.6.1 -21 – Rosa de Correntes - Fundo - Estação S02.

As magnitudes das correntes na estação S01, próxima do local onde deverá ser implantado o quebra-mar, variaram entre 0,1 e 51,1 cm/s na superfície e entre 0,1 e 30,0 cm/s nas camadas mais profundas. Neste ponto as direções das correntes estão direcionadas preferencialmente para Norte e Sul. À medida que se passa da superfície para o fundo, observa-se uma tendência de mudança na direção para Sudoeste, veja Figura 5.1.6.1-19, Figura 5.1.6.1-20 e Figura 5.1.6.1-21.

A Tabela 5.1.6.1-5 e a

Tabela 5.1.6.1-6 apresentam as ocorrências das intensidades de correntes em relação à sua direção para a estação S01. Como se pode observar, velocidades mais frequentes estão entre 0 e 25 cm/s (84,5% na superfície e 99,9% no fundo). Na maior parte do tempo as correntes são fracas. As direções mais frequentes são N (35,7%) e S (28,9 %) na superfície, e SW (25,8 %) e W (17,5%) no fundo. Ressalta-se que as intensidades das correntes são significativamente inferiores no fundo comparativamente à superfície, e apresentam uma distribuição direcional maior.

Tabela 5.1.6.1-5 – Frequência de ocorrência para as velocidades e direções das correntes para a Superfície da Estação S01.

Classes	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Soma
0-5	132	97	107	153	139	87	93	113	7.76%
5-10	503	348	160	237	384	228	120	190	18.29%
10-15	782	388	97	189	710	373	47	135	22.94%
15-20	966	245	7	36	820	398	28	32	21.34%
20-25	726	102	0	6	710	111	1	23	14.15%
25-30	498	15	0	0	355	46	0	3	7.73%
30-35	279	16	0	0	190	17	0	5	4.27%
35-40	155	4	0	0	102	14	0	1	2.33%
40-45	72	0	0	0	22	25	0	0	1.00%
≥45	9	0	0	0	3	9	0	0	0.18%
Soma	34.75%	10.24%	3.13%	5.23%	28.96%	11.03%	2.44%	4.23%	100.00%

Tabela 5.1.6.1-6 – Frequência de ocorrência para as velocidades e direções das correntes para o Fundo da Estação S01.

Classes	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Soma
0-5	360	366	239	241	383	484	566	377	25.35%
5-10	661	509	329	200	546	1341	1173	642	45.39%
10-15	355	317	245	60	396	942	300	81	22.66%
15-20	123	54	19	17	164	257	46	0	5.72%
20-25	23	0	0	1	25	42	1	0	0.77%
25-30	4	0	0	0	0	9	0	0	0.11%
30-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
35-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
40-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
≥45	0	0	0	0	0	0	0	0	
Soma	12.83%	10.47%	6.99%	4.36%	12.72%	25.84%	17.53%	9.25%	100.00%

Para o período em que houve medições, as velocidades das correntes na estação de correntometria S02 variaram entre 0,5 e 48,0 cm/s na superfície e entre 0,1 e 27,1 cm/s para o fundo (9,5 metros de profundidade). Nesta estação, mais próxima da costa e com menor lâmina d'água, observam-se velocidades inferiores às medidas na estação S01, como também uma grande variabilidade direcional das correntes. Ainda assim, na superfície nota-se uma direção de correntes bimodal, aproximadamente NNE-SSW, paralela à costa, veja Figura 5.1.6.1-19, Figura 5.1.6.1-20 e Figura 5.1.6.1-21.

A Tabela 5.1.6.1-7 e a Tabela 5.1.6.1-8 apresentam as ocorrências das intensidades de correntes em relação à sua direção para a estação S02. Como se pode observar, as maiores ocorrências de velocidades estão entre 0 e 25 cm/s (91,5% na superfície e 99,9% no fundo). As direções mais frequentes foram N (28,3%), NE (14,4 %) e SW (13,3 %) na superfície e W (23,4 %), SW (15,6%) e NW (13,2 %) no fundo. Ressalta-se que assim como visto para a estação S01, as intensidades das correntes são significativamente inferiores no fundo comparativamente à superfície, e apresentam uma distribuição direcional maior.

Tabela 5.1.6.1-7 – Frequência de ocorrência para as velocidades e direções das correntes para a Superfície da Estação S02.

Classes	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Soma
0-5	47	62	49	56	48	50	41	65	9.46%
5-10	257	180	139	158	175	157	66	146	28.93%
10-15	398	214	36	75	141	189	60	93	27.30%
15-20	316	127	15	26	46	134	54	62	17.66%
20-25	158	32	18	9	9	36	43	57	8.19%
25-30	46	7	19	7	6	20	40	49	4.39%
30-35	19	6	7	1	1	11	48	26	2.69%
35-40	6	8	8	0	1	5	14	13	1.24%
40-45	0	2	2	0	0	0	0	0	0.09%
≥45	0	0	2	0	0	0	0	0	0.05%
Soma	28.23%	14.44%	6.68%	7.51%	9.67%	13.63%	8.28%	11.57%	0.02%

Tabela 5.1.6.1-8 – Frequência de ocorrência para as velocidades e direções das correntes para o Fundo da Estação S02.

Classes	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Soma
0-5	129	103	73	144	141	135	175	147	23.60%
5-10	157	191	168	159	224	368	469	319	46.33%
10-15	76	114	95	77	25	168	315	115	22.20%
15-20	4	37	94	41	1	21	78	4	6.31%
20-25	0	2	41	22	0	0	0	0	1.47%
25-30	0	0	1	3	0	0	0	0	0.09%
30-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
35-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
40-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
≥45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Soma	8.25%	10.08%	10.64%	10.05%	8.81%	15.60%	23.38%	13.19%	100.00%

c) Ondas

- Dados de onda do UKMO

Uma vez que não há dados de onda de longo período medidos na região, optou-se por adquirir uma série temporal de ondas com aproximadamente cinco anos do UKMO - United Kingdom Meteorological Office, para um ponto ao largo, próximo da área do empreendimento.

Os dados de onda do UKMO são obtidos a partir de um modelo espectral de geração de ondas, com grades computacionais globais e regionais. Os modelos de ondas são alimentados por dados de ventos de hora em hora gerados por modelos de previsão de tempo, que incluem a observação de dados de satélite, navios e rede de boias oceanográficas. Com os dados de velocidade e direção do vento local, estima-se a energia transferida para as ondas. Em águas rasas (profundidades inferiores a 200 m) considera-se a celeridade de grupo das ondas dependente das profundidades, o atrito de fundo e a refração. Mais detalhes dos esquemas matemáticos utilizados são apresentados em anexo.

Os dados de onda referem-se ao ponto de coordenadas geográficas: Latitude 21.39° S e Longitude 40.42° W; no *datum* WGS-84. Este ponto encontra-se aproximadamente 50 km ao largo do futuro terminal portuário. A Figura 5.1.6.1-22 apresenta o ponto de dados de onda UKMO.



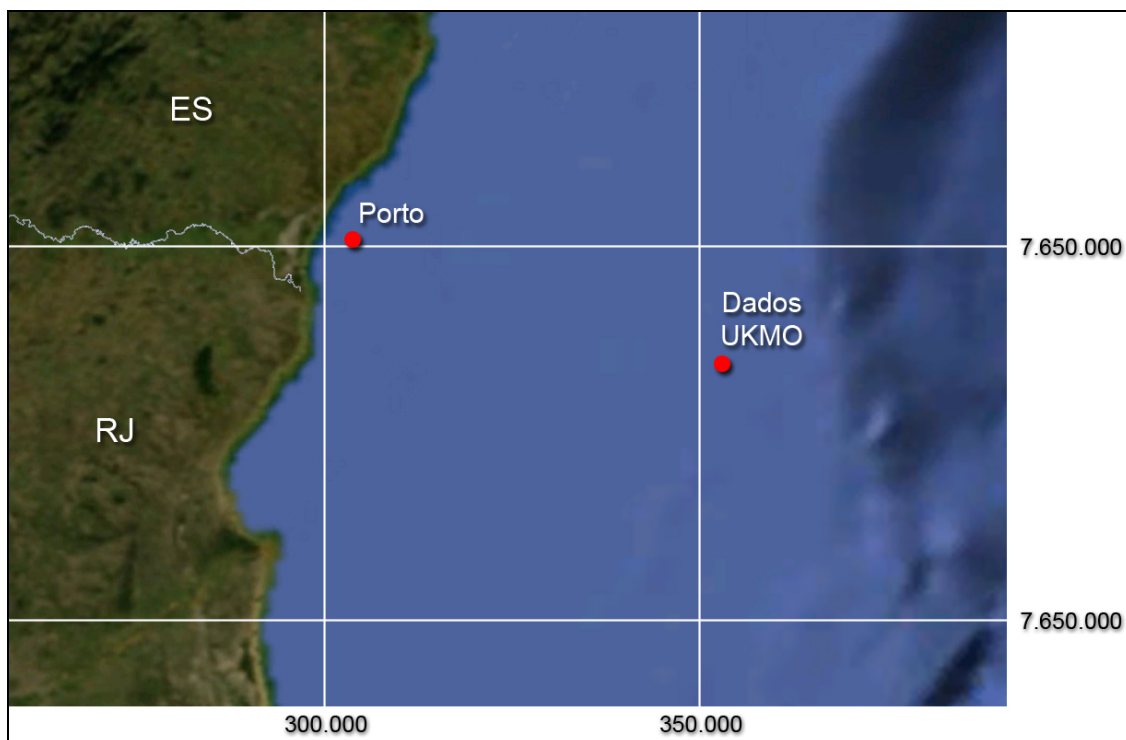


Figura 5.1.6.1 -22 – Localização dos dados de onda do UKMO - UTM 24S - WGS84.

A série temporal dos dados de onda cobre o período entre 09/2004 e 09/2009. Da Figura 5.1.6.1-23 à Figura 5.1.6.1-46 apresentam-se os três parâmetros de maior importância para a descrição da agitação ondulatória: altura, período e direção. Os dados estão divididos em Marulhos (*swell waves*), Vagas (*sea waves*) e Onda Resultante. O item 5.1.8 aborda mais detalhes acerca desta base de dados.

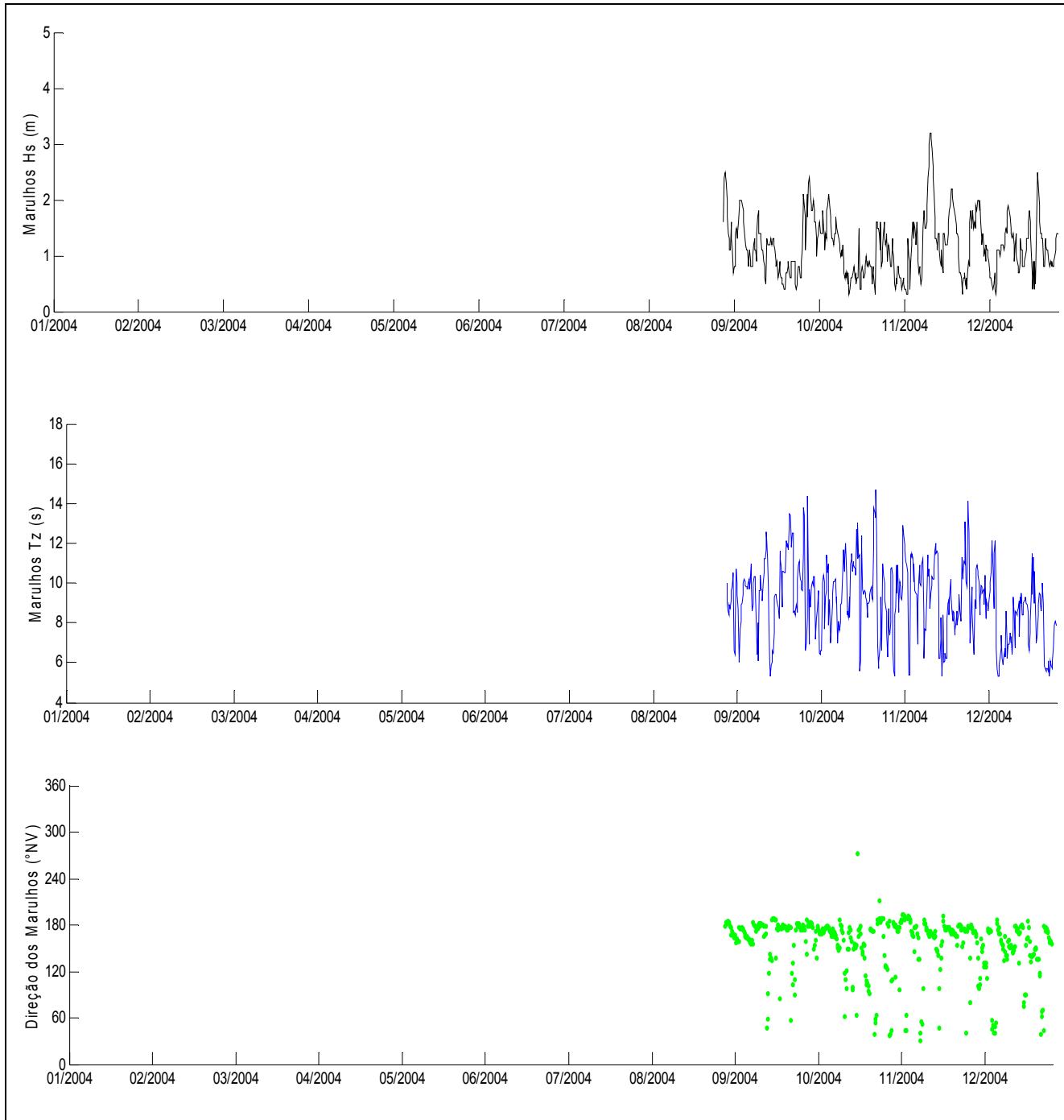


Figura 5.1.6.1 -23: Dados de Ondas (Marulhos) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2004.

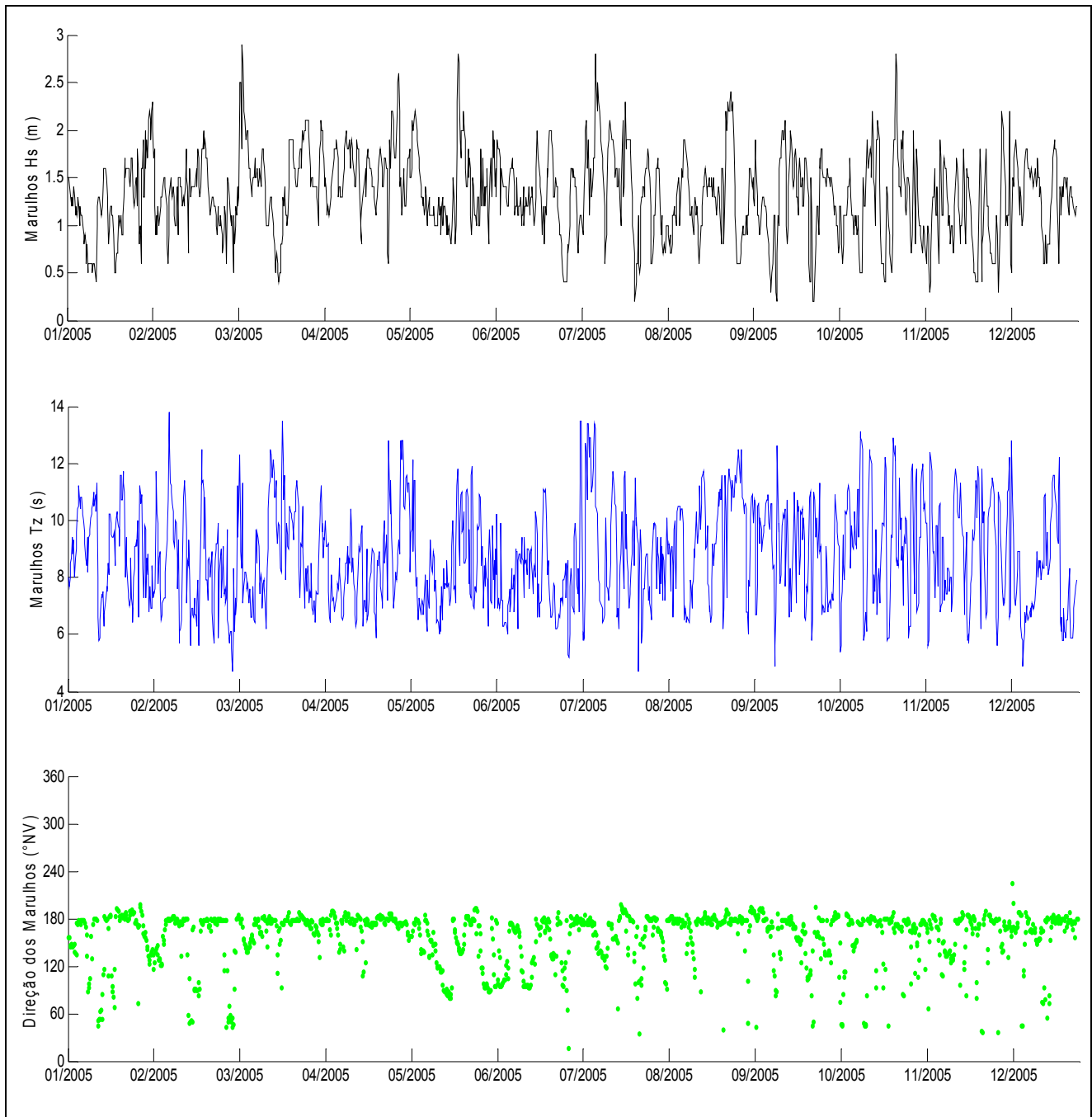


Figura 5.1.6.1 -24: Dados de Ondas (Marulhos) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2005.

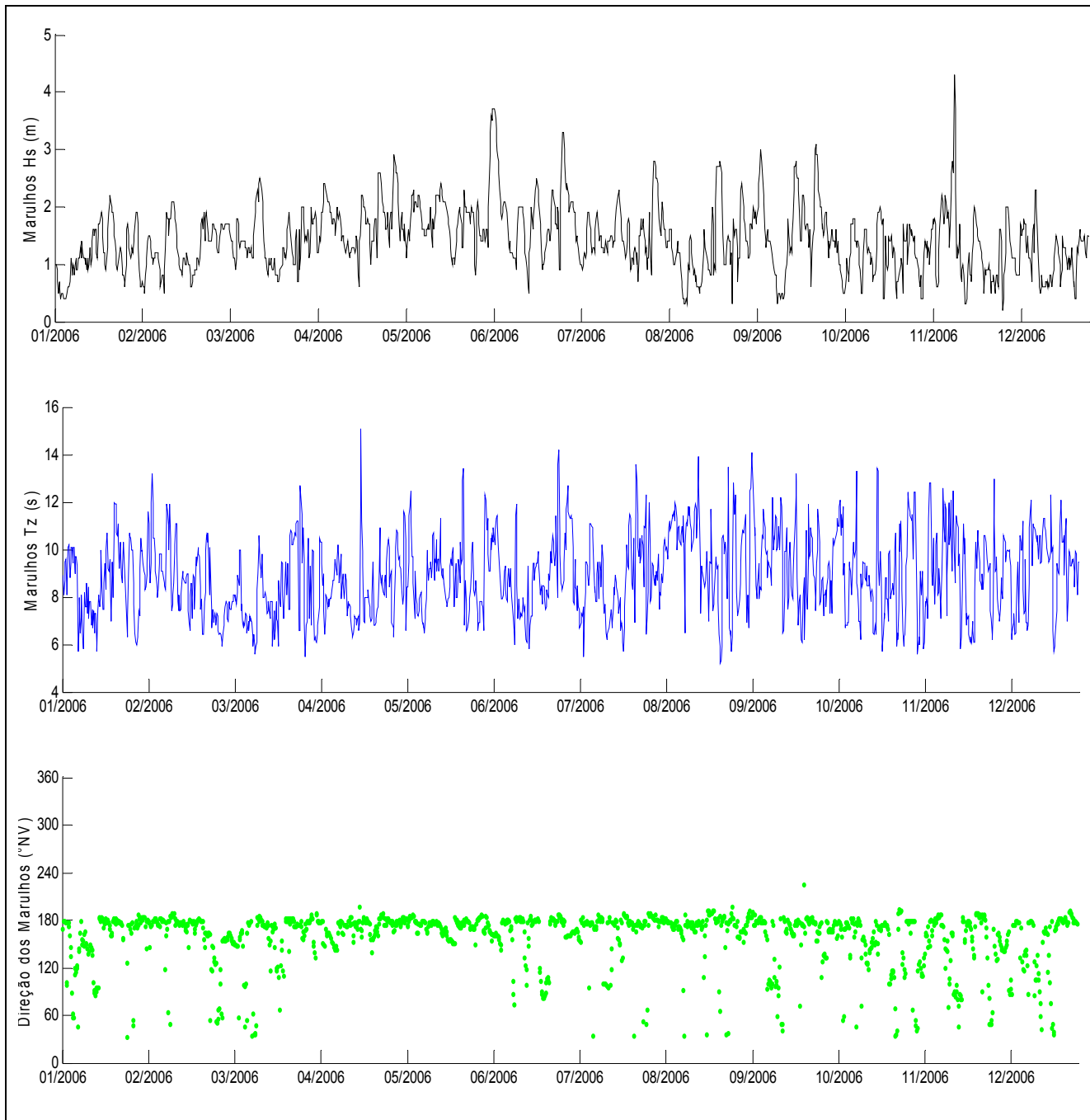


Figura 5.1.6.1 -25: Dados de Ondas (Marulhos) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2006.

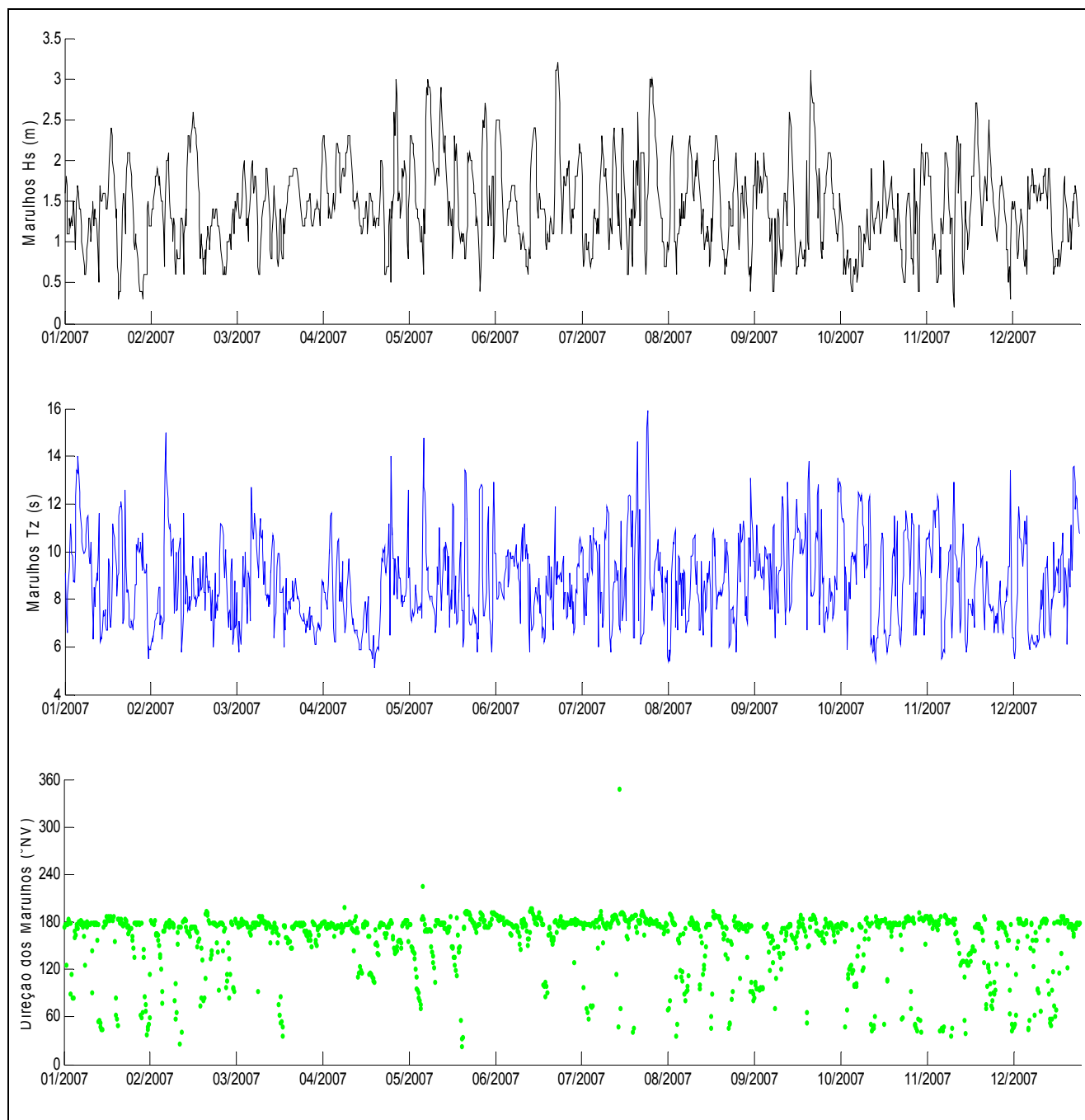


Figura 5.1.6.1 -26: Dados de Ondas (Marulhos) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2007.



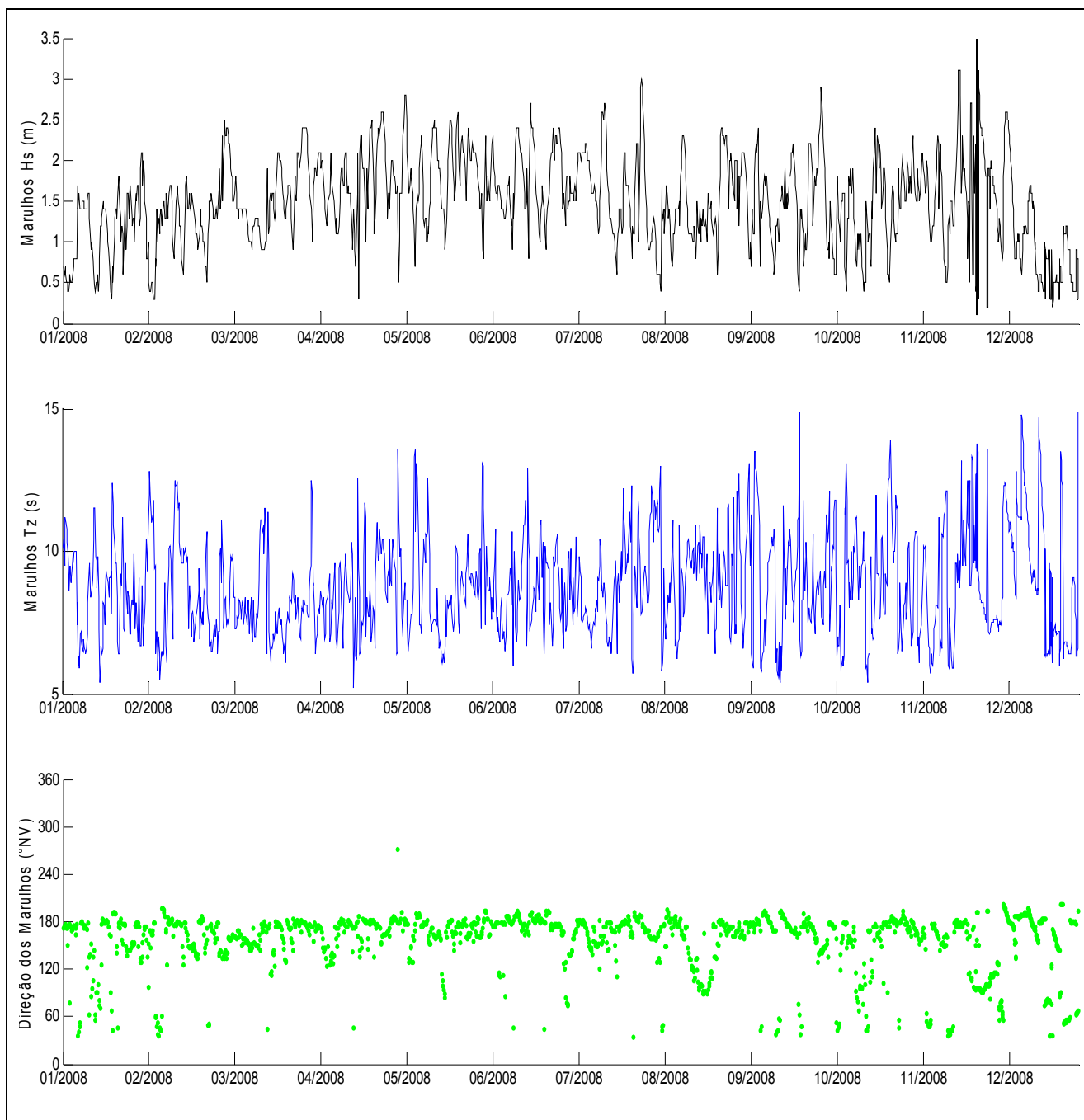


Figura 5.1.6.1 -27: Dados de Ondas (Marulhos) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2008.

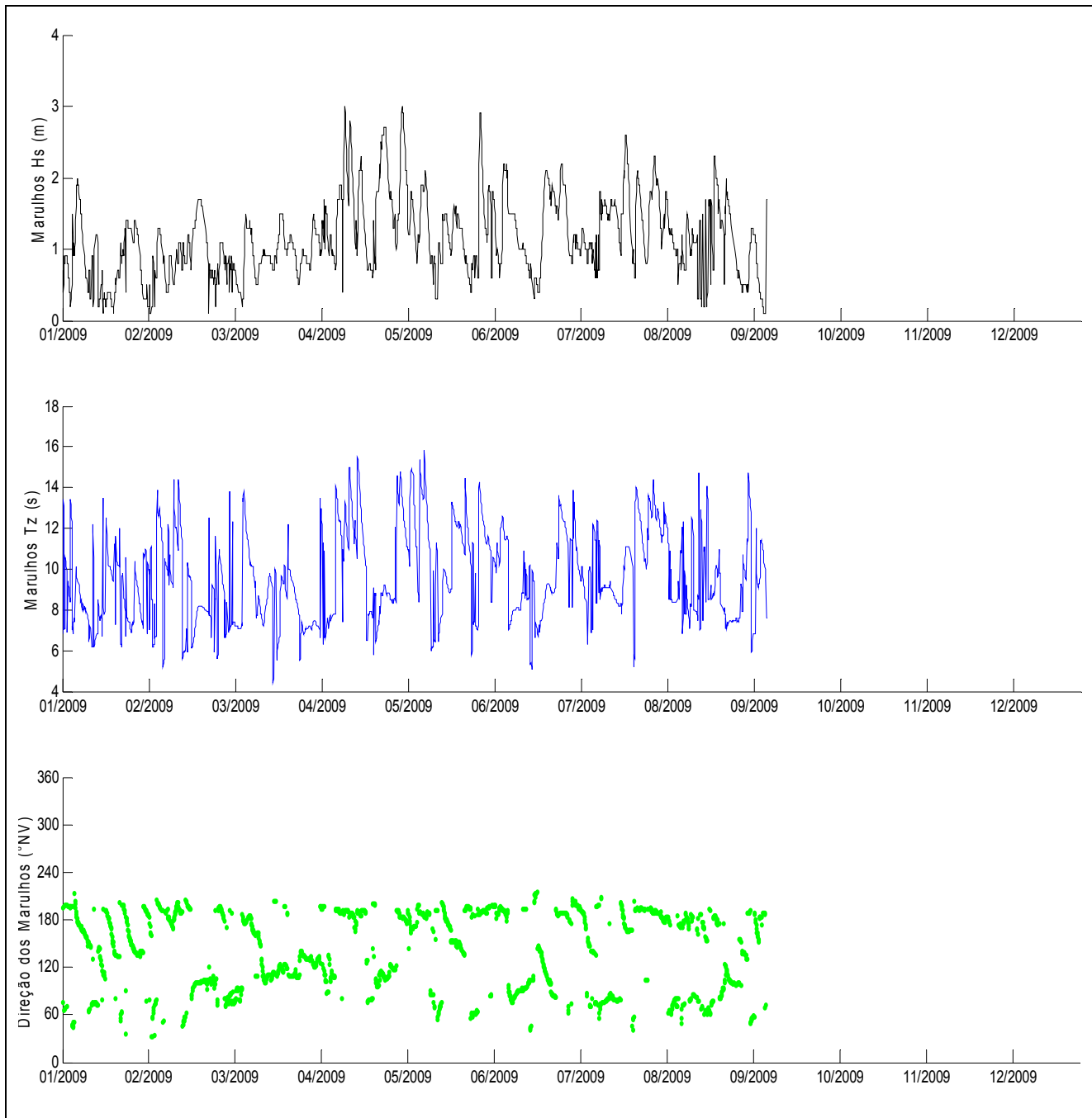


Figura 5.1.6.1-28: Dados de Ondas (Marulhos) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2009.

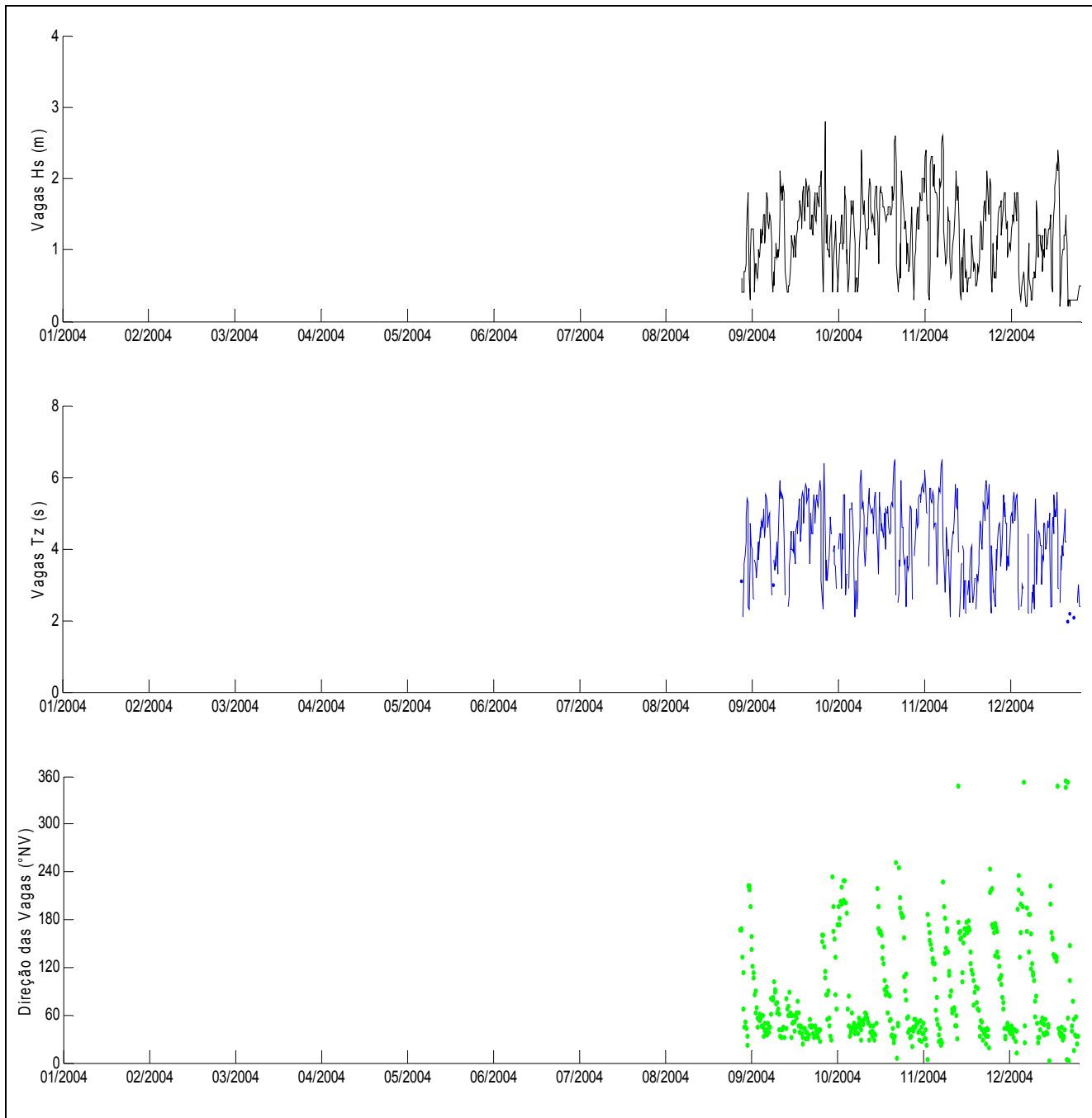


Figura 5.1.6.1 -29: Dados de Ondas (Vagas) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2004.

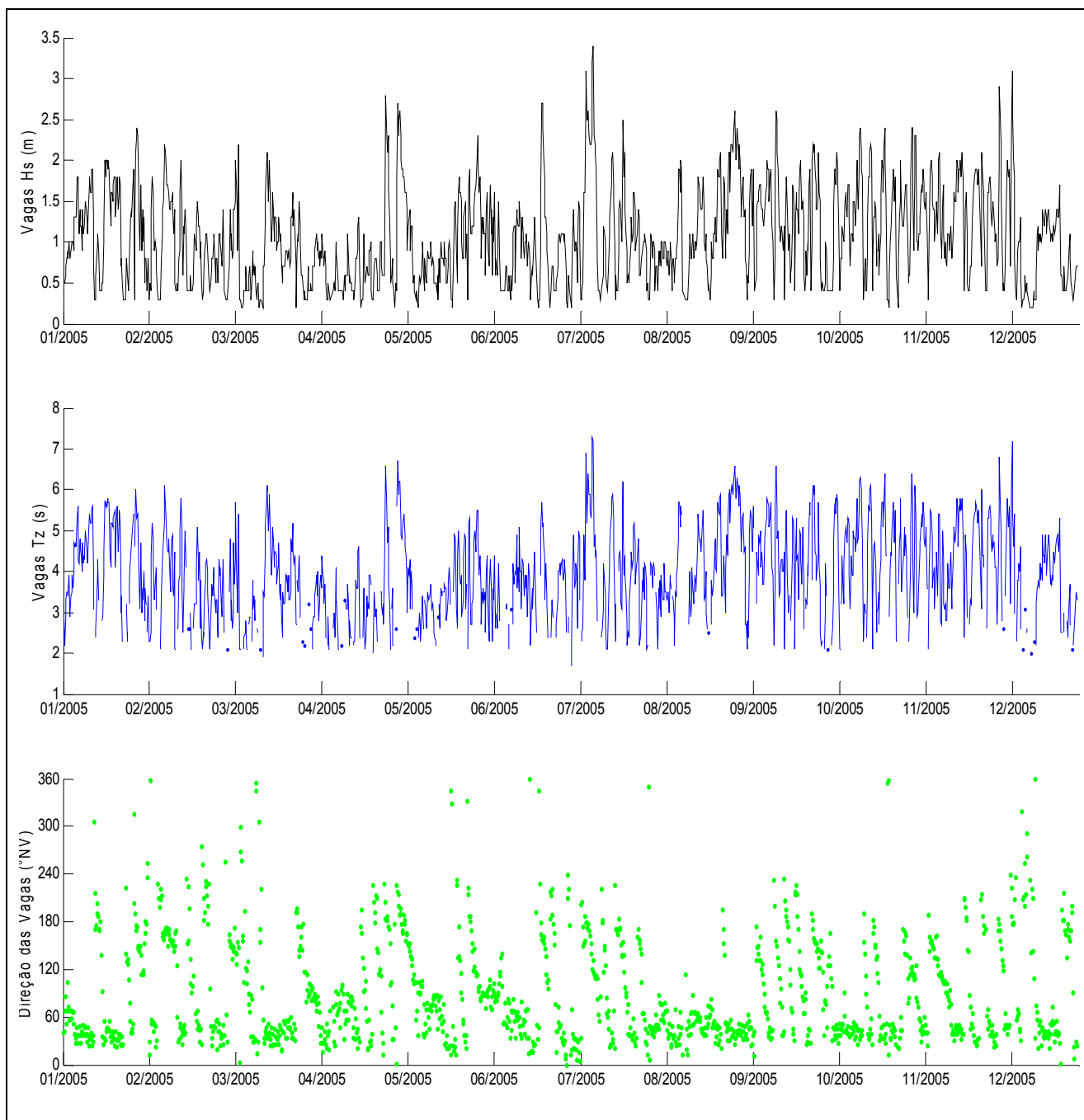


Figura 5.1.6.1 -30: Dados de Ondas (Vagas) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2005.

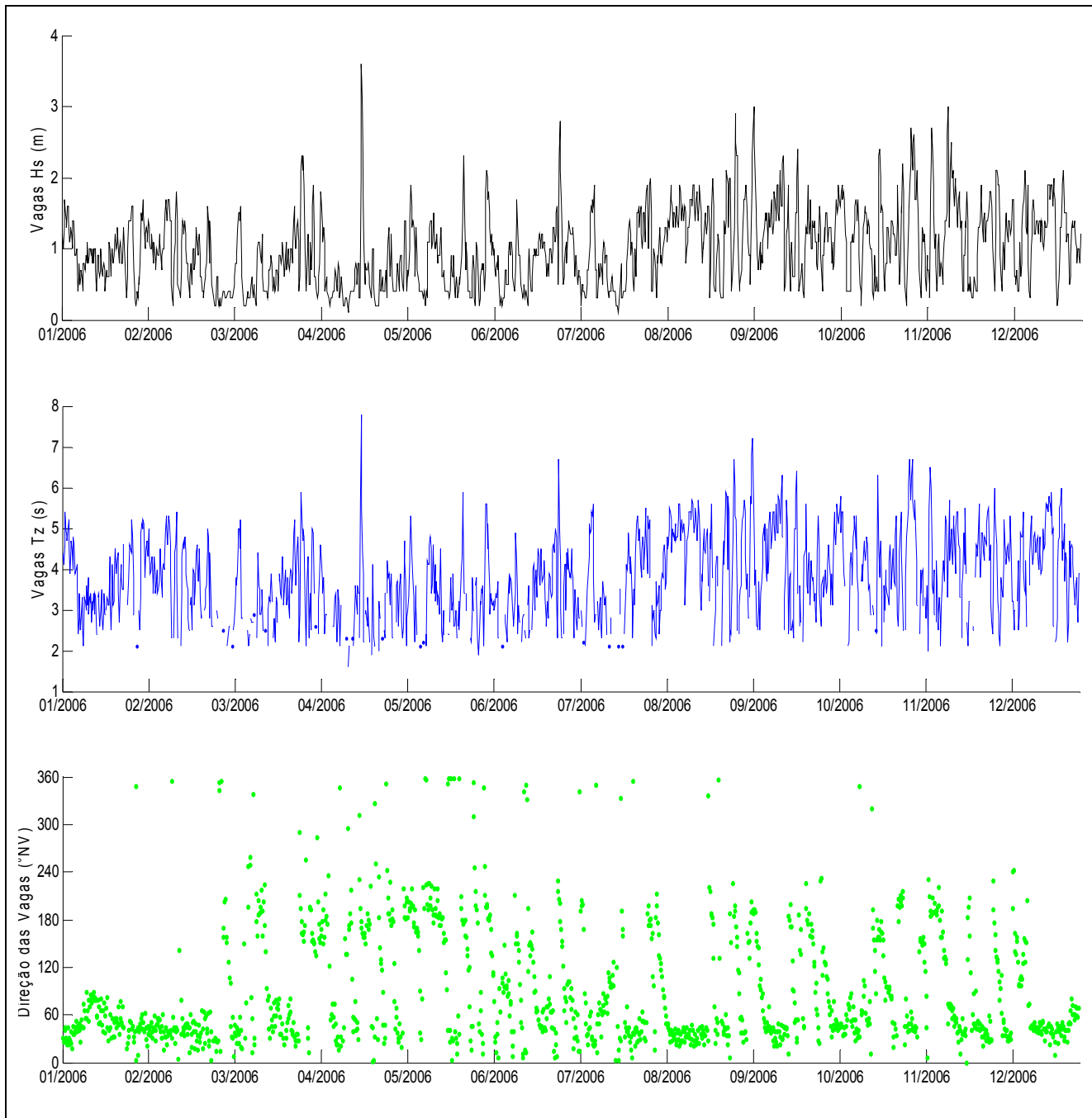


Figura 5.1.6.1 -31: Dados de Ondas (Vagas) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2006.



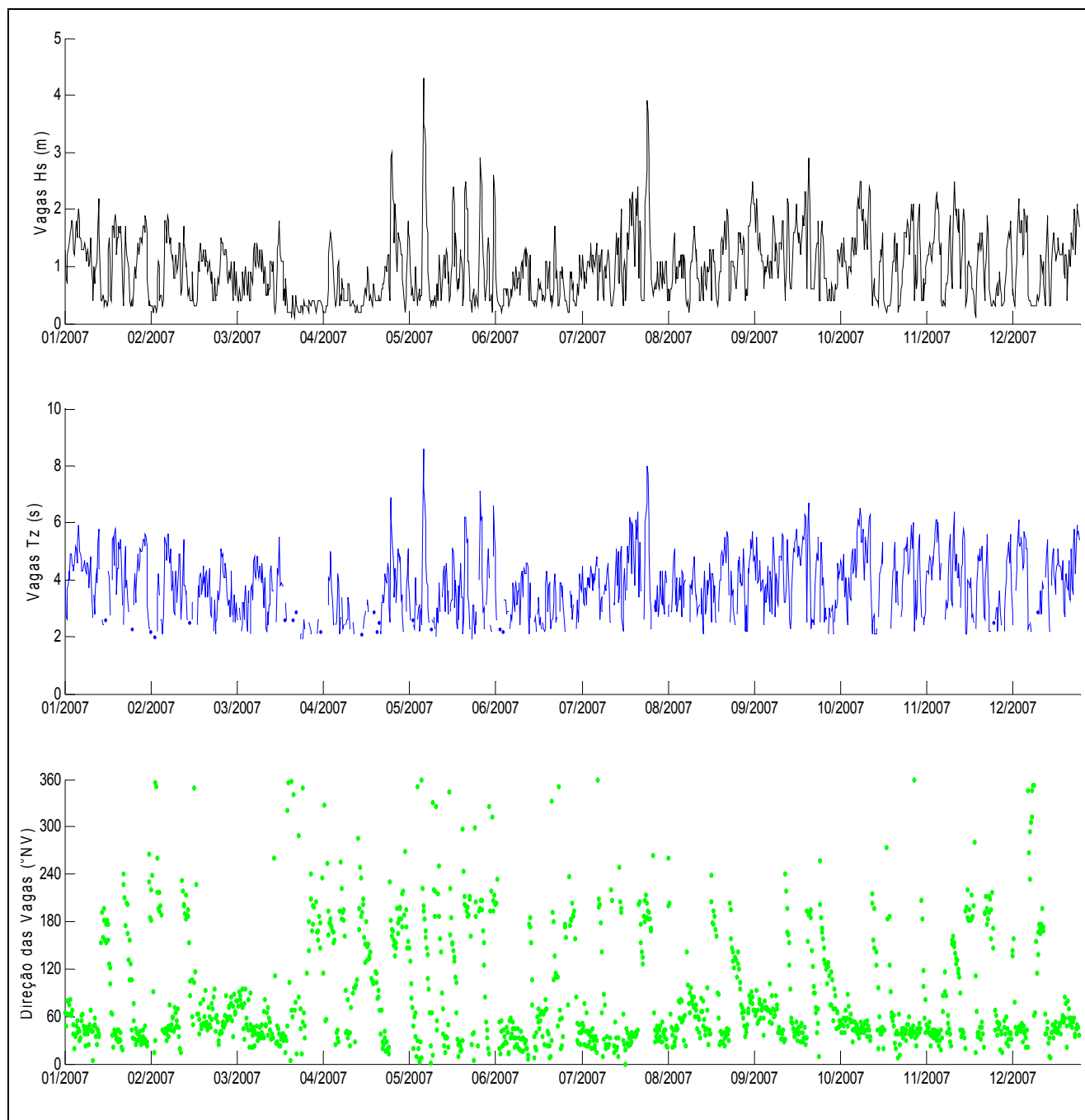


Figura 5.1.6.1 -32: Dados de Ondas (Vagas) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2007.

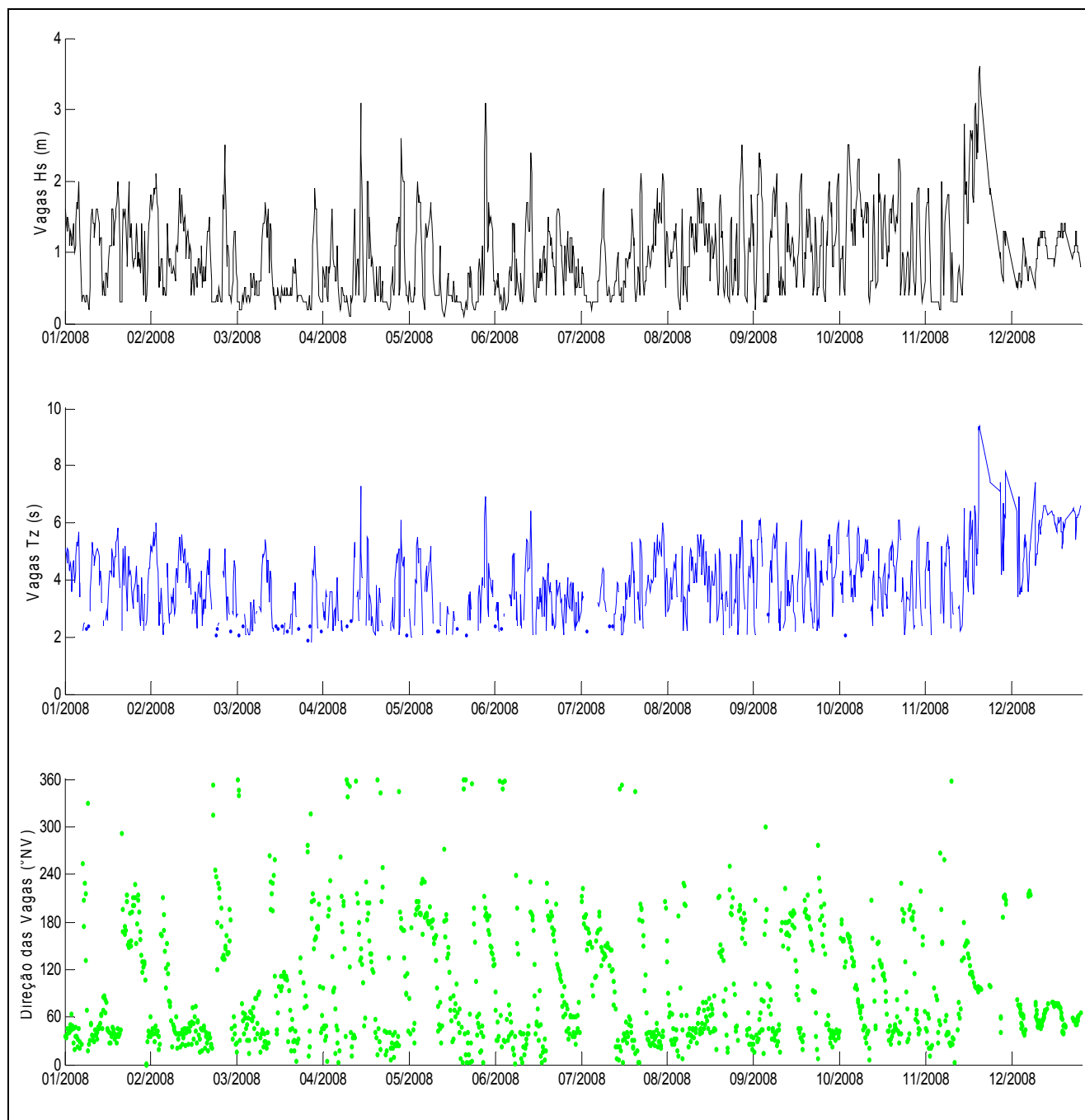


Figura 5.1.6.1 -33: Dados de Ondas (Vagas) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2008.

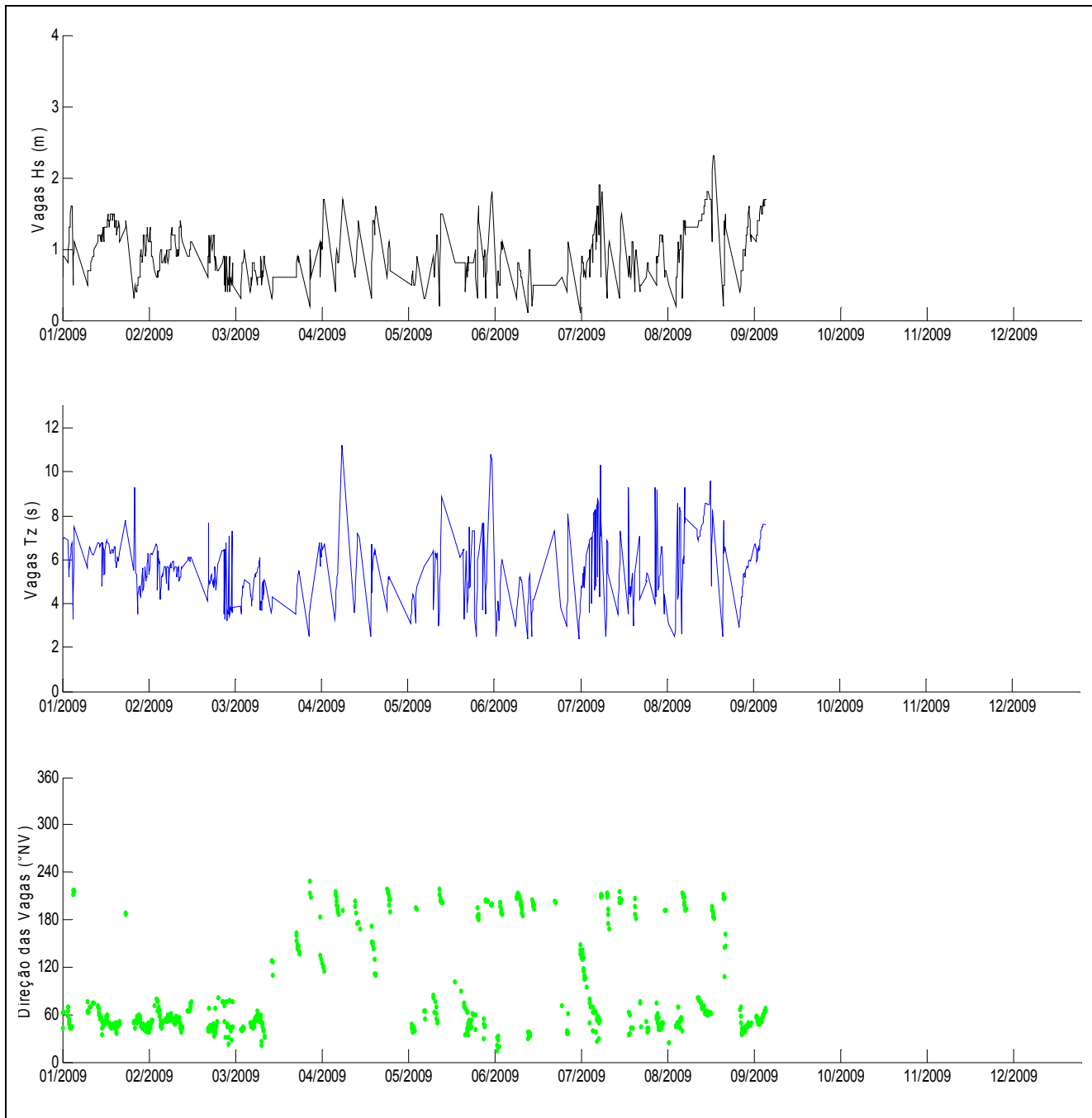


Figura 5.1.6.1 -34: Dados de Ondas (Vagas) ao longo de Presidente Kennedy - Ano de 2009.

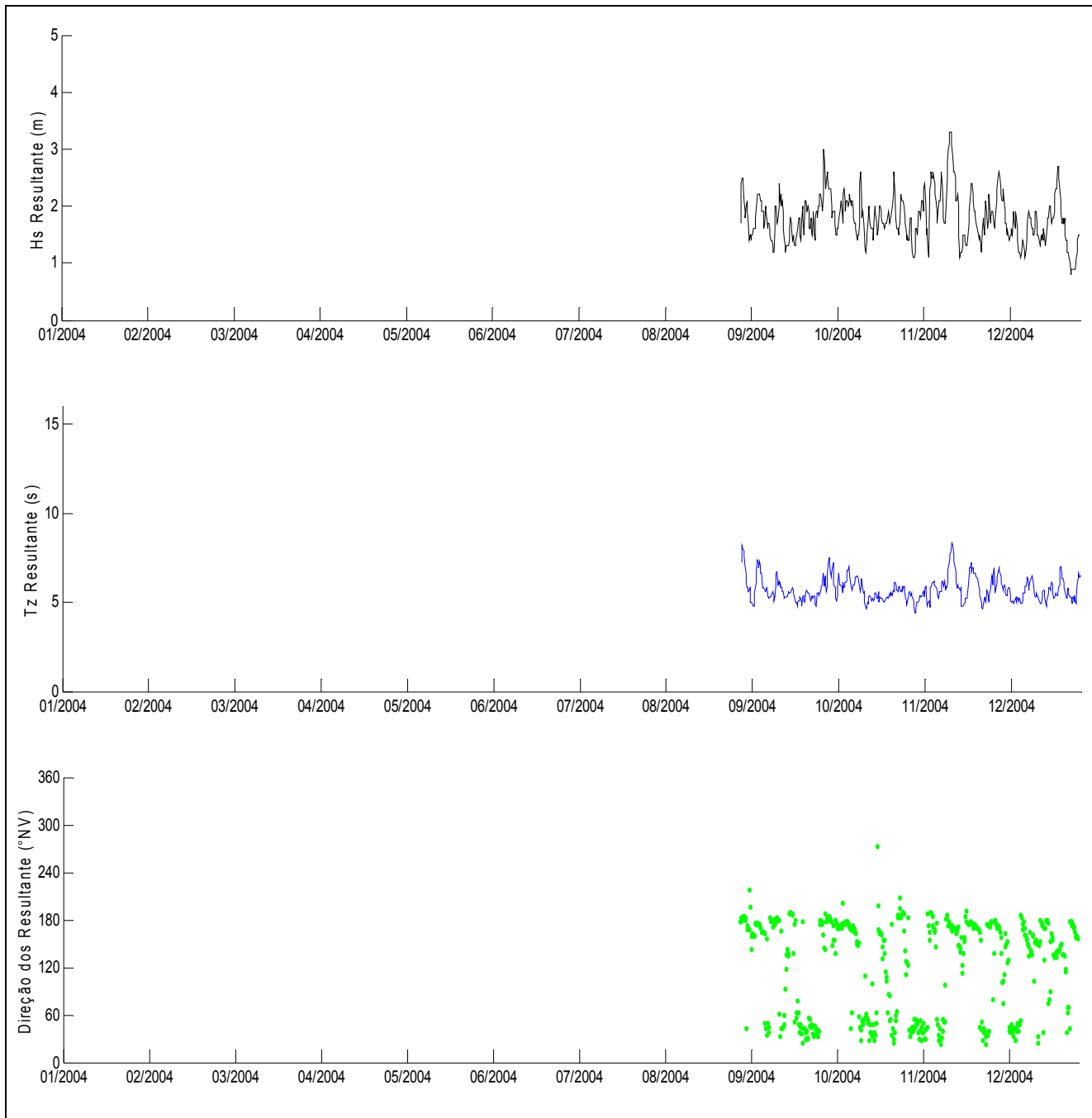


Figura 5.1.6.1 -35: Dados de Ondas (Resultante) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2004.

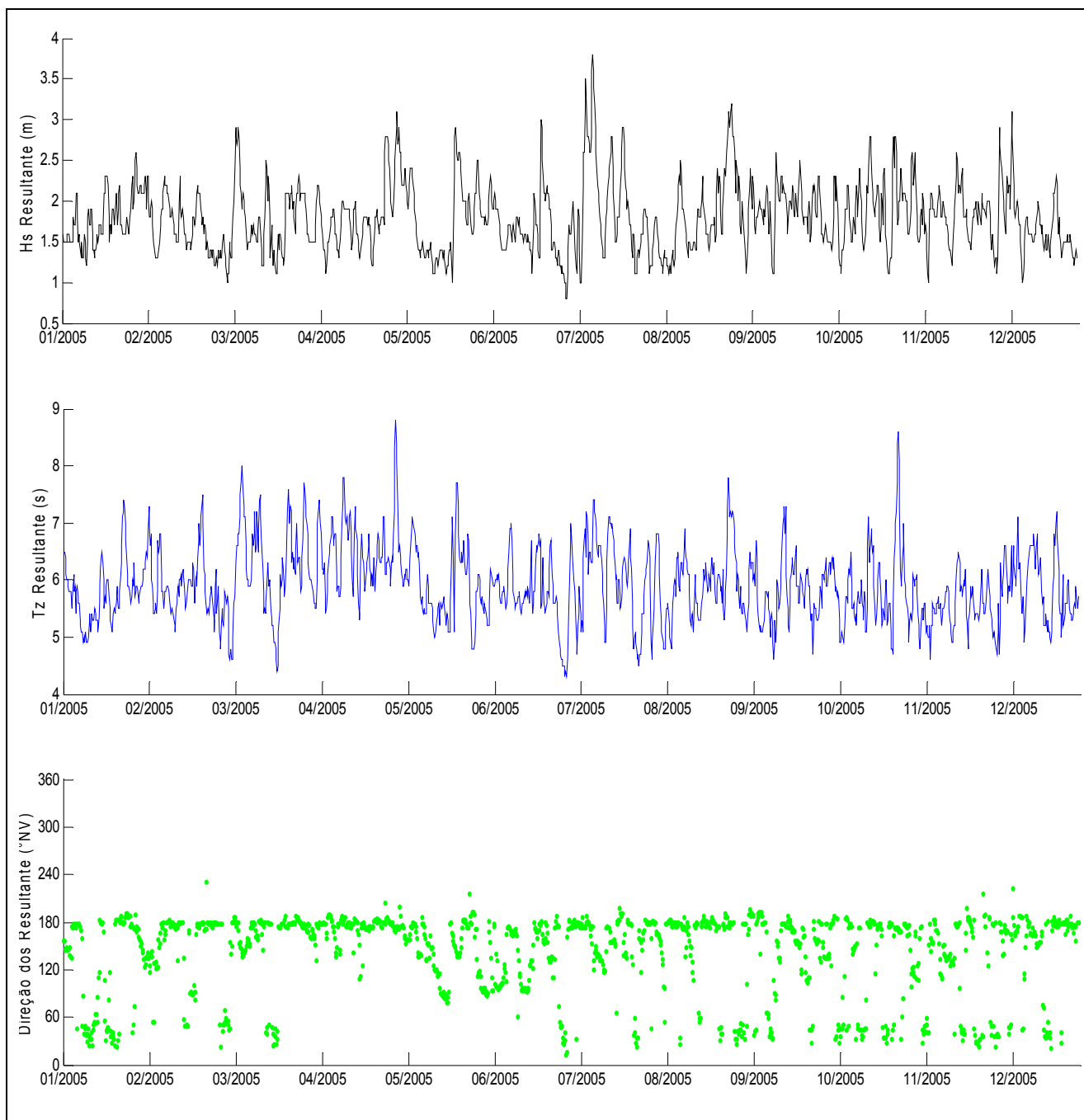


Figura 5.1.6.1 -36: Dados de Ondas (Resultante) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2005.



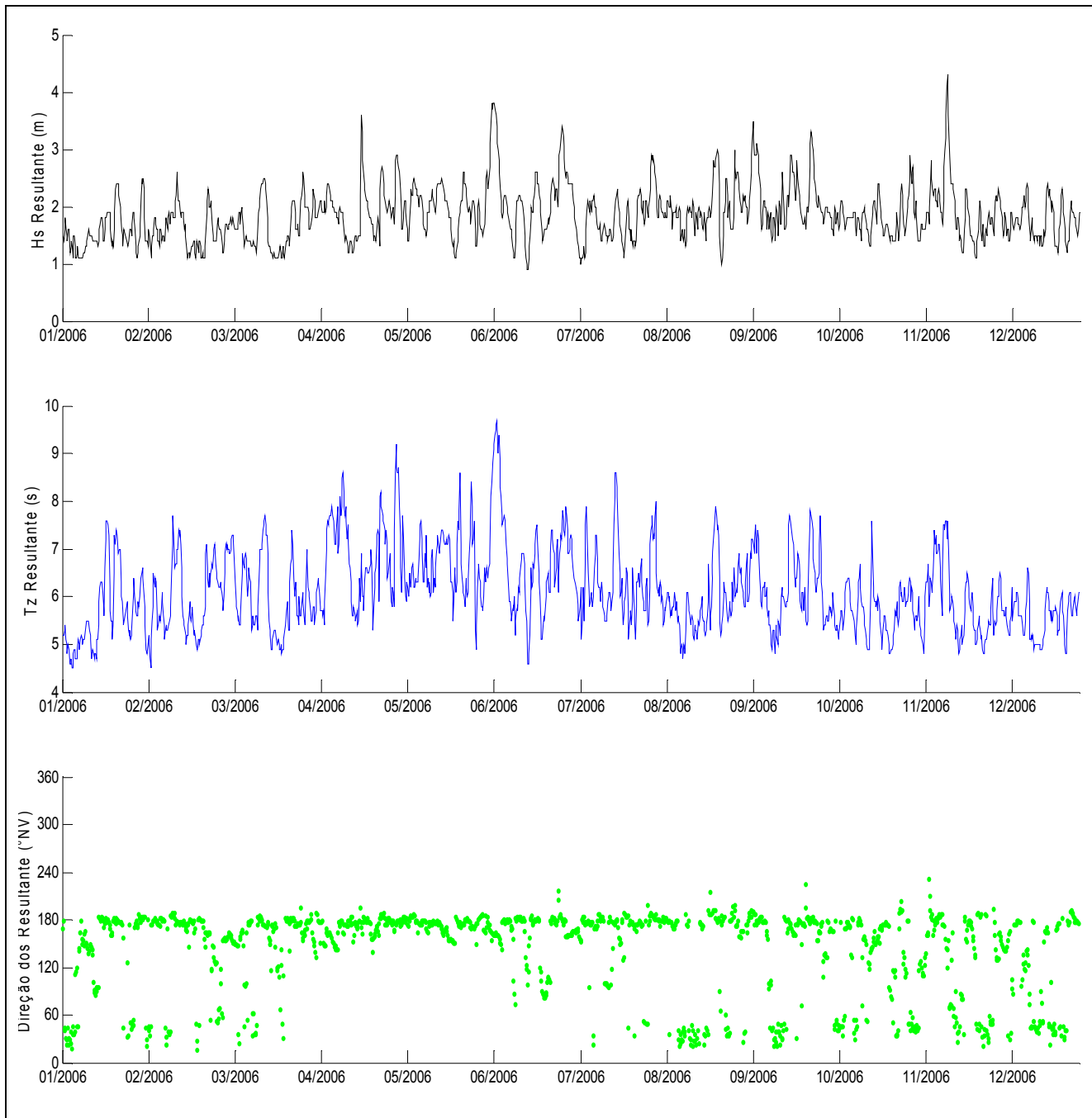


Figura 5.1.6.1 -37: Dados de Ondas (Resultante) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2006.

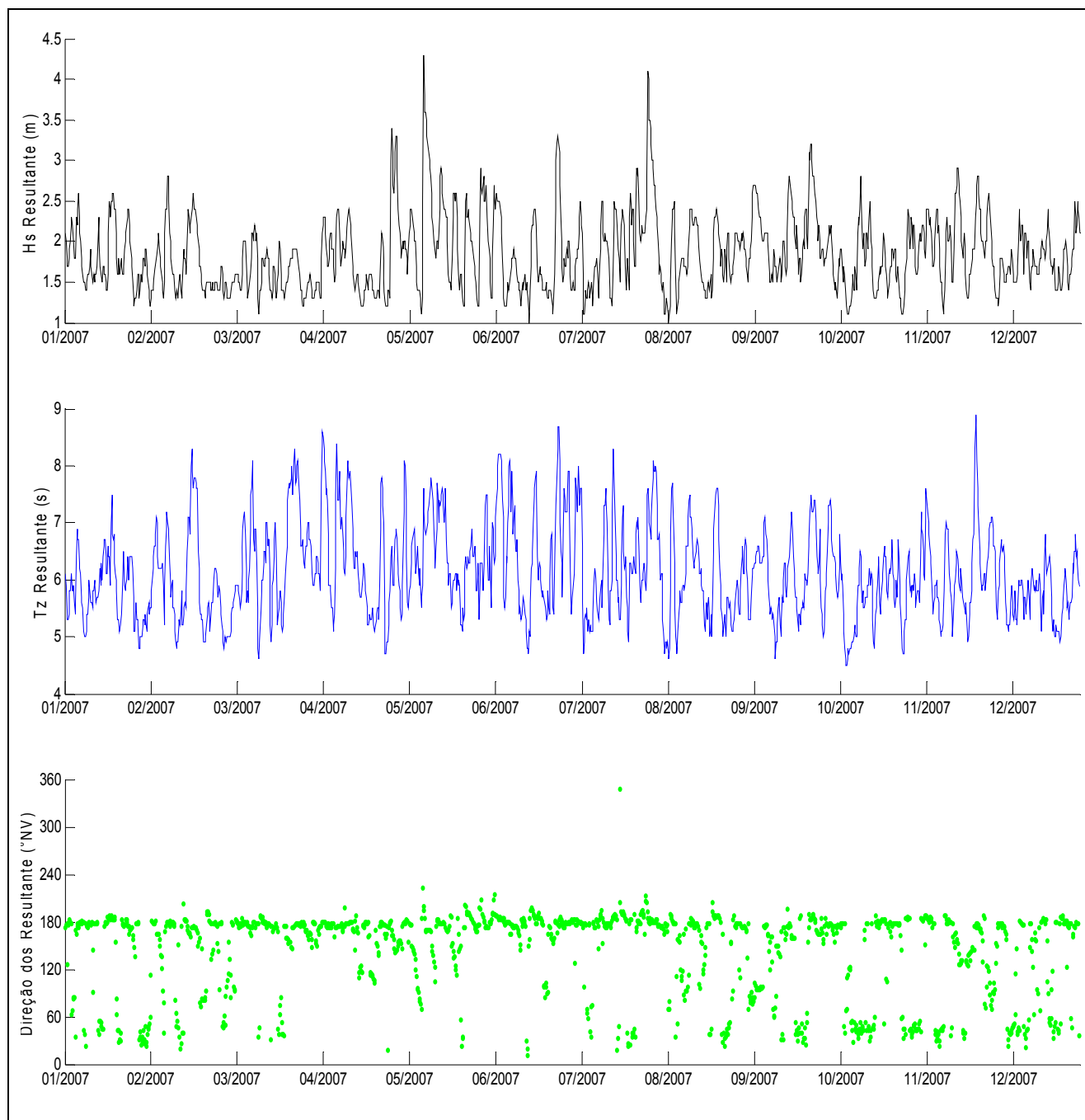


Figura 5.1.6.1 -38: Dados de Ondas (Resultante) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2007.

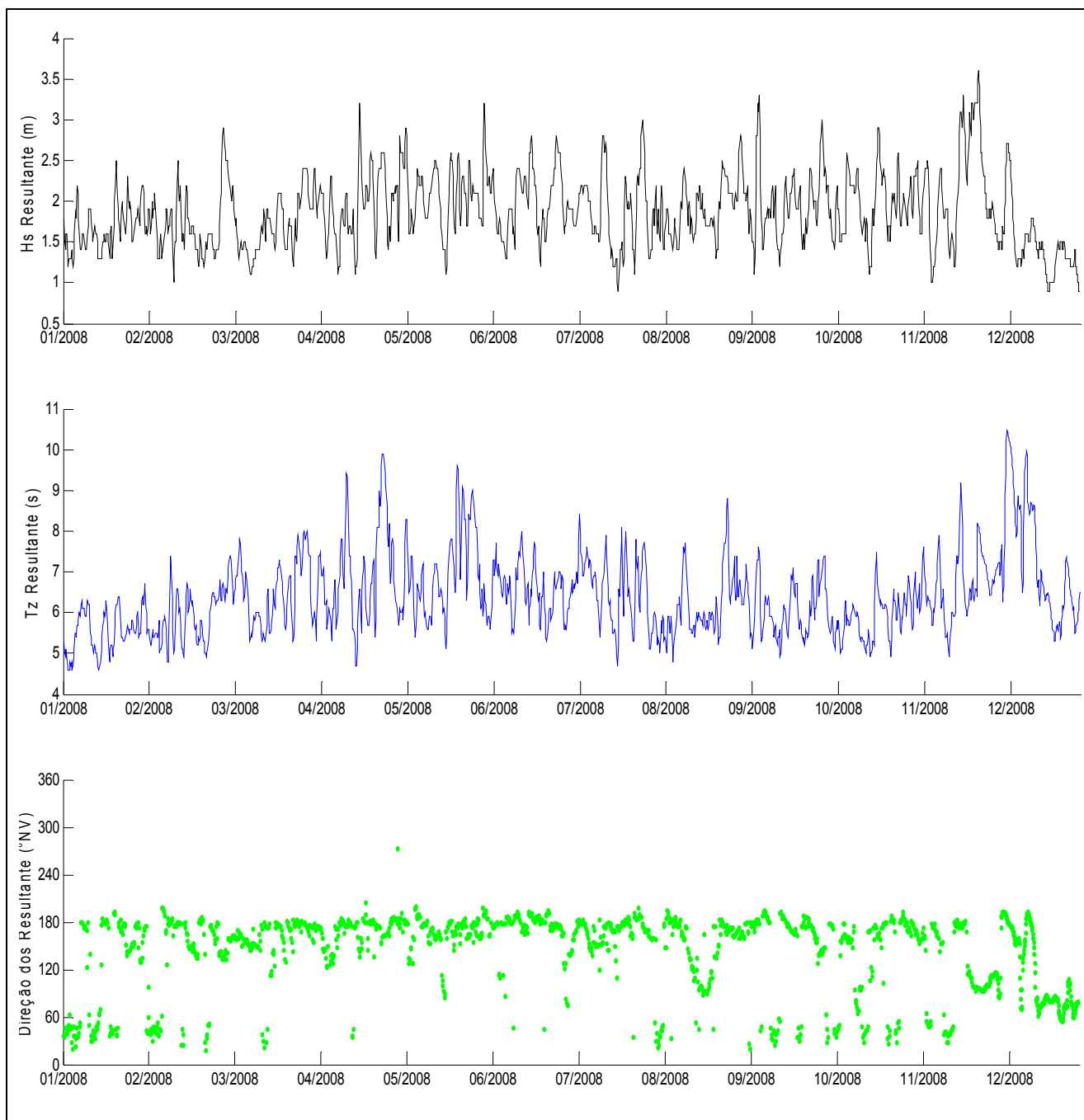


Figura 5.1.6.1 -39: Dados de Ondas (Resultante) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2008.

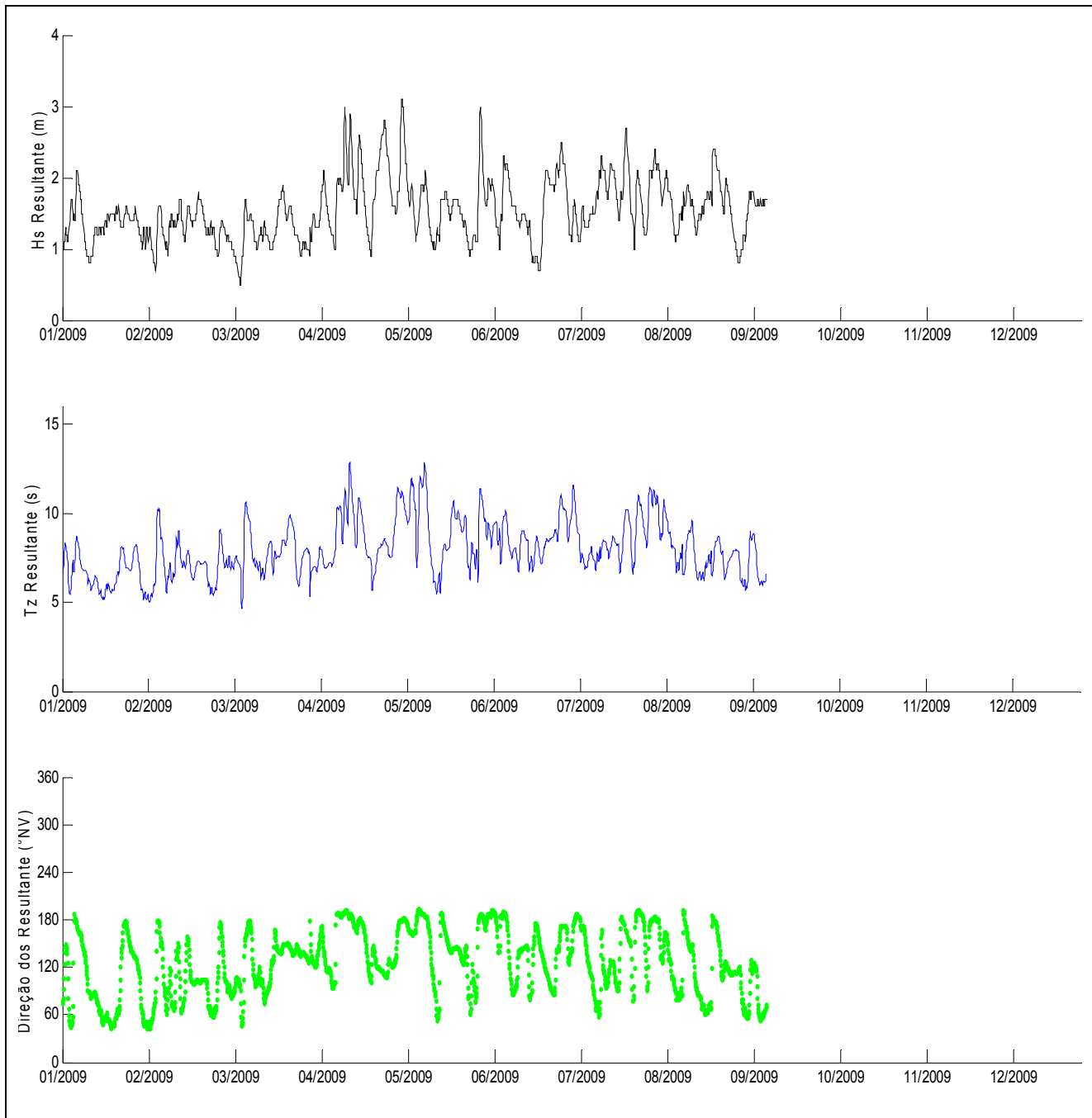


Figura 5.1.6.1 -40: Dados de Ondas (Resultante) ao largo de Presidente Kennedy - Ano de 2009.

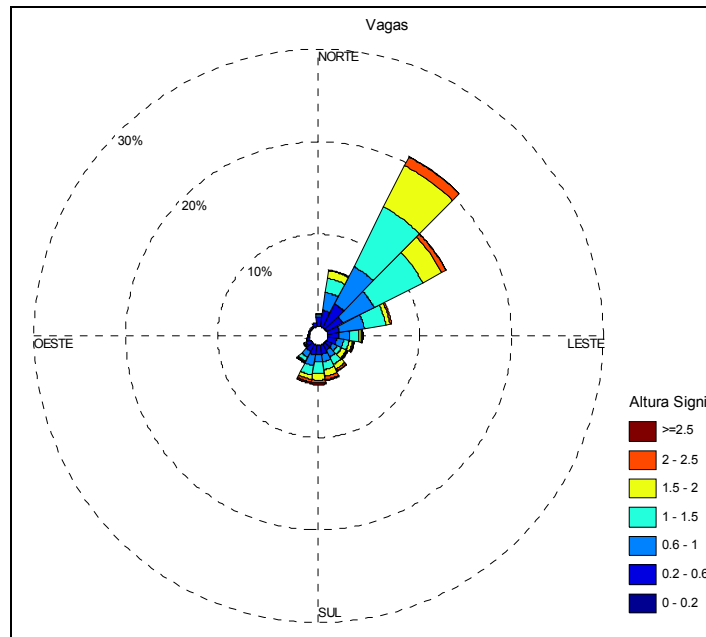


Figura 5.1.6.1 -41: Rosa de Ondas - Vagas - Altura Significativa - Dados UKMO 2004-2009.

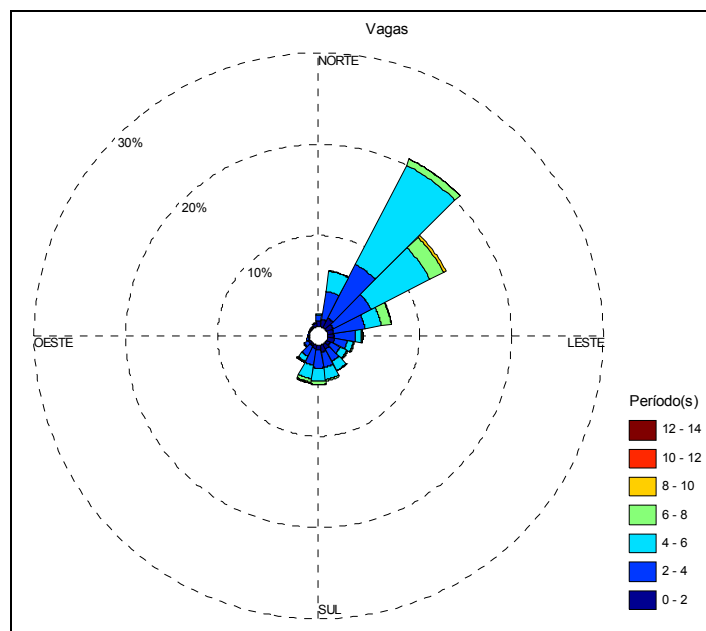


Figura 5.1.6.1 -42: Rosa de Ondas - Vagas - Período - Dados UKMO 2004-2009.



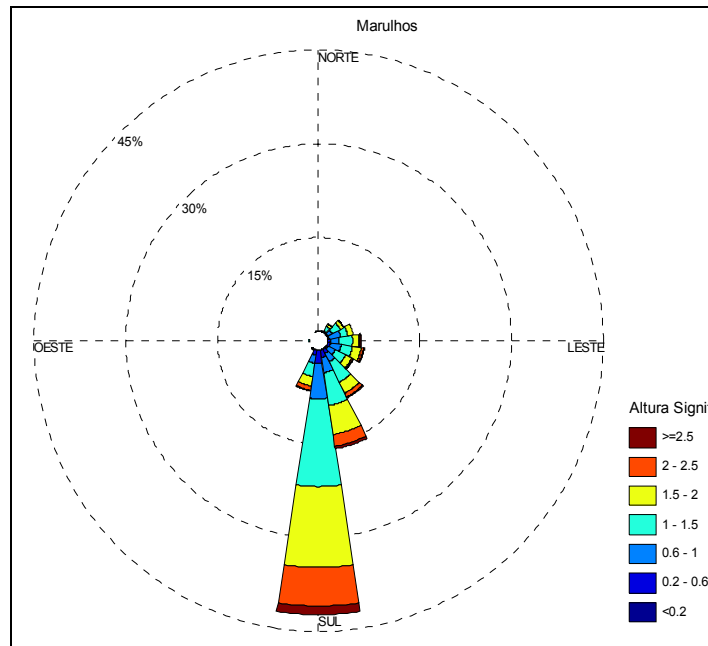


Figura 5.1.6.1 -43: Rosa de Ondas - Marulhos - Altura Significativa - Dados UKMO 2004-2009.

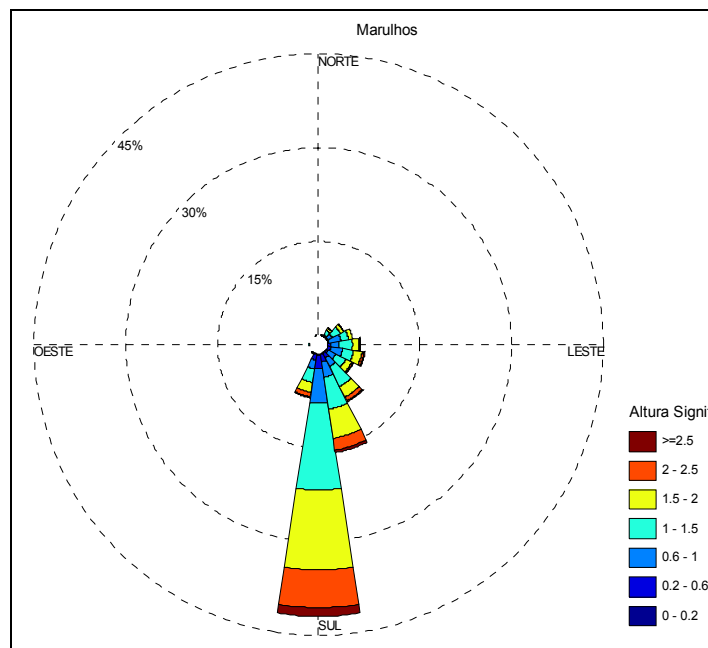


Figura 5.1.6.1 -44: Rosa de Ondas - Marulhos - Período - Dados UKMO 2004-2009.

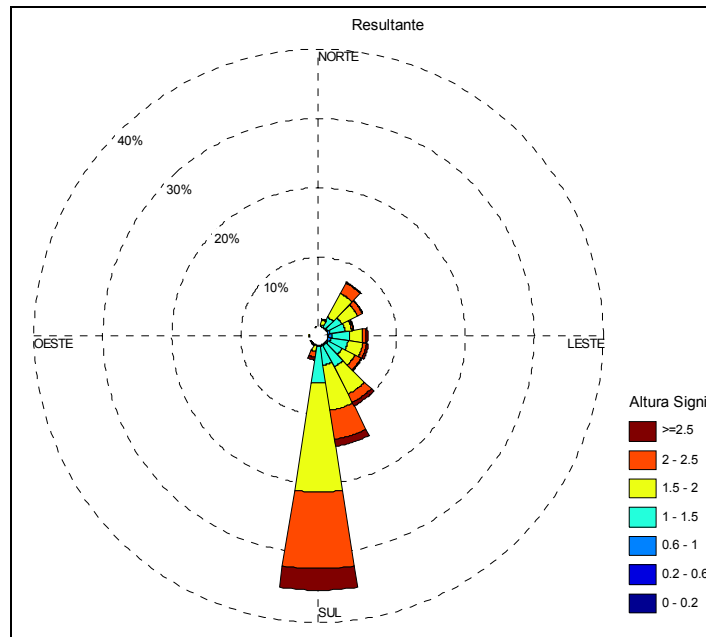


Figura 5.1.6.1 -45: Rosa de Ondas - Resultante - Altura Significativa - Dados - UKMO 2004-2009.

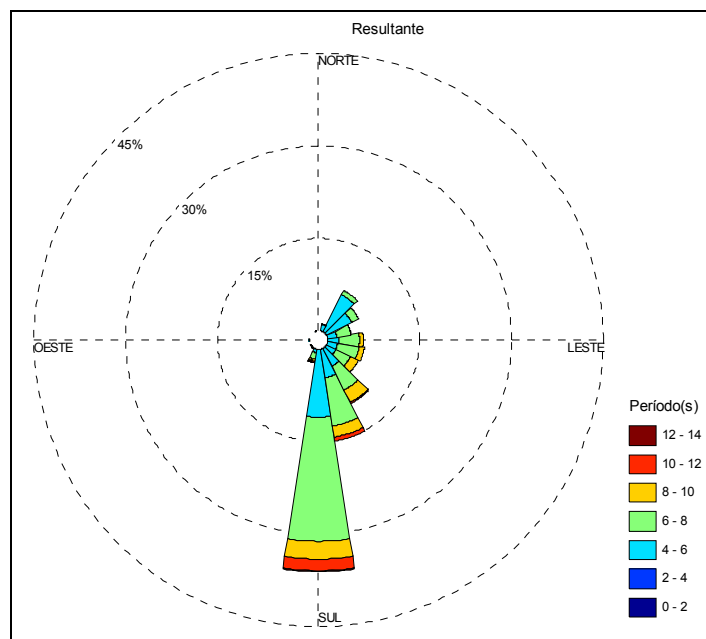


Figura 5.1.6.1 -46: Rosa de Ondas - Resultante - Período - Dados UKMO 2004-2009.

- Dados de onda do levantamento de campo

As medições de ondas foram realizadas na estação S01, localizada logo ao largo do quebra-mar a ser implantado (veja Figura 5.1.6.1 -1). Nesta posição, os dados de ondas medidos já sofreram efeitos de propagação e deformação a partir das águas profundas.

A estação S01 registra as ondas com o uso de um equipamento ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) do tipo WavesArray de 600 kHz fabricado pela Teledyne RD Instruments Inc.

Os dados de onda medidos entre Julho e Outubro foram registrados na Estação S01, em uma profundidade de aproximadamente 15 metros, entre os dias 11/07/2009 e 02/10/2009 (aproximadamente 84 dias).

Para a determinação dos parâmetros de ondas, uma grande massa de dados é gravada. Os dados são adquiridos durante 20 minutos de operação a cada hora, a uma taxa de 2 Hz. A partir desses dados, um aplicativo específico determina o espectro direcional de ondas a partir de 2.400 medições individuais da variação da superfície e das velocidades orbitais. Os espectros gerados são utilizados na determinação dos principais parâmetros de ondas.

A parametrização dos dados de ondas é realizada pelo aplicativo fornecido pelo fabricante e, de acordo com a documentação técnica, cabem as seguintes definições:

- Hs - altura significativa - parametrizada como  $H_s = 4 m_0^{1/2}$ ;
- Tp - período de pico - associado ao maior pico no espectro de potência;
- Dp - direção de pico - direção associada ao período de pico.

Para determinar a contribuição do mar local (vagas ou "seas") e do mar distante (marulhos ou "swells"), a partição dos espectros de energia das ondas foi realizada usando uma frequência de corte de 0,125 Hz. Assim, serão apresentados valores de

altura significativa, períodos de pico e de direção tanto para as vagas como para os marulhos.

As tarefas de programação, de fundeio e de recuperação dos ADCPs foram planejadas por técnicos da COPPE/UFRJ e contaram com o auxílio de mergulhadores contratados. Uma boia de sinalização (Figura 5.1.6.1-47 A) foi mantida nas proximidades do ADCP através de uma robusta amarração a uma poita adequada (Figura 5.1.6.1-47 A). Para fixação do ADCP no fundo do mar foi utilizada uma estrutura de proteção contra redes de pesca (tronco de pirâmide vista na Figura 5.1.6.1-47 B e na Figura 5.1.6.1-47C).

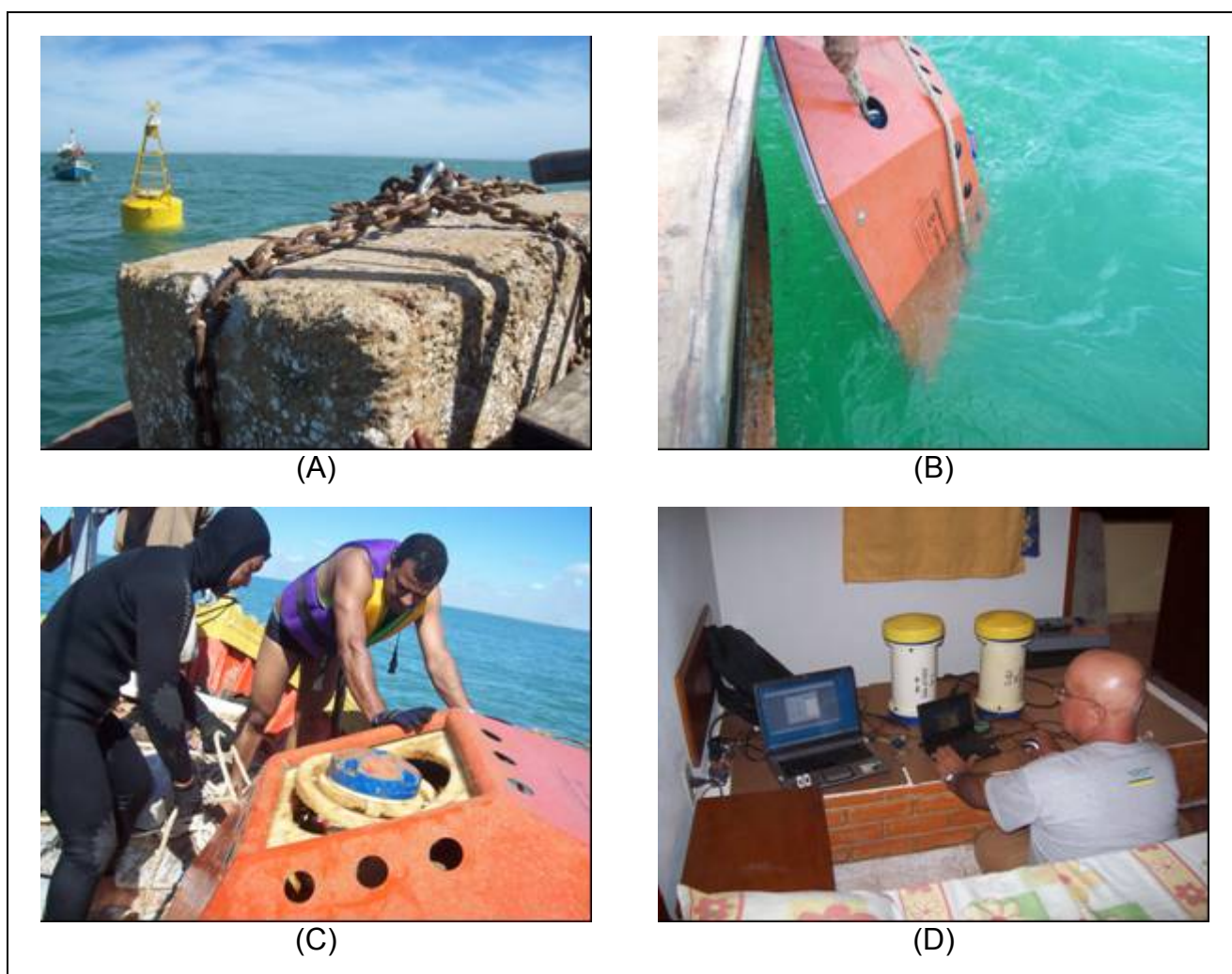


Figura 5.1.6.1 -47: Fundeio do ADCP: (A) boia de sinalização e poita usada no fundeio, (C) fundeio de um ADCP, (B) resgate de um ADCP e (D) “download” de dados medidos.

Os registros das vagas e marulhos, como também as rosas de ondas correspondentes para o período de medição, estão apresentados da Figura 5.1.6.1-48 à Figura 5.1.6.1-57.

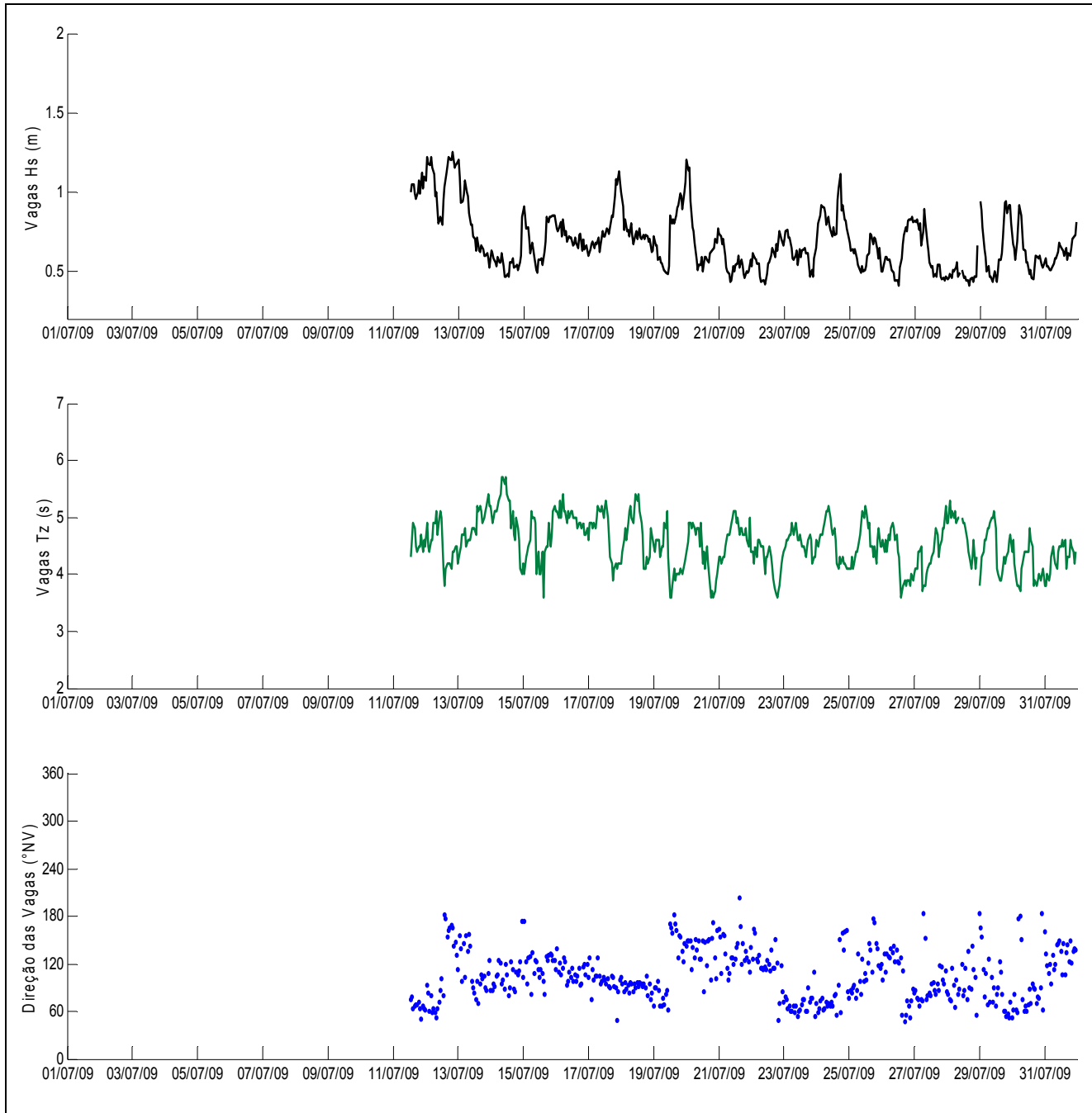


Figura 5.1.6.1 -48: Dados de Onda - Altura, Período e Direção - Vagas - Estação S01.



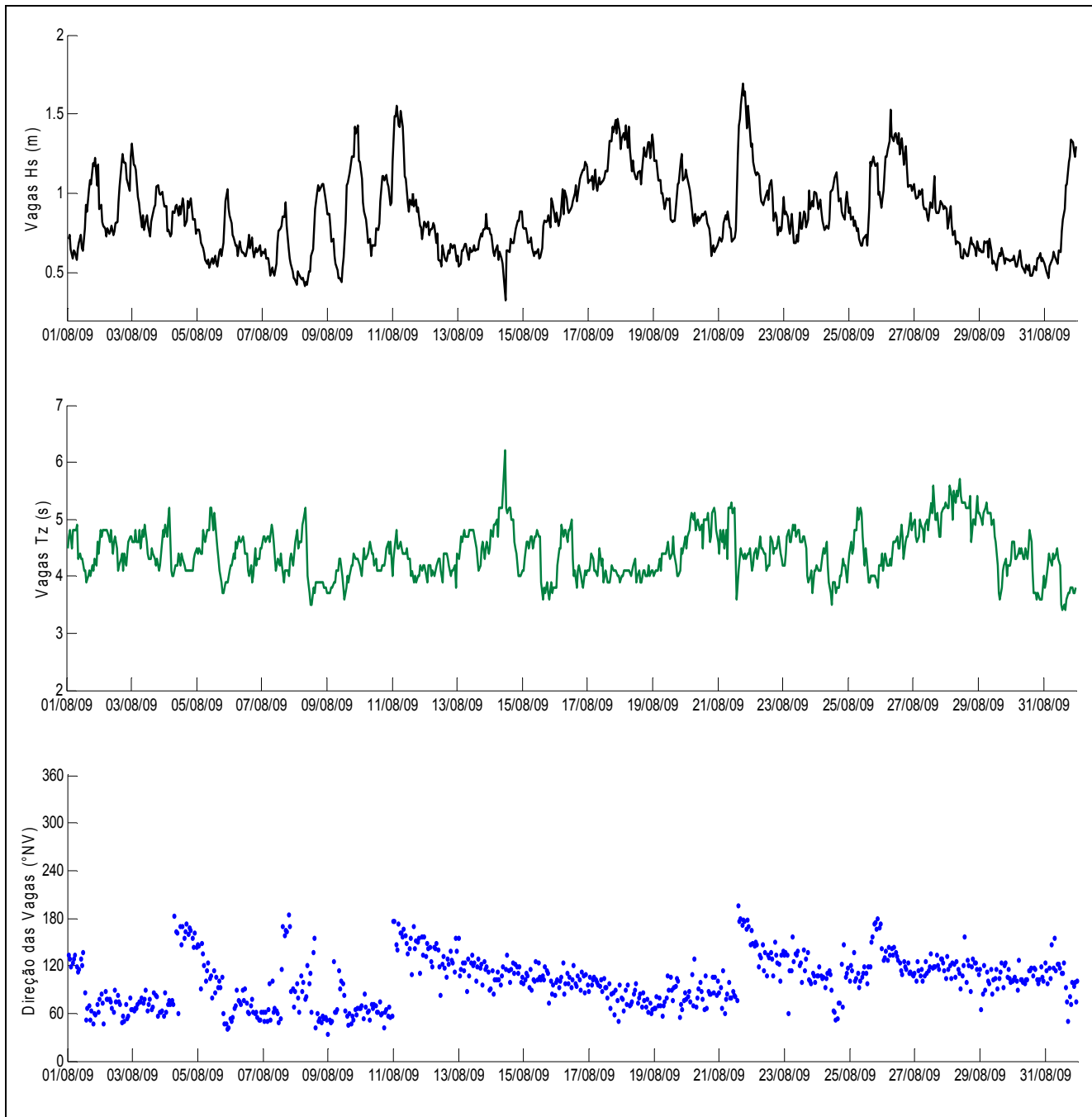


Figura 5.1.6.1 -49: Dados de Onda - Altura, Período e Direção - Vagas - Estação S01.

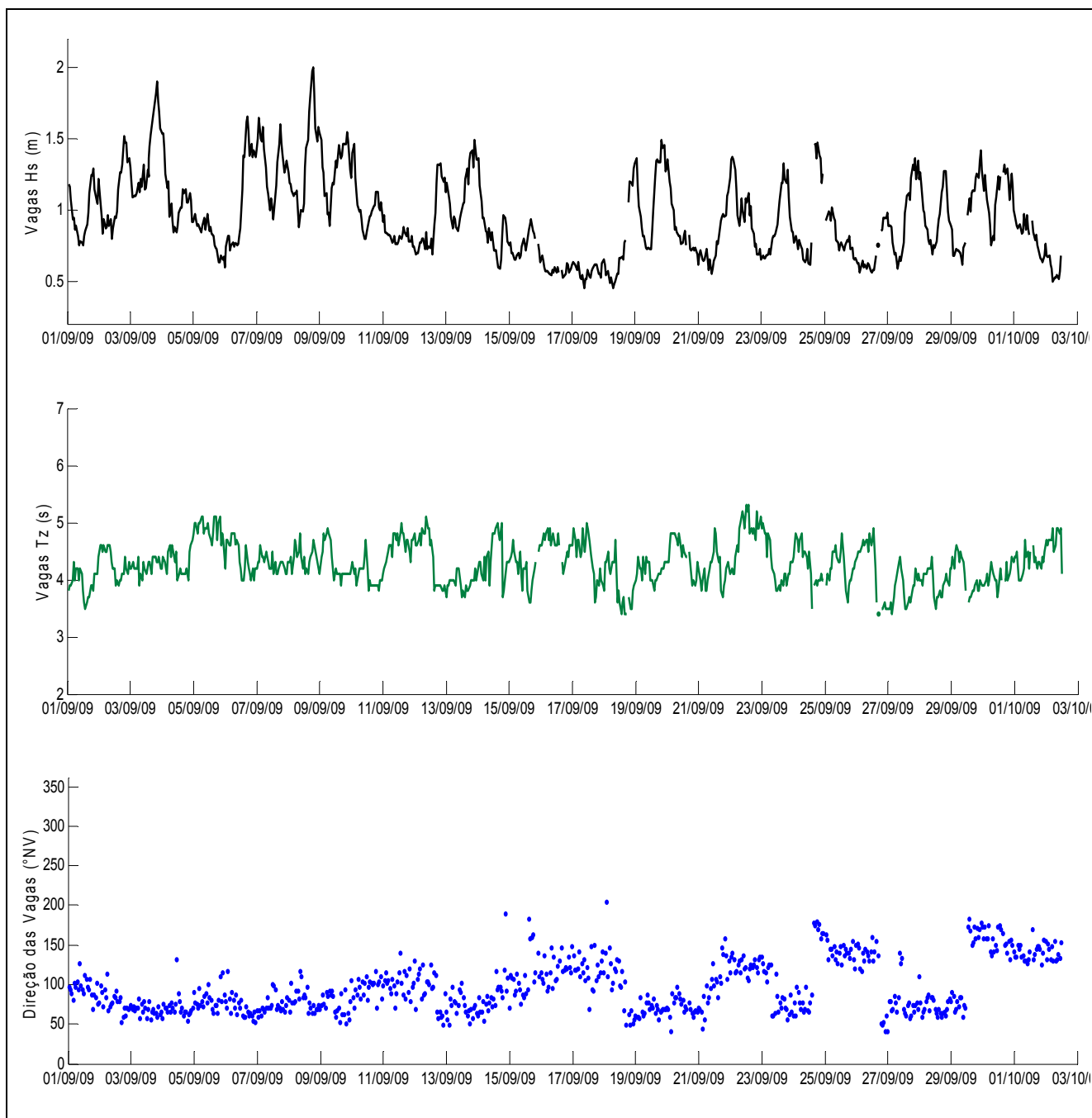


Figura 5.1.6.1 -50: Dados de Onda - Altura, Período e Direção - Vagas - Estação S01.

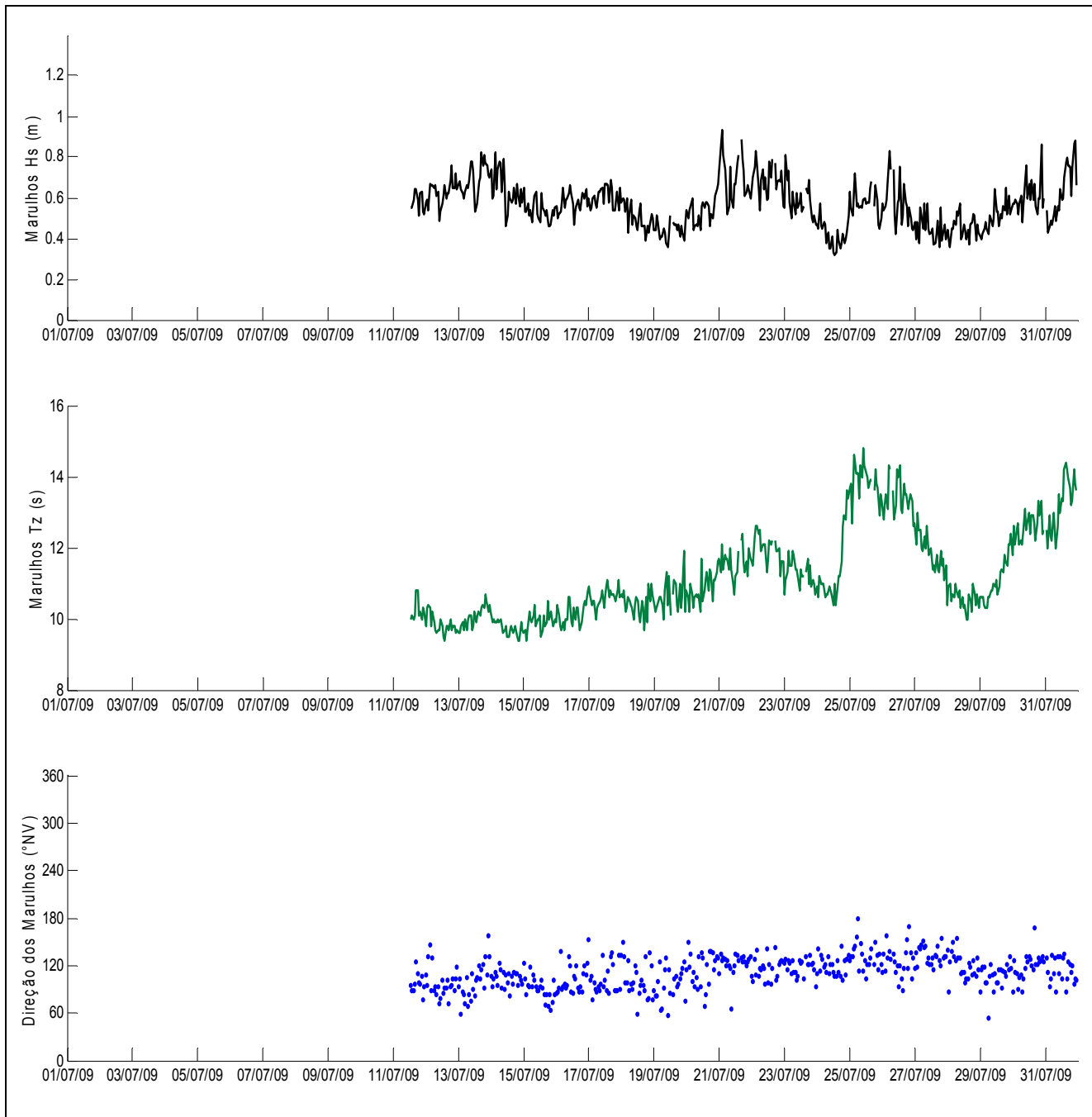


Figura 5.1.6.1 -51: Dados de Onda - Altura, Período e Direção - Marulhos - Estação S01.

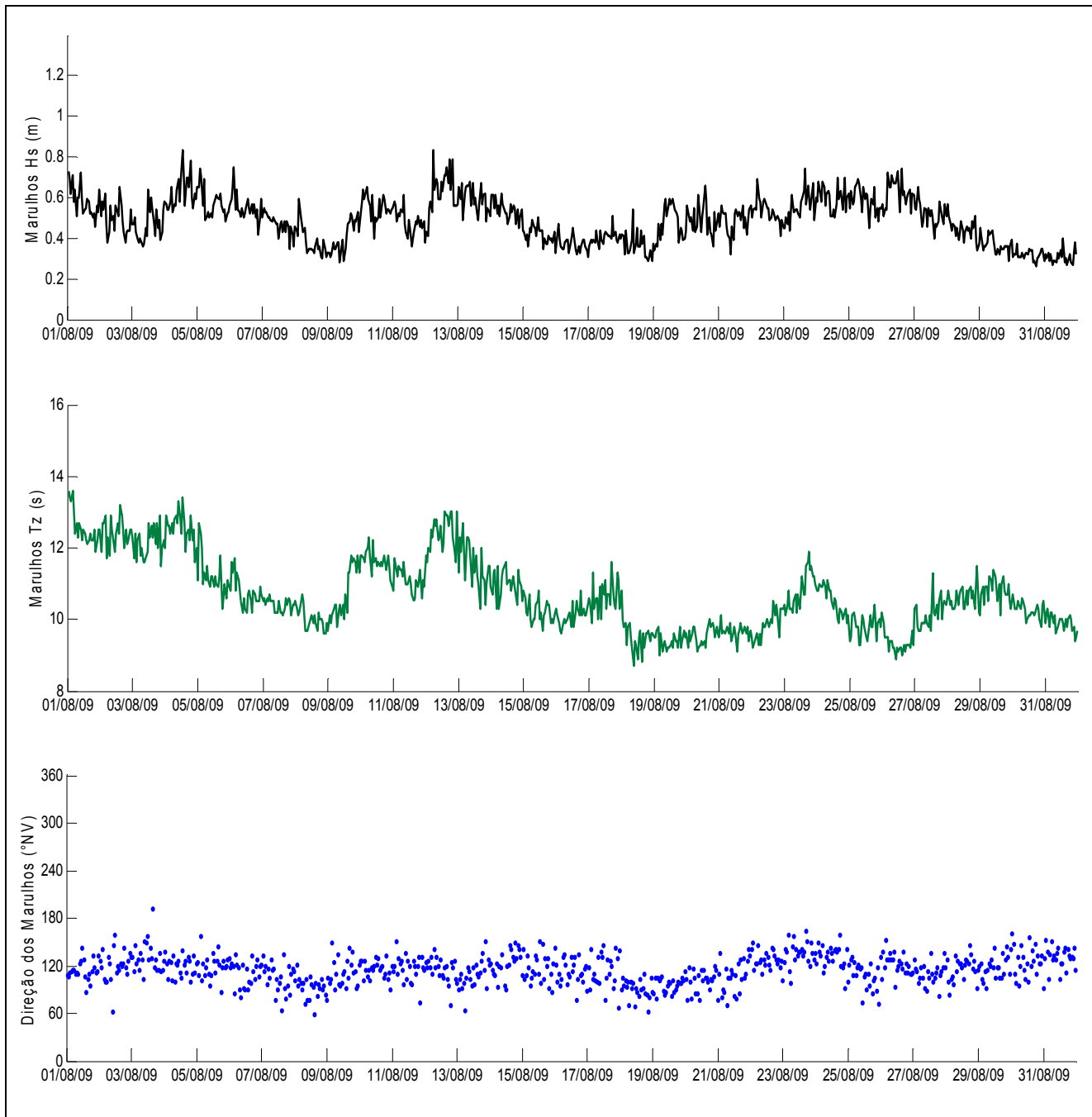


Figura 5.1.6.1 -52 – Dados de Onda - Altura, Período e Direção - Marulhos - Estação S01.

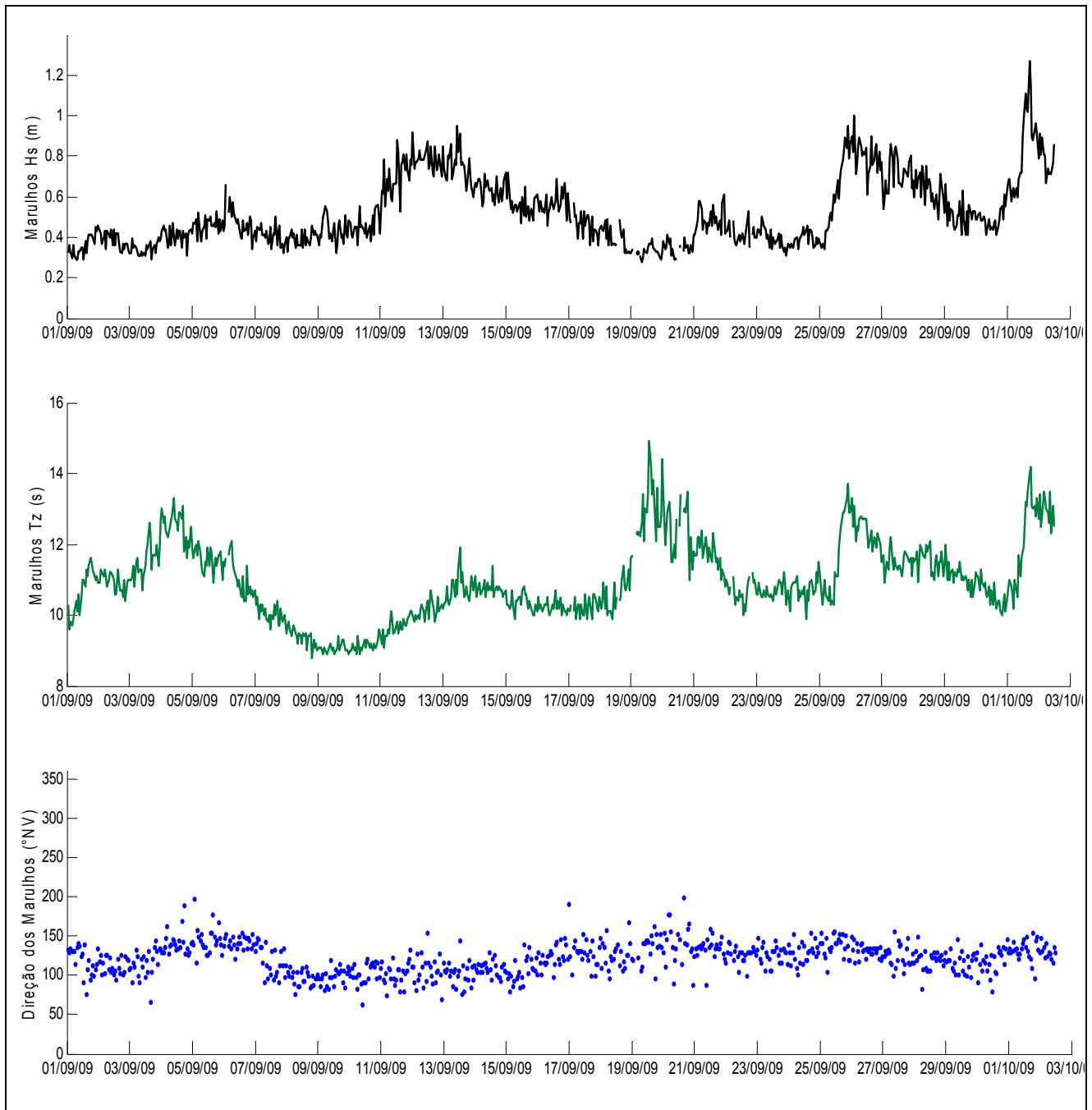


Figura 5.1.6.1 -53 – Dados de Onda - Altura, Período e Direção - Marulhos - Estação S01.



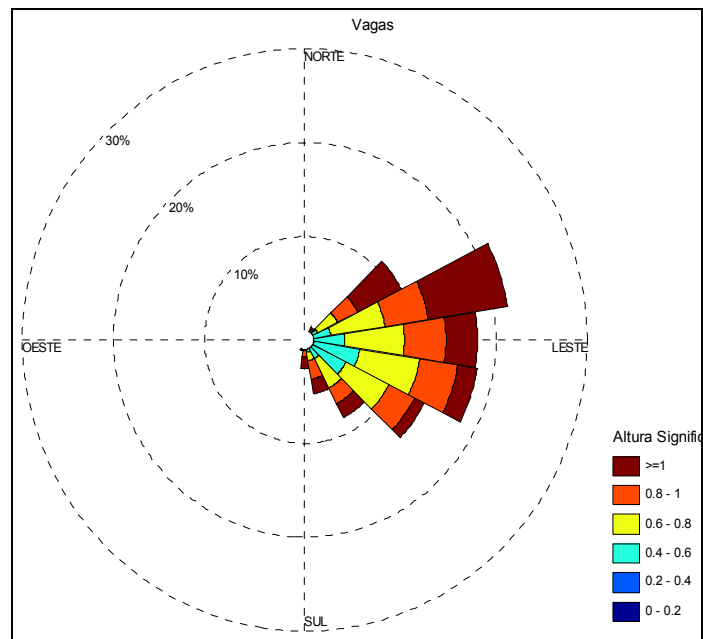


Figura 5.1.6.1 -54: Rosa de Ondas - Altura – Vagas.

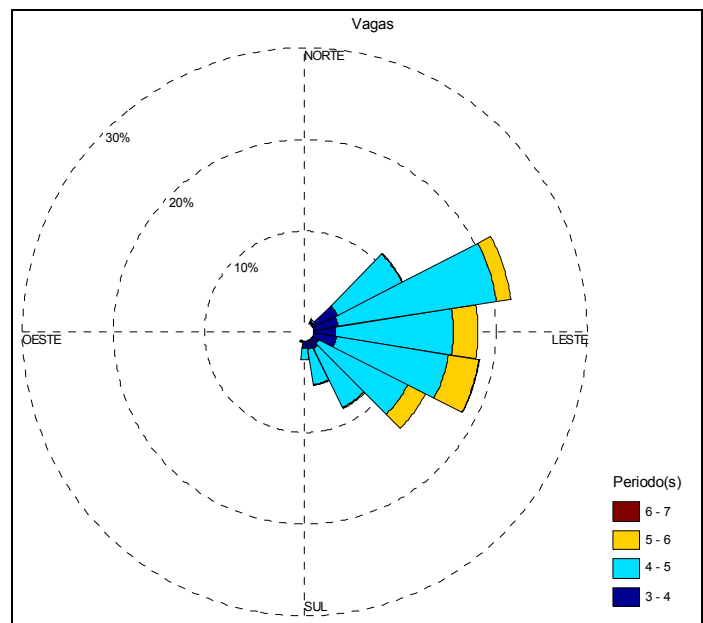


Figura 5.1.6.1 -55: Rosa de Ondas - Período – Vagas.

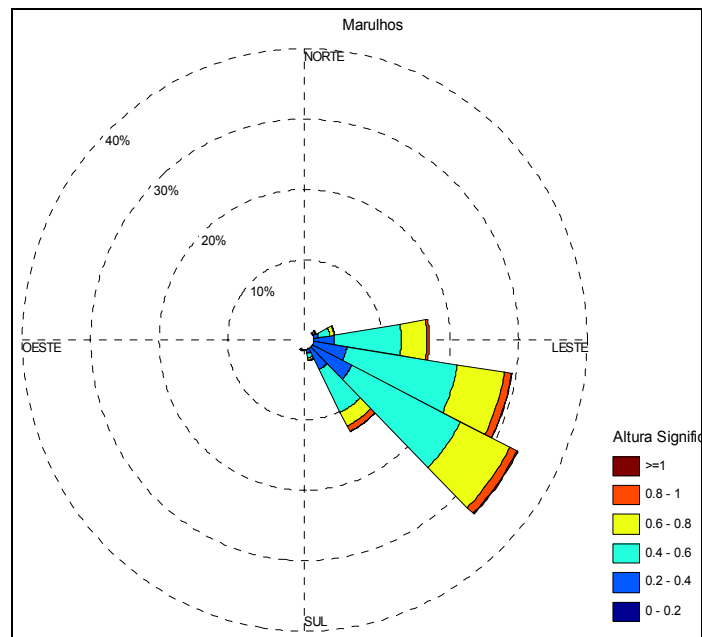


Figura 5.1.6.1 -56: Rosa de Ondas - Altura – Marulhos.

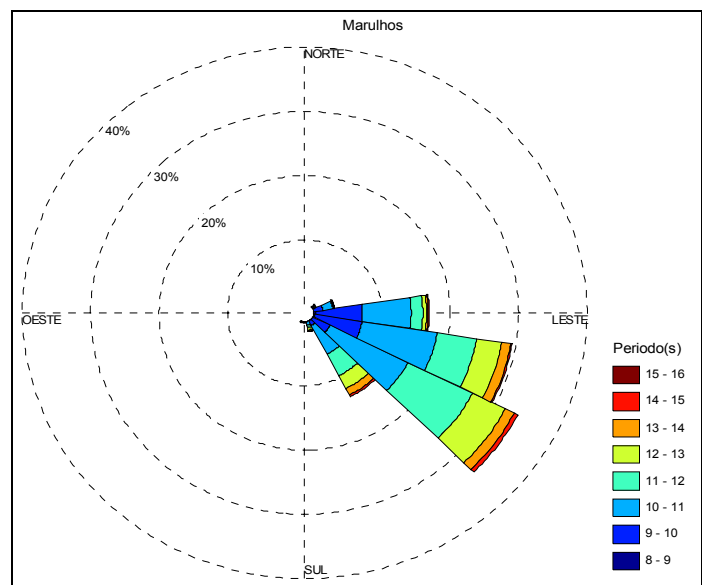


Figura 5.1.6.1 -57: Rosa de Ondas - Período – Marulhos.

Alguns espectros direcionais de energia das ondas foram selecionados para ilustrar características típicas encontradas durante o período de monitoramento. Assim, na Figura 5.1.6.1-58 são apresentadas as seguintes condições de mar:

1. Mar local de sudeste (em 20 de Julho) com valor de  $H_s = 1,2$  m,  $T_p = 5,5$  s e  $D_p = 142$  graus.

2. Mar distante sudeste (em 21 de Julho) com valor de  $H_s = 0,93$  m,  $T_p = 11,3$  s e  $D_p = 130$  graus.
3. Mar local de nordeste e mar distante de sudeste (em 03 de Agosto); predominância para o mar local  $H_s = 1,31$  m,  $T_p = 6,3$  s e  $D_p = 58$  graus; para o mar distante  $H_s = 0,47$  m,  $T_p = 12,4$  s e  $D_p = 132$  graus.
4. Mar local de sul-sudeste (em 11 de Agosto) com  $H_s = 1,55$  m,  $T_p = 5,5$  s e  $D_p = 170$  graus.

Entre a Figura 5.1.6.1-59 e a Figura 5.1.6.1-62 são apresentados detalhes obtidos dos espectros direcionais para direções selecionadas em torno da direção de pico dos espectros.

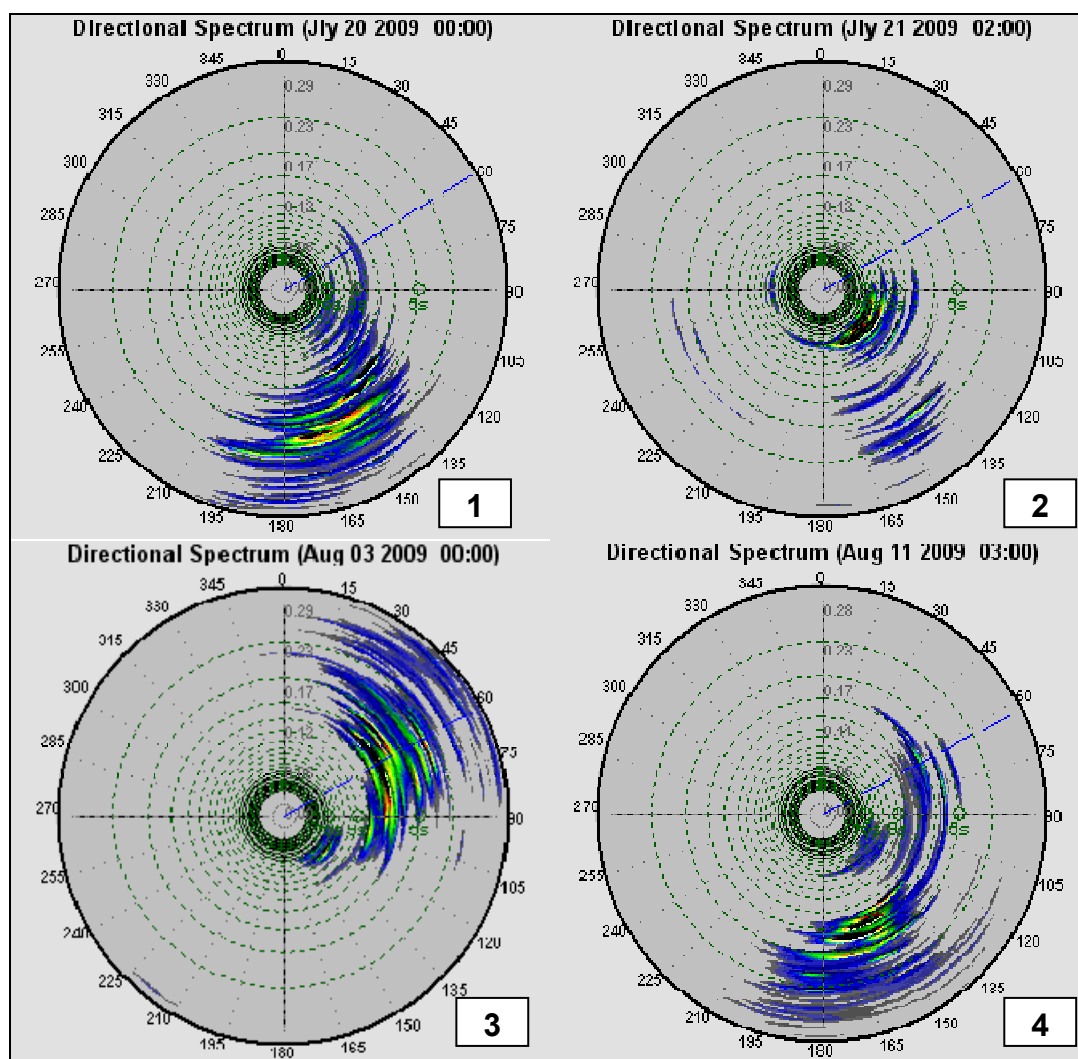


Figura 5.1.6.1 -58: Exemplos de espectros direcionais obtidos a partir do aplicativo do fabricante do ADCP para as condições 1 a 4 descritas acima.

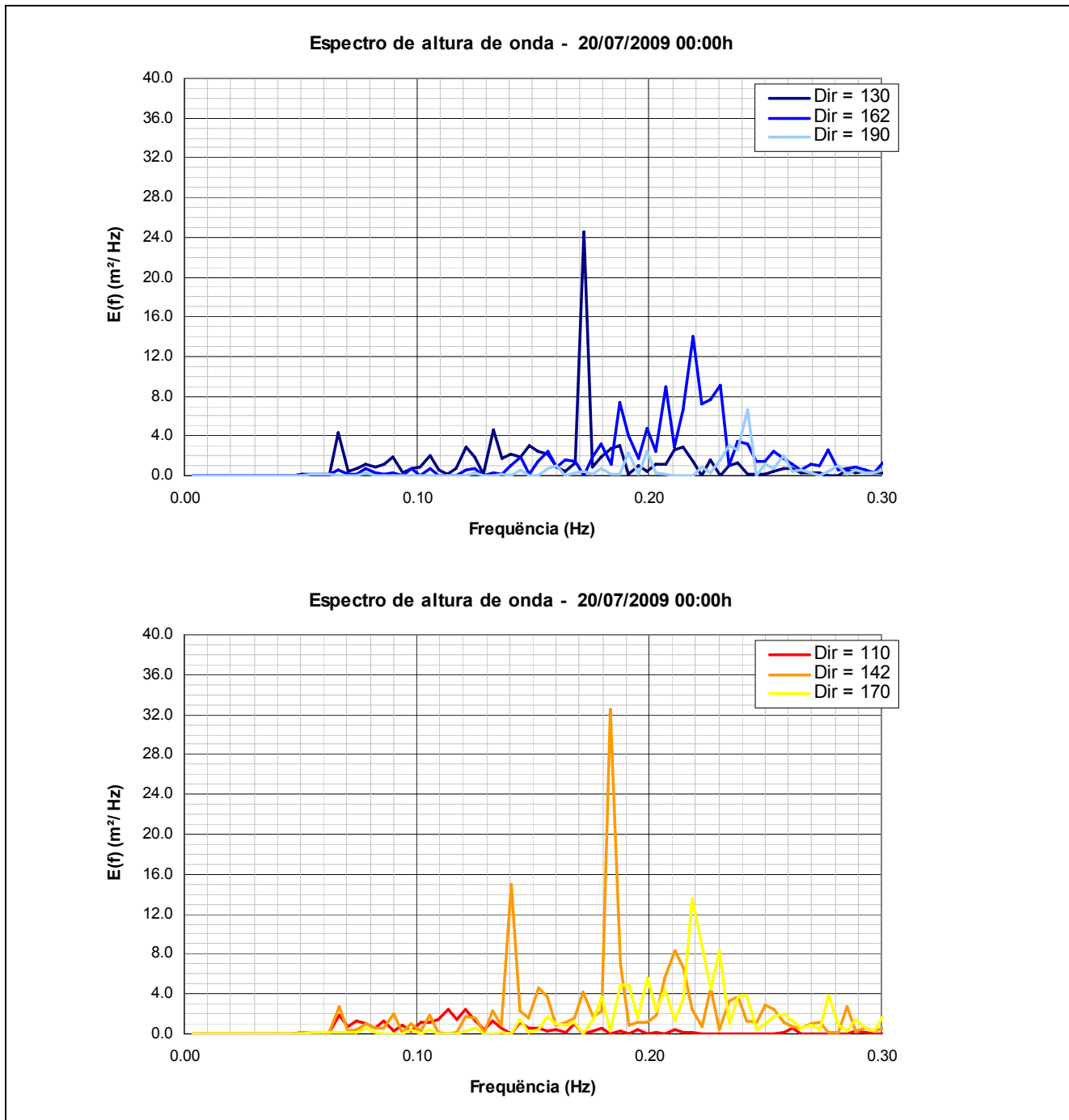


Figura 5.1.6.1 -59: Detalhes do espectro de altura de ondas em 20 de Julho à 0h00 obtido para as direções 130, 162 e 190 graus (acima) e 110, 142 e 170 graus (abaixo).

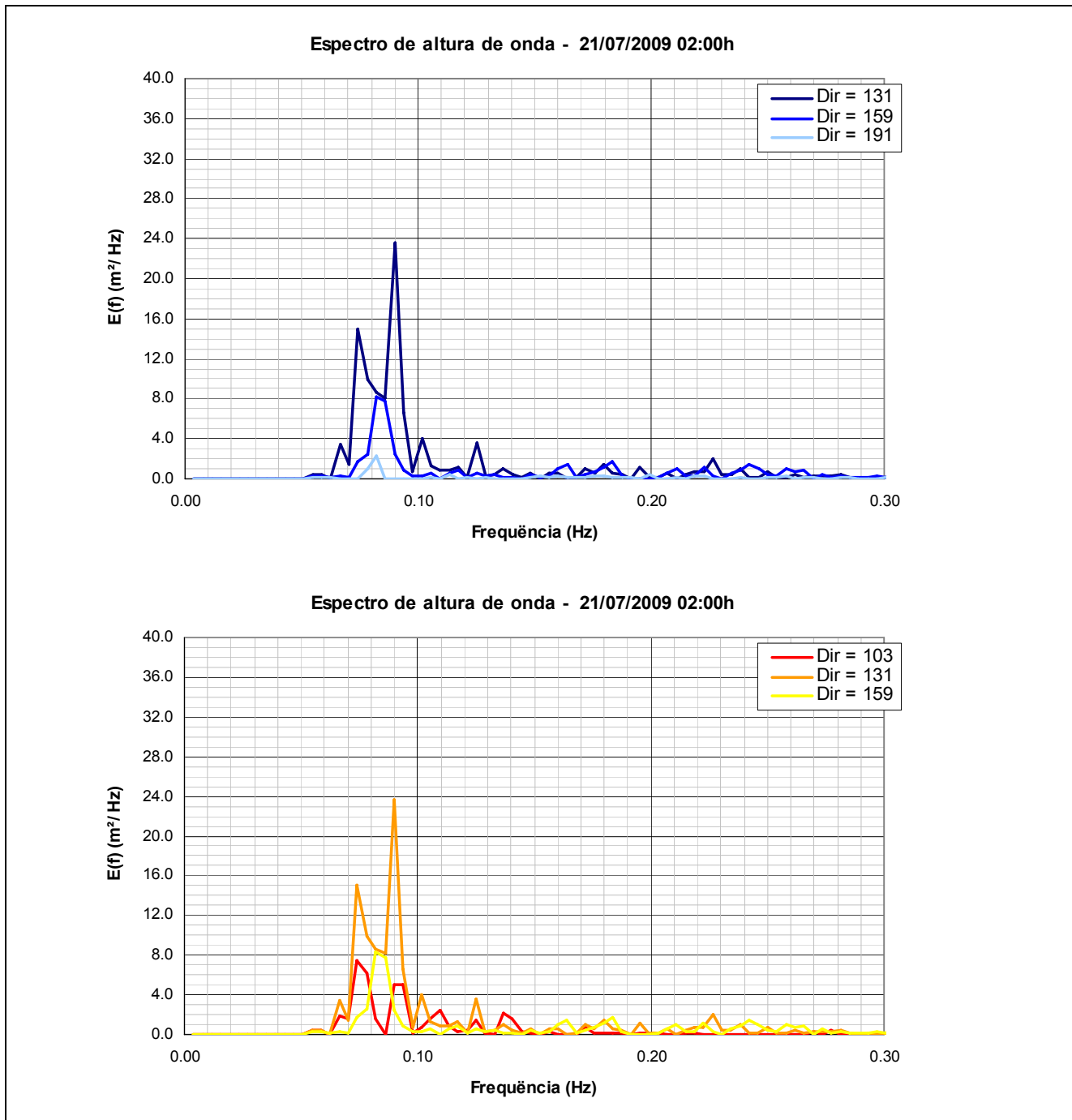


Figura 5.1.6.1 -60: Detalhes do espectro de altura de ondas em 21 de Julho às 02h00 obtido para as direções 131, 159 e 191 graus (acima) e 103, 131 e 159 graus (abaixo).



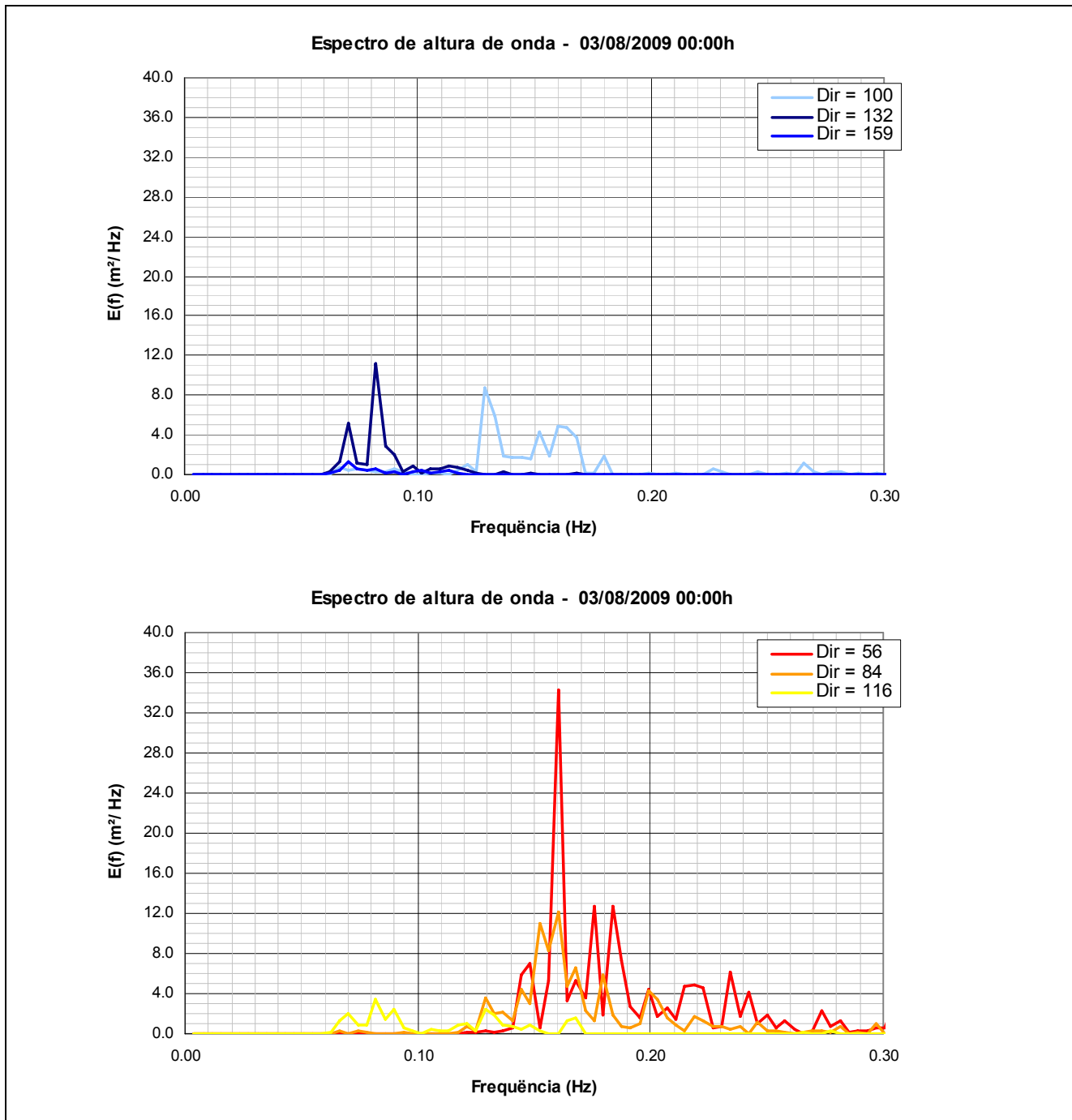


Figura 5.1.6.1 -61: Detalhes do espectro de altura de ondas em 03 de Agosto à 0h00 obtido para as direções 100, 132 e 159 graus (acima) e 56, 84 e 116 graus (abaixo).

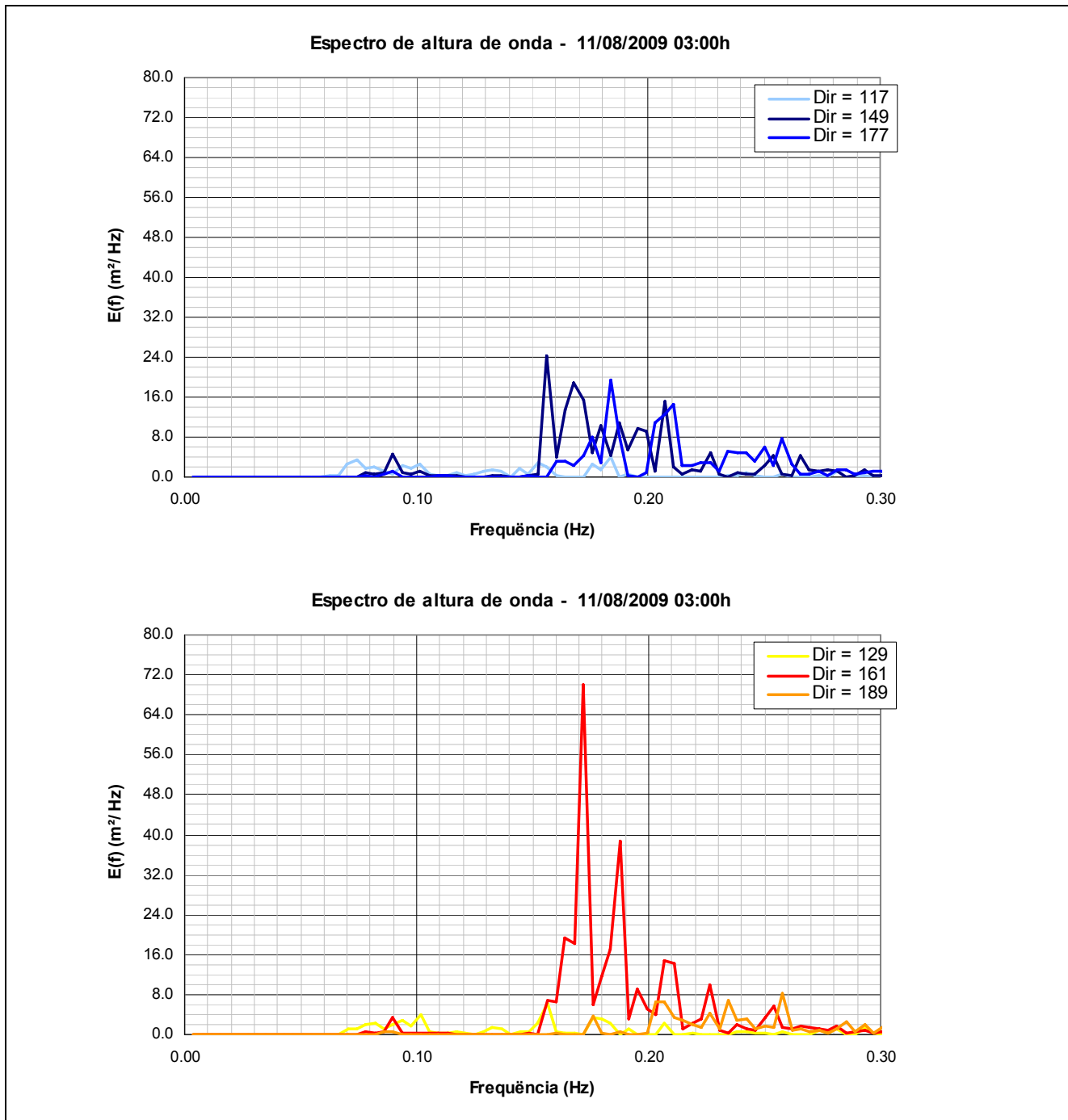


Figura 5.1.6. -62 - Detalhes do espectro de altura de ondas em 11 de Agosto às 03h00 obtido para as direções 117, 149 e 177 graus (acima) e 129, 161 e 189 graus (abaixo).

As ondas que atingem a região originam-se de dois sistemas: um ligado aos ventos alísios que geram ondas rumos NE e E; e outro ligado à penetração de frentes frias, responsável por ondas provenientes do quadrante sul.

Ao largo, as ondas provenientes de sul, com maiores períodos e energia predominam; entretanto, no local do empreendimento, próximo à costa, chegam bastante atenuadas devido à acentuada obliquidade do seu ângulo de incidência em relação à linha de costa em Presidente Kennedy. Assim, na região do empreendimento as ondas mais relevantes são ligadas aos alísios.

O clima de ondas resultante (vagas e marulhos combinados) tem alturas mais frequentes na classe de 0,5 a 1 metro com período de pico em torno de 5 segundos. Quanto ao rumo, observa-se a predominância das ondas de NE, seguidas pelas ondas de E e SE.

Uma descrição mais detalhada do clima de ondas resultante no entorno do empreendimento é apresentada no item relativo à modelagem numérica de ondas.

d) Análise integrada: vento, marés, correntes e ondas

A região do empreendimento situa-se em uma área costeira aberta, com morfologia simples, ou seja, sem a presença de reentrâncias, baías e desembocaduras de porte. A amplitude da maré na área é pequena, de forma que não se esperam correntes de maré significativas em áreas abertas, como no entorno do empreendimento. Isto foi confirmado pelos levantamentos de campo. Mesmo em marés de sizígia, não se pôde observar nenhuma modulação nas correntes medidas nas estações S01 e S02 que pudessem estar relacionadas ao ciclo de marés, veja Figura 5.1.6.1-63, Figura 5.1.6.1-64, Figura 5.1.6.1-65 e Figura 5.1.6.1-66.

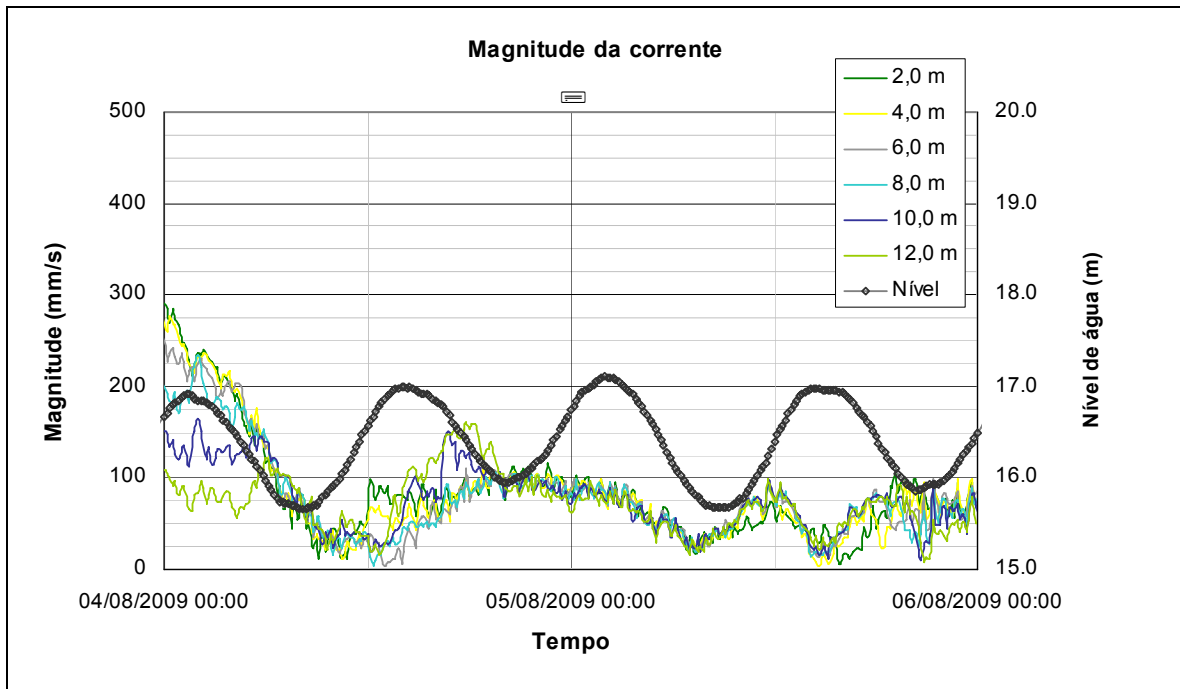


Figura 5.1.6.1 -63: Magnitude das correntes observadas na estação S01 em torno de uma maré de sizígia.

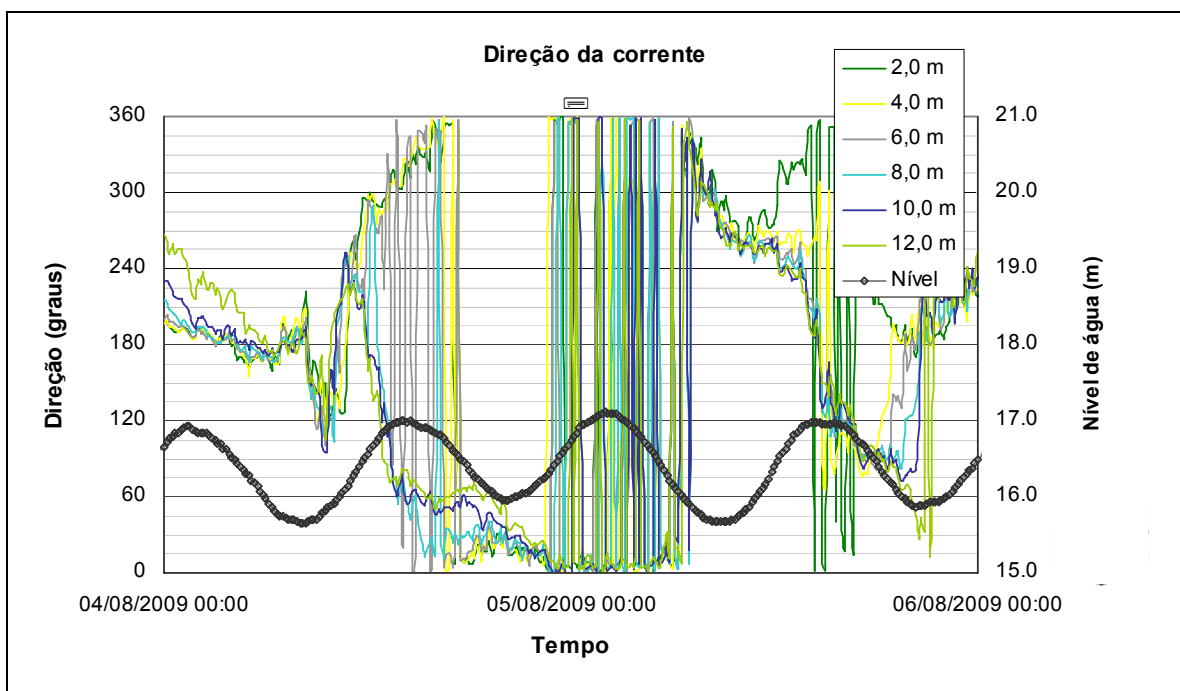


Figura 5.1.6.1 -64 - Direção das correntes observadas na estação S01 em torno de uma maré de sizígia.

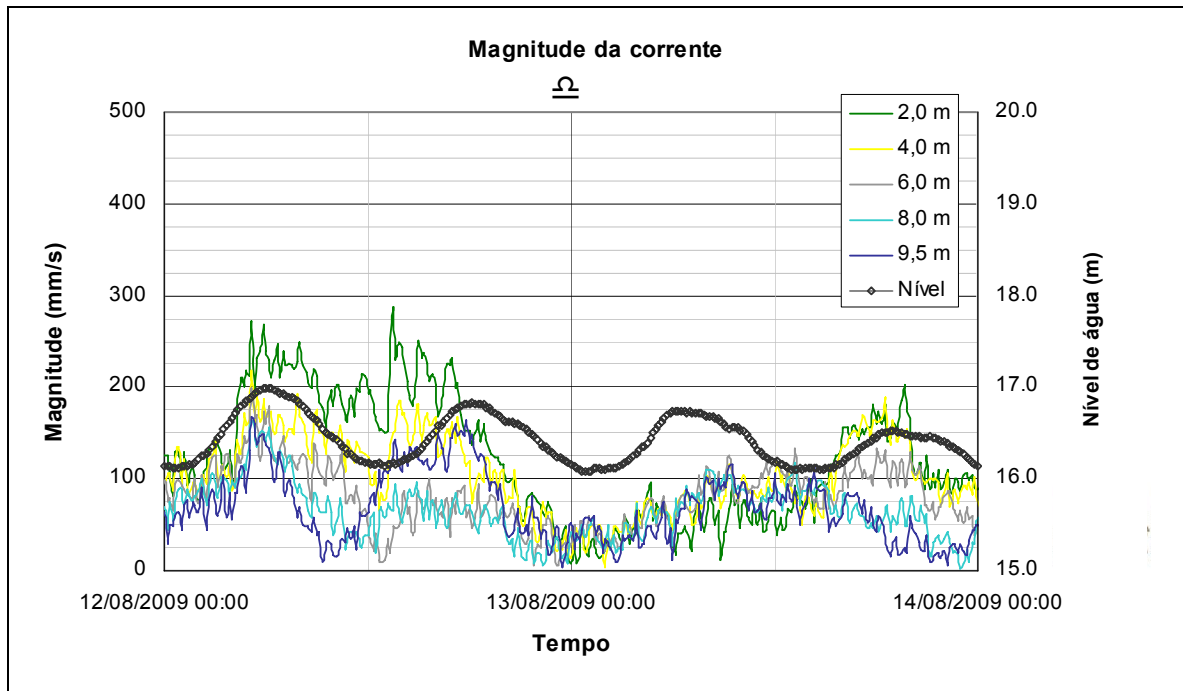


Figura 5.1.6.1 -65: Magnitude das correntes observadas na estação S02 em torno de uma maré de quadratura.

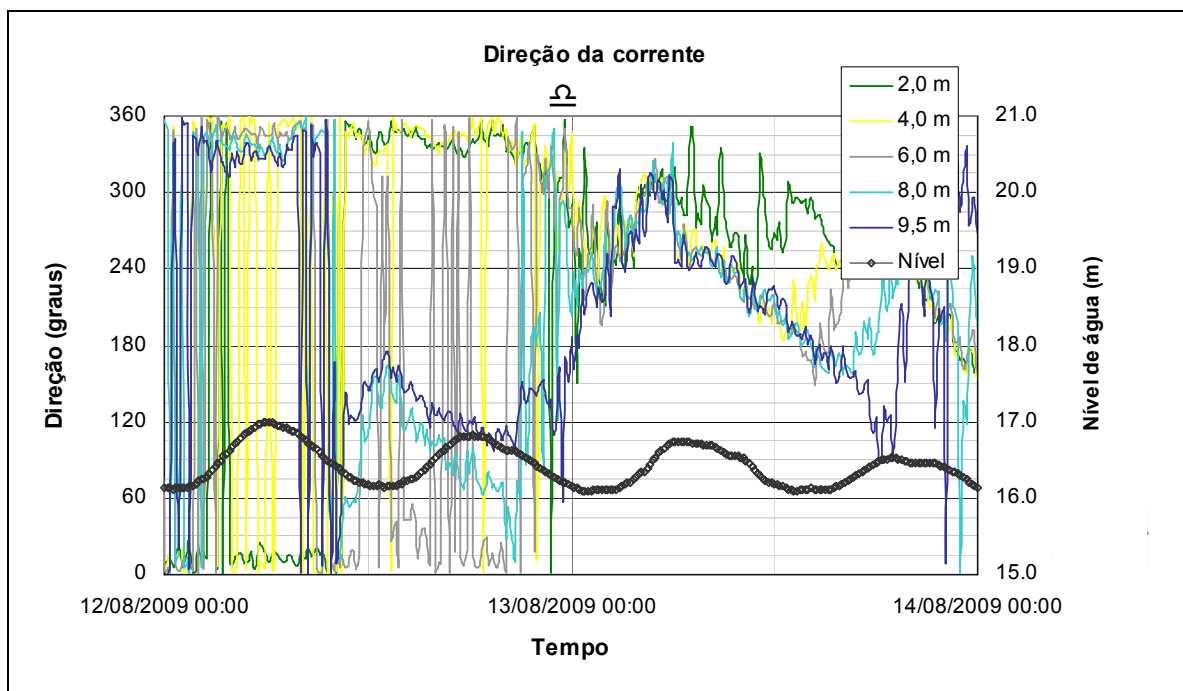


Figura 5.1.6.1 -66: Direção das correntes observadas na estação S02 em torno de uma maré de quadratura.



Quanto às correntes, pode-se observar nos dados de medição de campo uma relação bastante marcante entre os dados de corrente e vento, veja a Figura 5.1.6.1-67 e a Figura 5.1.6.1-68.

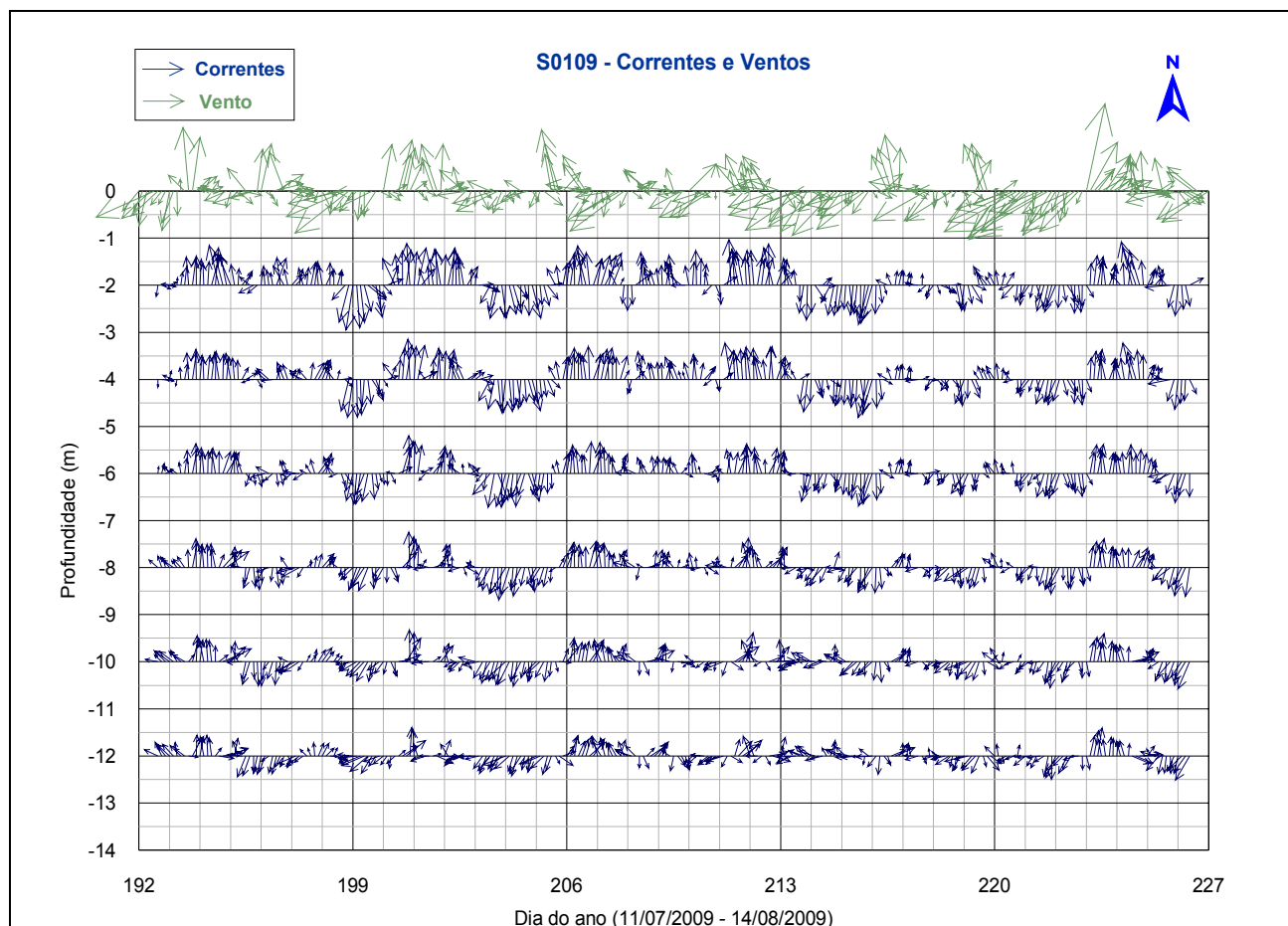


Figura 5.1.6.1 -67: Diagrama vetorial para as correntes na estação S01.

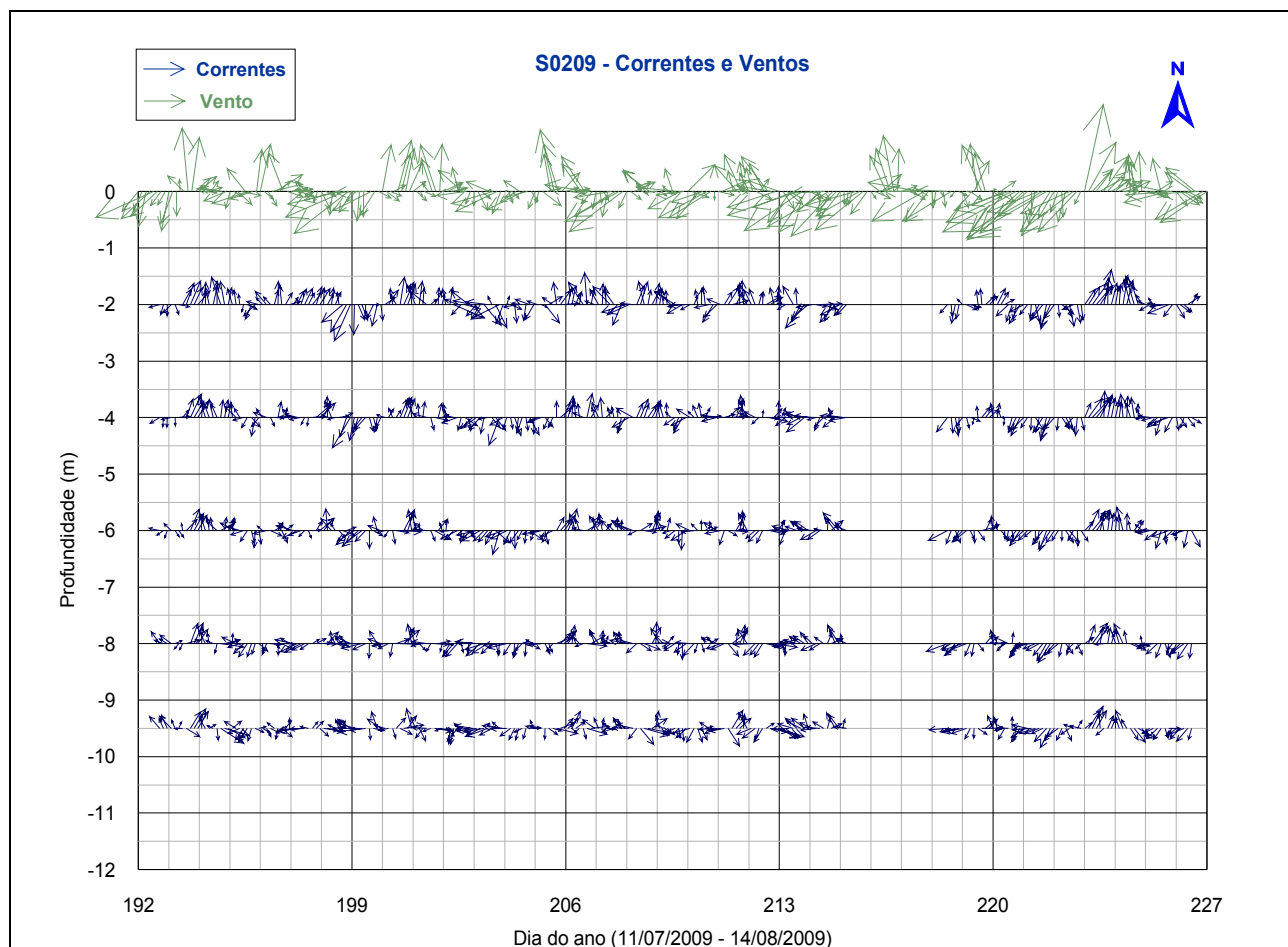


Figura 5.1.6.1 -68: Diagrama vetorial para as correntes na estação S02.

Para o período de medições, tendo como referência os dados de medição de vento na Estação Meteorológica de Marobá e de correntes nas estações S01 e S02, tomam-se como exemplos dois eventos nos quais a persistência ocorrida na direção dos ventos foi imediatamente refletida na direção das correntes marítimas. Em um desses eventos, foi verificado que a intensidade das correntes também foi diretamente afetada.

No período de 19/07 a 21/07 os ventos provenientes do quadrante SW (de S a W) foram de intensidade equivalente a brisa moderada (2 a 6 m/s), no entanto foram persistentes na direção (Figura 5.1.6.1-69). Nota-se um reflexo direto nas correntes marítimas nos pontos S01 e S02. Nesse mesmo período, as correntes apresentaram direção preferencial para N (de NW a NE) em toda a profundidade no ponto S01 (Figura 5.1.6.1-70) e nas camadas mais superficiais no ponto S02 (Figura 5.1.6.1-71). Com relação às ondas,

observa-se que nesse período as direções das ondas locais (vagas) passam a ser provenientes principalmente de S com maiores alturas e períodos (Figura 5.1.6.1-72).

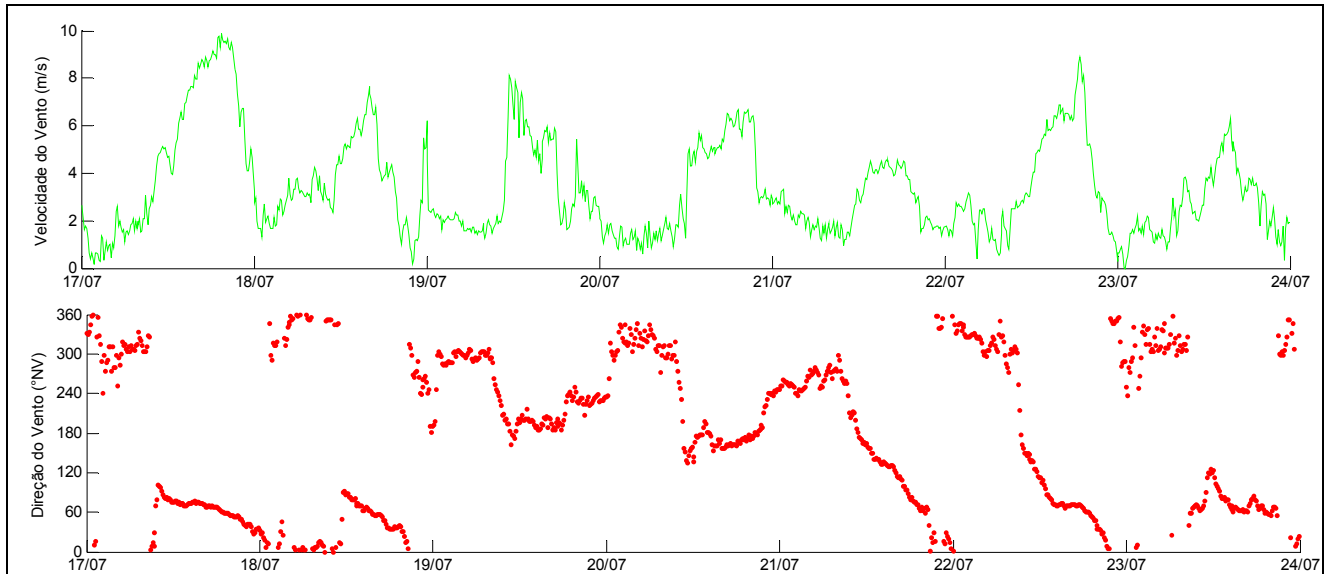


Figura 5.1.6.1 -69: Velocidade e Direção dos Ventos - Praia de Marobá.

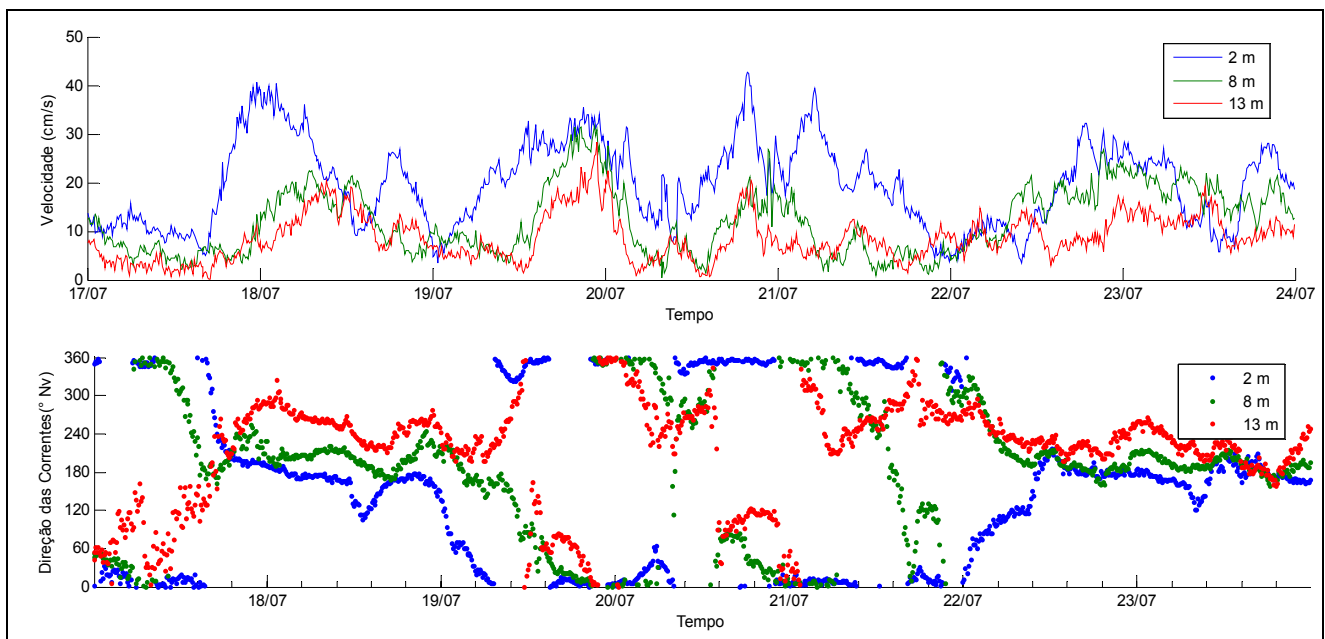


Figura 5.1.6.1 -70: Dados de Correntometria - Intensidade e Direção - Estação S01.

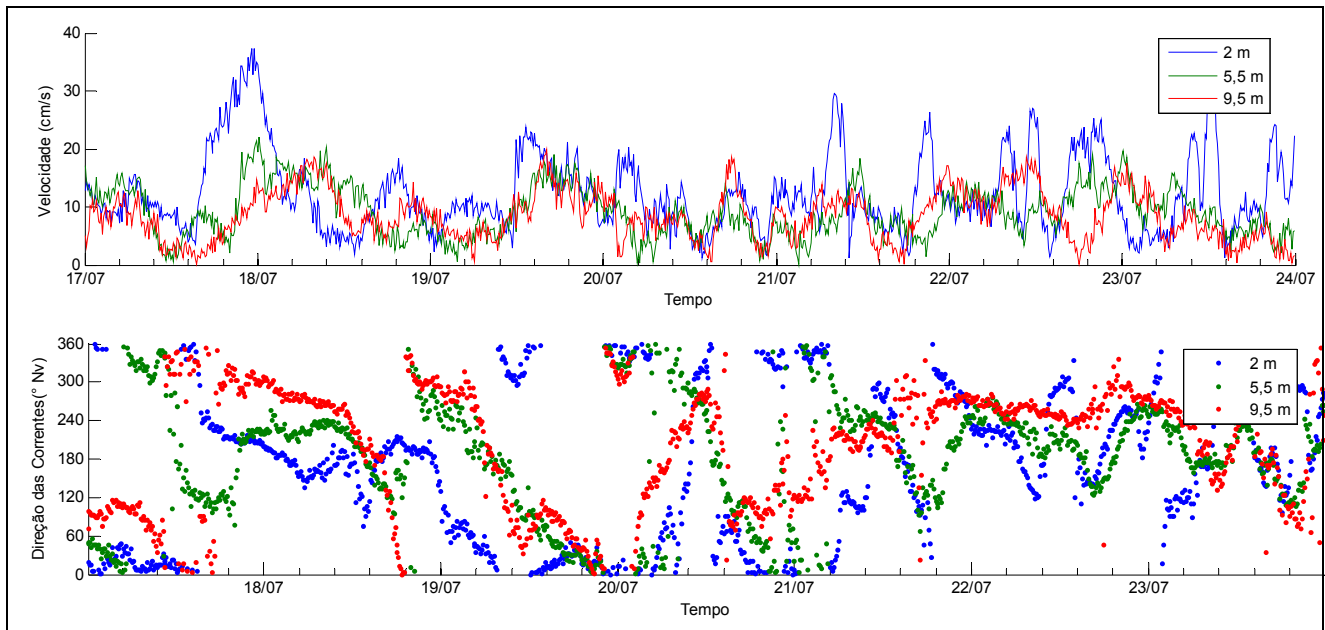


Figura 5.1.6.1 -71: Dados de Correntometria - Intensidade e Direção - Estação S02.

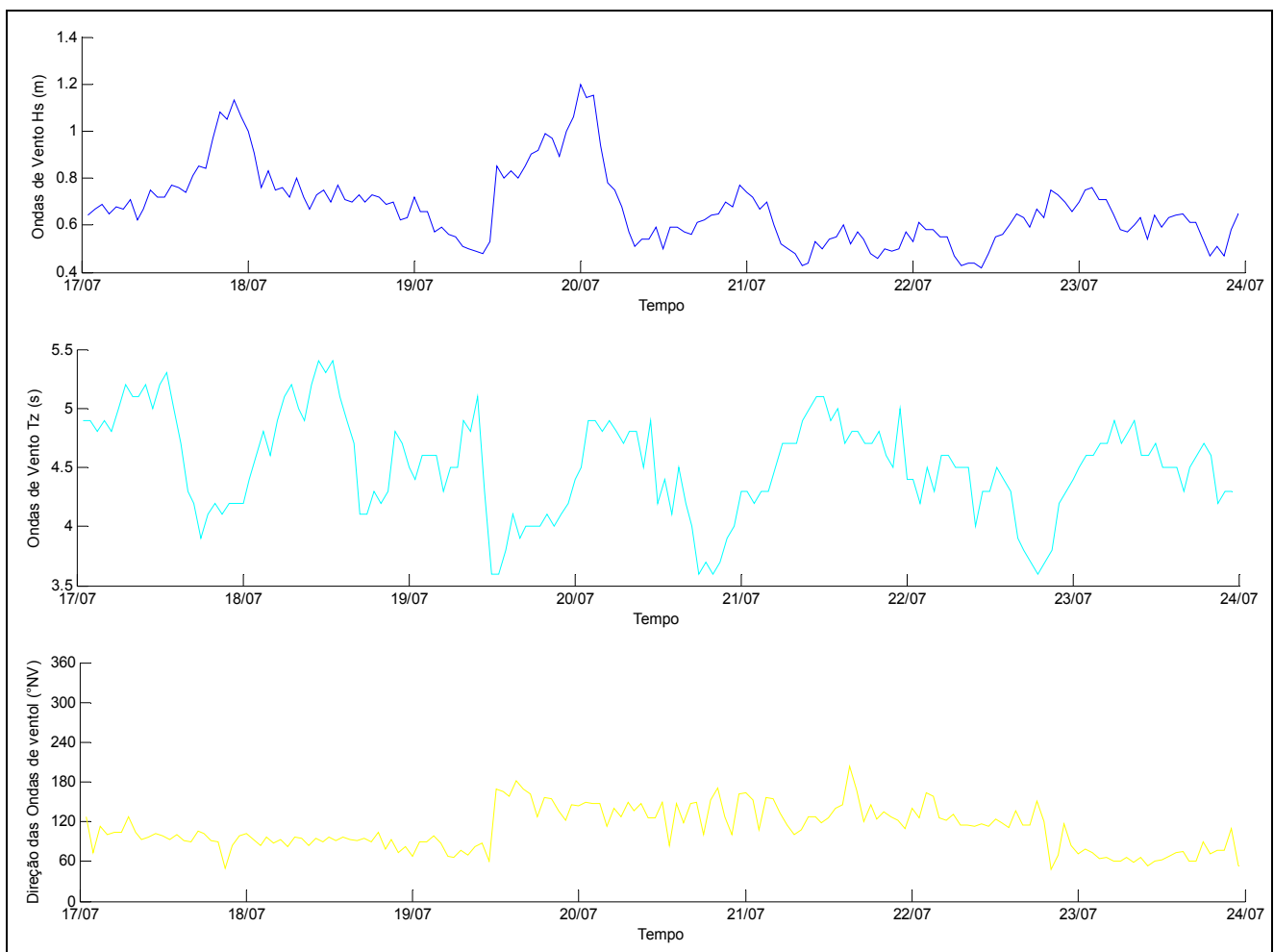


Figura 5.1.6.1 -72: Altura e direção de ondas de vento (vagas) – Estação S01 – Período de 17/07/2009 a 24/07/2009.

Da mesma forma, no período de 08/08 a 10/08 os ventos provenientes do NE (de E a N) foram de intensidade equivalente a brisa forte (5 a 13,5 m/s) e persistentes durante três dias, veja Figura 5.1.6.1-73. Como resultado, nota-se o reflexo nas correntes que apresentaram direção preferencial para o quadrante SW (de S para W) em todas as camadas nos dois pontos de medição (S01 e S02), veja Figura 5.1.6.1-74 e Figura 5.1.6.1-75. Também, nesse período nota-se uma elevação na intensidade das correntes ocorrendo dois dias após o início do evento de ventos, nos dois pontos de medição de correntes. Este atraso na resposta da elevação de intensidade das correntes não fica evidenciado em outros períodos, pois a variabilidade dos ventos, tanto em intensidade como em direção, é mais pronunciada.

Quanto às ondas locais, durante o período de 08/08 a 10/08 mantiveram rumos concordantes com a direção do vento (veja Figura 5.1.6.1-73, Figura 5.1.6.1-74 e Figura 5.1.6.1-75).

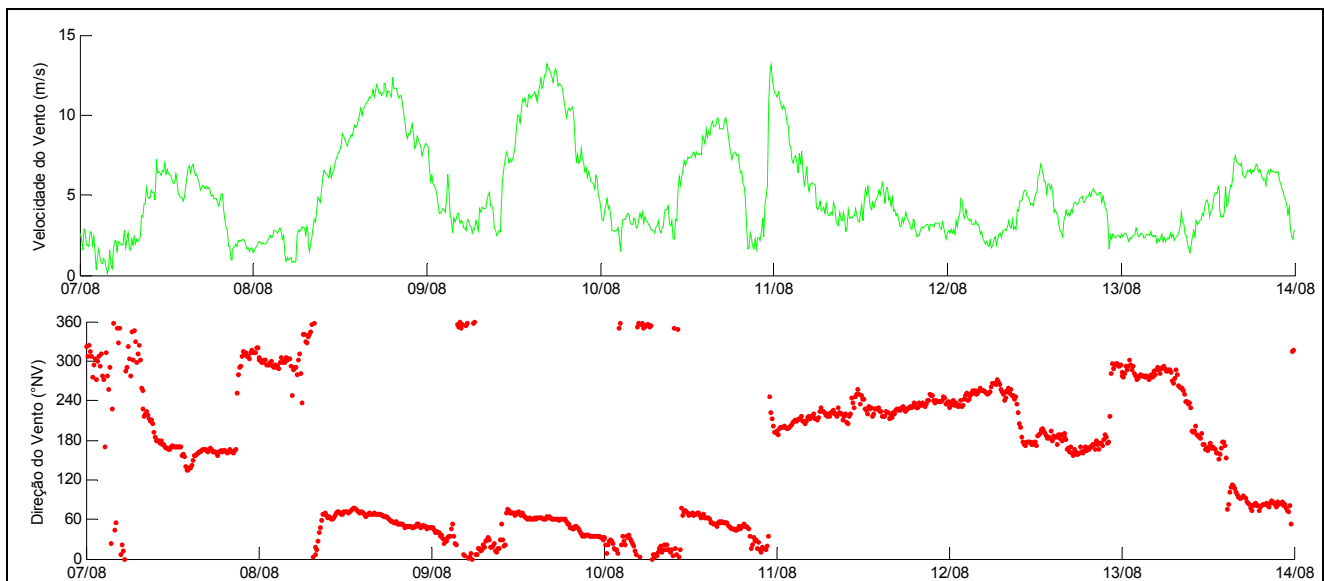


Figura 5.1.6.1 -73: Velocidade e Direção dos Ventos - Praia de Marobá.



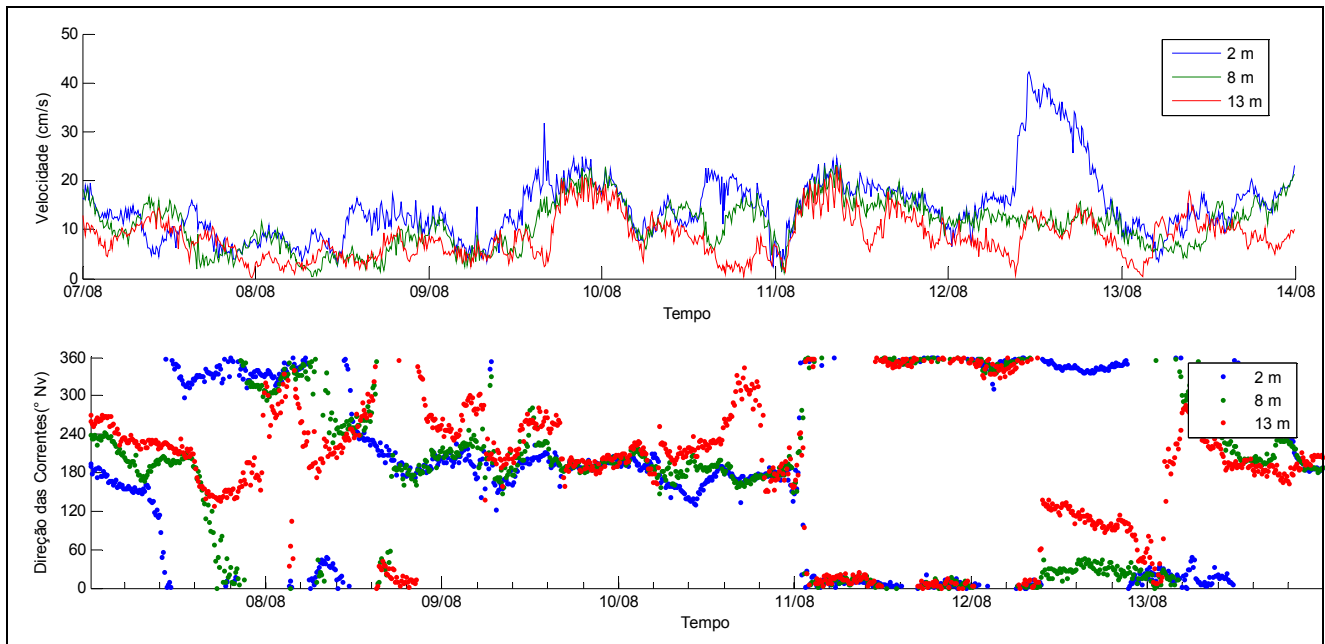


Figura 5.1.6.1 -74: Dados de Correntometria - Intensidade e Direção - Estação S01.

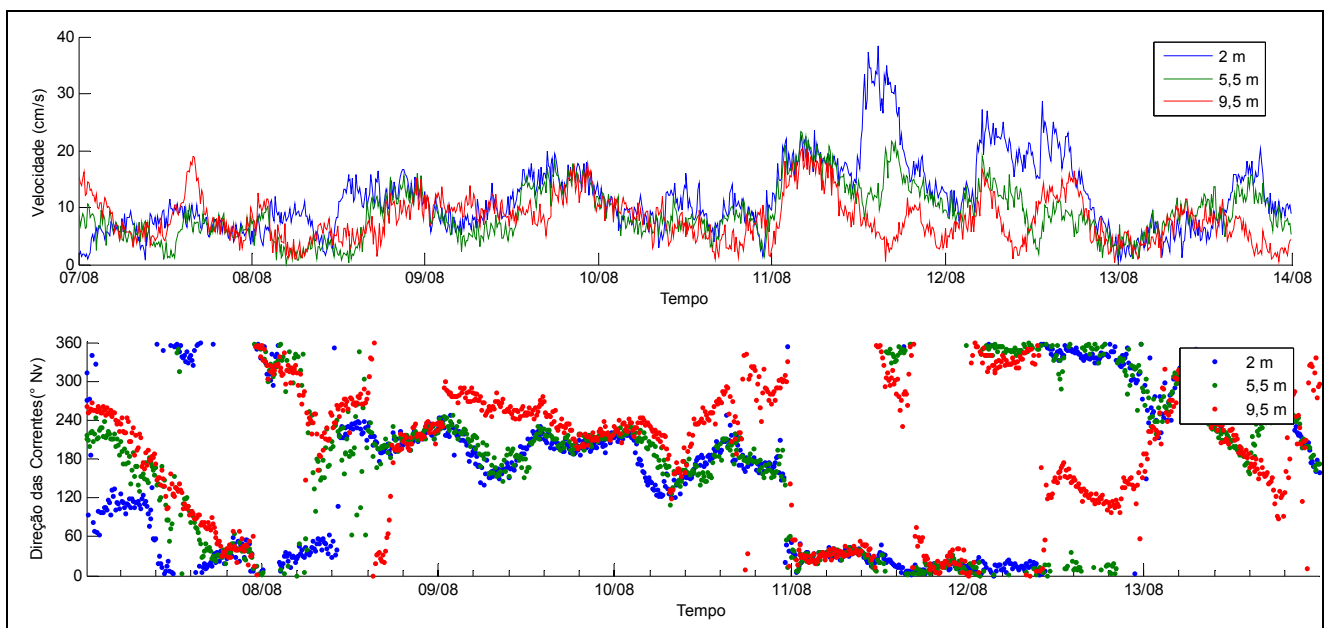


Figura 5.1.6.1 -75: Dados de Correntometria - Intensidade e Direção - Estação S02.

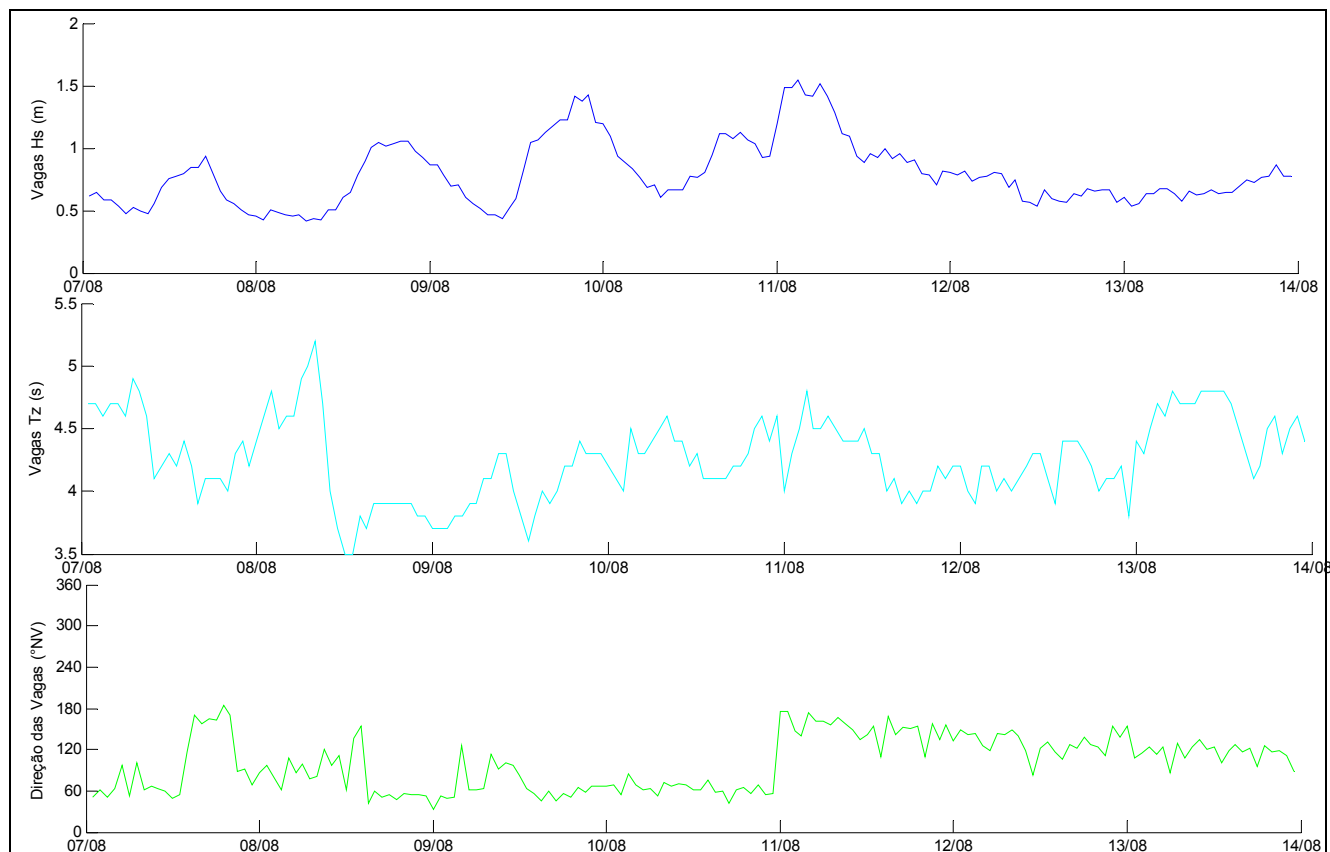


Figura 5.1.6.1 -76: Dados de Onda - Altura, Período e Direção - Vagas - Estação S01.

Quanto à frequência de ocorrência das correntes, a direção preferencial N-S, principalmente nas camadas mais superficiais, está de acordo com a direção preferencial dos ventos que ocorrem provenientes de NE, seguidos dos ventos provenientes de E e W. Tendo em vista que os dados observados de vento referem-se a medições em terra, onde a influência orográfica e das brisas marítimas e terrestres são bastante fortes, é esperado que a resposta das correntes sofra um desvio na direção média de incidência do vento. No entanto, em períodos de ventos persistentes em determinado sentido, ocorre uma maior aproximação nas direções das correntes marítimas em relação aos ventos, em sentidos opostos, como foram observados nos dois períodos exemplificados anteriormente.

Em 11/08 ocorreu a chegada de uma frente fria à região. Os ventos sofreram uma mudança repentina de direção, veja Figura 5.1.6.1-77, passando do setor N/NE para o setor S/SE, interferindo diretamente nas correntes e nas vagas.

As correntes inverteram seu sentido, como pode ser visto no gráfico de vetores das correntes de superfícies, veja Figura 5.1.6.1-78.

As vagas tiveram seu rumo predominante alterado de NE para SE, veja Figura 5.1.6.1-80, enquanto os marulhos continuaram com as direções que já vinham do setor SE.

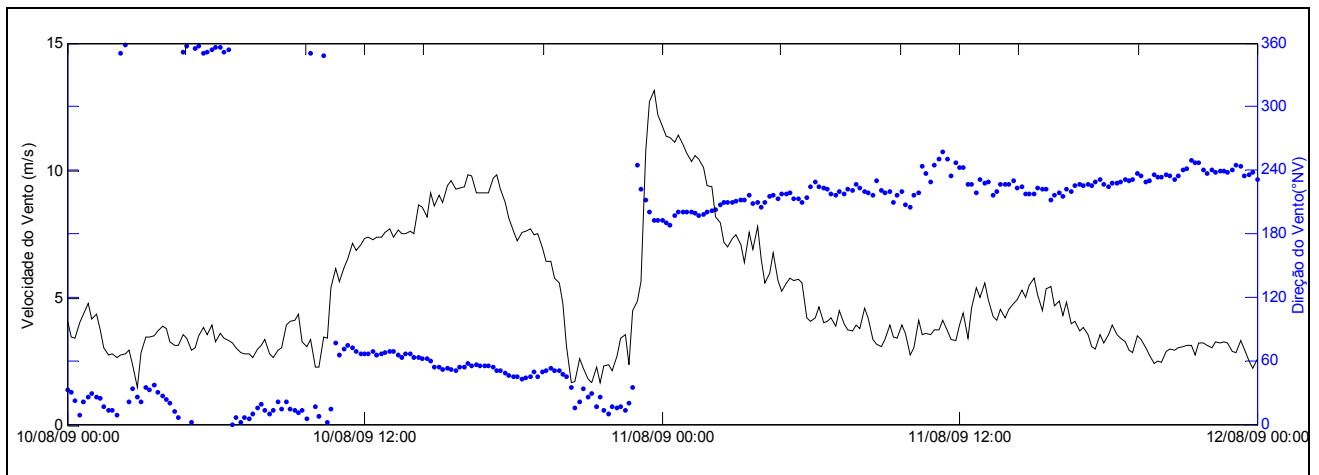


Figura 5.1.6.1 -77: Magnitude e direção dos ventos - Estação meteorológica de Marobá - Frente fria.

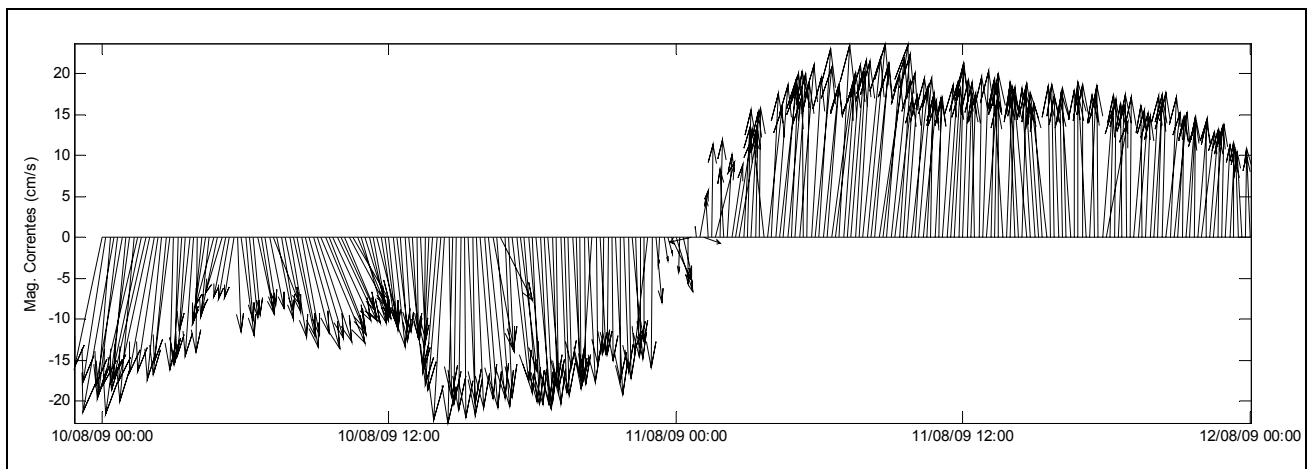


Figura 5.1.6.1 - 78: Magnitude e direção das correntes - Estação S01 - Frente fria.

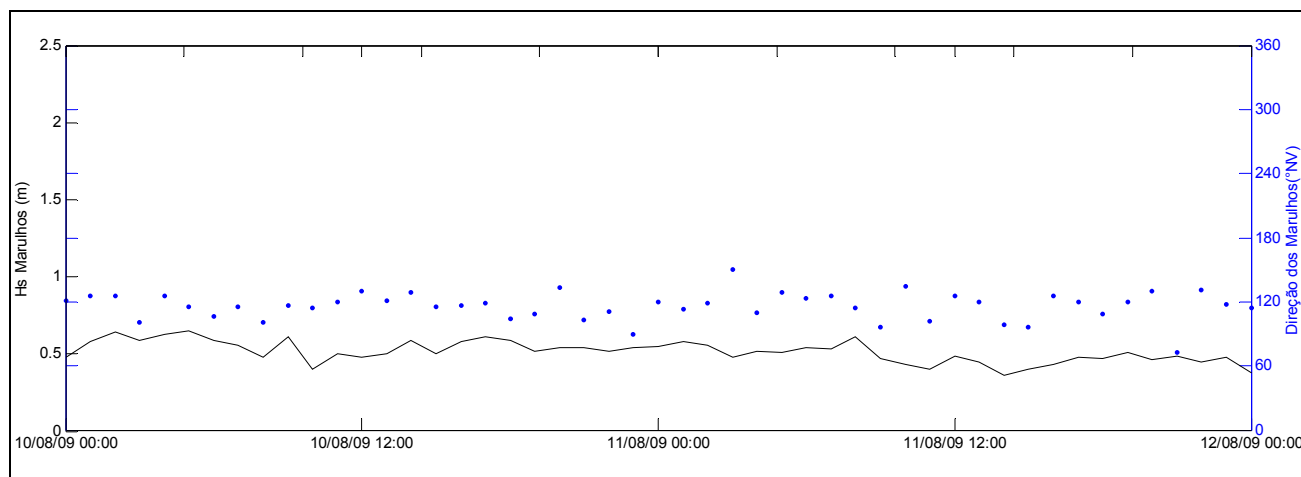


Figura 5.1.6.1 -79: Altura e direção dos marulhos - Estação S01 - Frente fria.

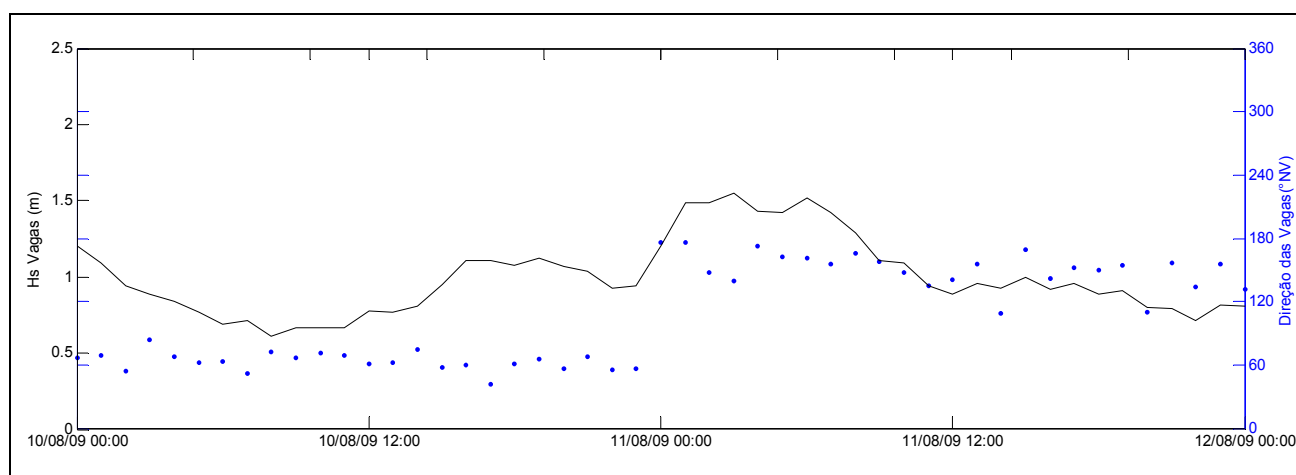


Figura 5.1.6.1 -80: Altura e direção das vagas - Estação S01 - Frente fria.

Como apresentado, os ventos desempenham um importante papel com relação às ondas e correntes. Embora os dados medidos não cubram um ano climático completo, os dados provenientes do UKMO fornecem as condições de vento e ondas para vários anos. Assim, foram construídas rosas de vento e ondas para avaliar a sazonalidade.

Analisando os ventos sazonalmente, na área marítima de Presidente Kennedy, observa-se uma predominância de ventos vindos do nordeste durante o ano inteiro. No período do verão quase não se observam ventos de Sul, estes são pouco frequentes e com baixa intensidade; já nas outras estações, os ventos do quadrante sul são observados com baixa frequência, no entanto, com intensidades maiores. A estação em que os ventos são mais distribuídos entre o quadrante sul e o nordeste é o Outono, estação esta na qual

foram observadas maiores ocorrências de ventos Sul. Durante os meses de primavera foram registradas as maiores intensidades de ventos do setor NE.

As rosas de onda apresentadas (Figura 5.1.6.1-82 e Figura 5.1.6.1-83) estão 50 km ao largo do empreendimento e ainda sofrerão os efeitos de propagação e deformação até sua chegada à linha costa, entretanto, indicam as variações de sazonalidade. Observa-se principalmente que os rumos das vagas concordam com o vento, e que em todas as estações o setor NE predomina. Os marulhos têm pouca alteração entre as estações, salientando-se a ocorrência de alturas maiores na estação invernal.

Desta análise, pode-se concluir através dos dados disponíveis que os efeitos de sazonalidade referentes aos ventos e ondas, em Presidente Kennedy, não são expressivos ao longo do ano.

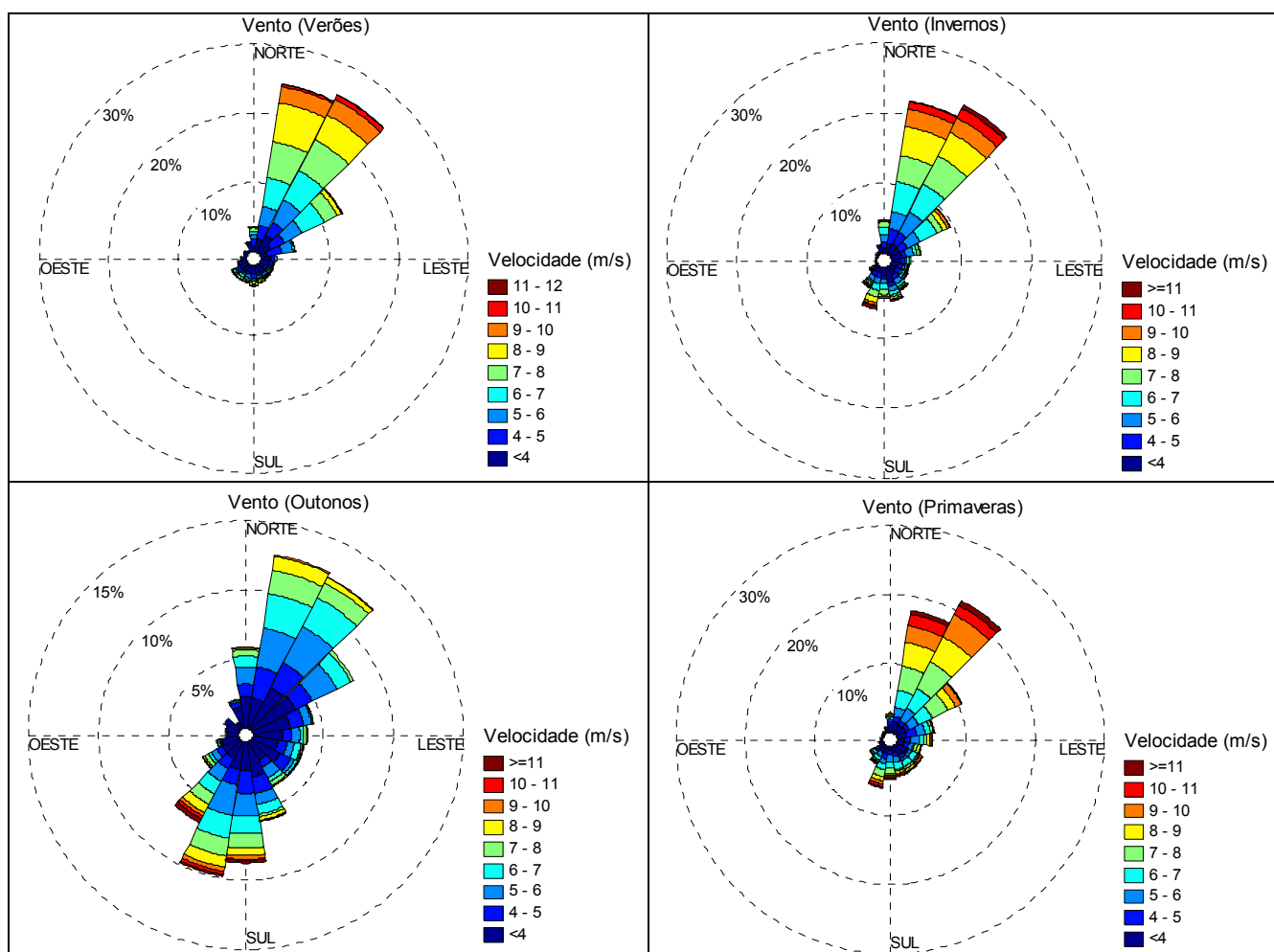


Figura 5.1.6.1 -81: Rosas de Vento - UKMO 2004 a 2009.



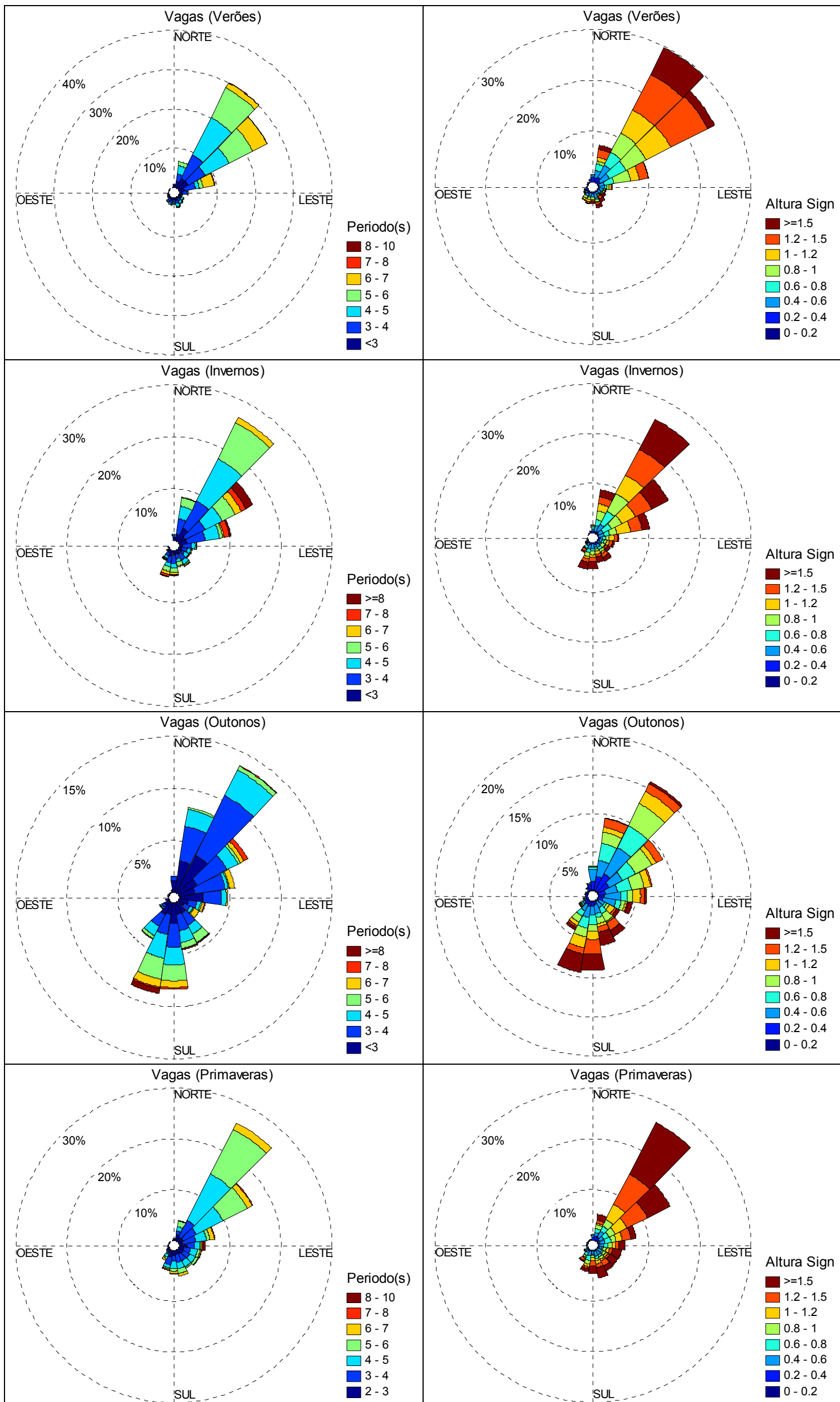


Figura 5.1.6.1 -82: Rosas de Onda - Vagas - UKMO 2004 a 2009.

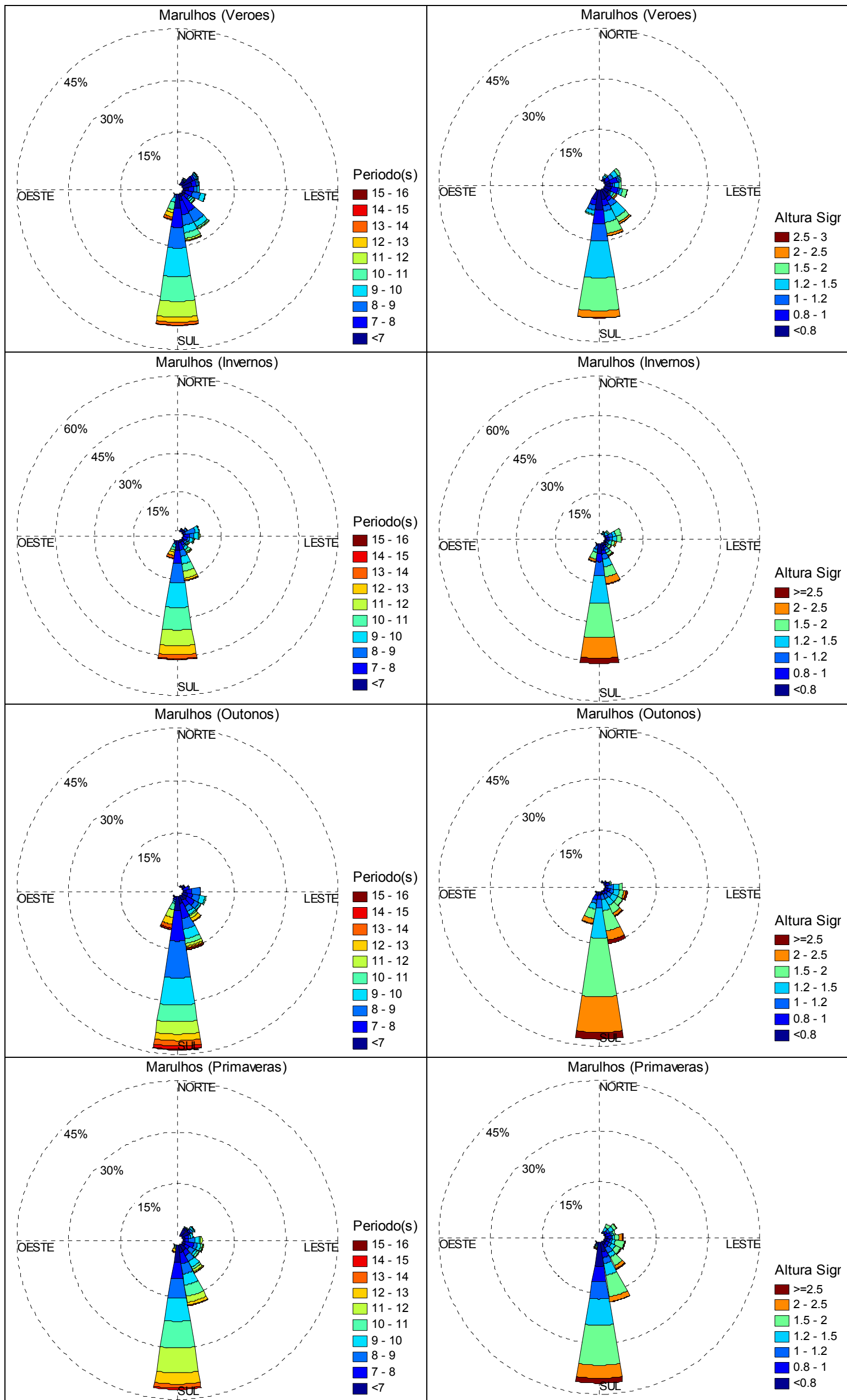


Figura 5.1.6.1 -83: Rosas de Onda - Marulhos - UKMO 2004 a 2009.

## 5.1.6.2 Evolução da linha de costa

### a) Introdução

O presente estudo teve como objetivo realizar uma avaliação do comportamento da linha de costa nas vizinhanças do futuro terminal portuário da Ferrous, município de Presidente Kennedy, localizado no litoral sul do Espírito Santo. Esta análise foi realizada para um intervalo de tempo de 38 anos, ou seja, entre 1970 e 2008, permitindo avaliar o comportamento da linha de costa na região antes da implantação do futuro terminal portuário.

### b) Metodologia

O mapeamento da posição da linha de costa foi realizado utilizando-se fotografias aéreas verticais e imagens de satélite da área de diferentes épocas. Os seguintes documentos fotográficos/imagens foram analisados:

- Fotos aéreas verticais pancromáticas para o ano de 1970.
- Fotos aéreas verticais coloridas para o ano de 1990.
- Imagem de satélite da DigitalGlobe® para o ano de 2003.
- Fotos aéreas verticais coloridas para o ano de 2008.

Todo o material fotográfico foi georreferenciado tomando como base as fotos aéreas ortorretificadas do ano de 2008, com tamanho de pixel 60x60 cm, na projeção UTM, datum SAD69.

Após o georreferenciamento, foi traçada a posição da linha de costa em todas as fotos. A linha de costa foi aqui considerada como a linha que marca o início da vegetação no pós-praia. Como já foi verificado em trabalhos anteriores o processo de georreferenciamento, principalmente de fotografias aéreas mais antigas, com as de 1970 e 1990, apresenta alguns problemas. Essas fotos mais antigas normalmente são fornecidas escanizadas a partir de cópias em papel, portanto mais sujeitas a deformações. Adicionalmente devido à

ocupação recente do litoral, é muito difícil identificar feições culturais comuns às fotos de 1970 e 1990 com as ortofotos de 2008 para efetuar o georreferenciamento, uma vez que em 1970 e 1990 a região era pouco ocupada. Finalmente, o elevado contraste das fotos de 1970 e 1990 não permitiu visualizar com clareza o início da vegetação no pós-praia, considerada neste estudo como a linha de costa. Nas ortofotos de 2008 este limite é bem nítido.

Os aspectos mencionados acima afetaram a acurácia do mapeamento da posição da linha de costa. Deste modo, como já verificado em outras ocasiões, para o intervalo de tempo estudado de 38 anos, avanços e recuos da linha de costa da ordem de uma a duas dezenas de metros estão dentro da faixa de erro desta análise. A comparação visual das fotos para os diferentes anos mostra, entretanto, que os resultados obtidos são bastante coerentes conforme discutido mais abaixo.

Após traçadas as posições da linha de costa, foi utilizado o aplicativo Digital Shoreline Analysis System (DSAS) versão 3.2, criado por E. Robert Thieler do Serviço Geológico Americano através do seu Programa de Geologia Marinha e Costeira (USGS – Open-File Report 2005-1304). O DSAS funciona como uma extensão para ser utilizada no ArcGis® v.9.0. Este aplicativo calcula os seguintes parâmetros estatísticos ao longo de transectos preestabelecidos, a partir das posições da linha de costa mapeadas:

- EPR = End Point Rate – é a razão da distância entre as posições mais antiga e mais recente ocupadas pela linha de costa, dividida pelo tempo transcorrido.
- LRR = Linear Regression Rate of Change – determinado pelo ajuste de uma curva de regressão a todos os pontos ocupados pela linha de costa ao longo de um determinado transecto.
- NSM = Net Shoreline Movement – é a distância entre a linha de costa mais antiga e a mais recente ao longo de um transecto.

Na presente análise foi escolhido um espaçamento entre os transectos de 100 m. Deste modo, um total de 183 transectos foi analisado (Figura 5.1.6.2-1). Os resultados são apresentados nas figuras 5.1.6.2-7 e 5.1.6.2-8.

- Comportamento da Linha de Costa durante os Últimos 38 anos

A observação das figuras 5.1.6.2-2 e 5.1.6.2-7 mostra que do ponto de vista do comportamento da linha de costa, ela pode ser subdividida em 04 segmentos (Figura 5.1.6.2- 2):

Setor 01 – corresponde às vizinhanças da desembocadura do rio Itabapoana – este setor é caracterizado por uma elevada variabilidade no comportamento da linha de costa, associado à dinâmica de migração para sul, ruptura e restabelecimento do pontal arenoso que bloqueia a embocadura deste rio (Figuras 5.1.6.2-2, 5.1.6.2-3 e 5.1.6.2-7). A Figura 5.1.6.2-3 mostra as dramáticas mudanças na morfologia da desembocadura deste rio para as quatro datas analisadas neste estudo.

Setor 2 – este setor apresentou nos últimos 38 anos uma tendência clara de progradação da linha de costa, em torno de 25-50 m. Neste trecho a linha de costa apresenta uma geometria ligeiramente côncava, formando um amplo arco praias que acompanha uma reentrância na batimetria submarina, claramente observável nas isóbatas. (Figuras 5.1.6.2-2, 5.1.6.2-4 e 5.1.6.2-7).

Setor 3 – neste trecho a linha de costa se manteve mais ou menos estacionária nos últimos 38 anos, apresentando uma variabilidade em torno de +/- 10m, que se situa dentro da faixa de erro. A comparação visual deste trecho nos 04 conjuntos de fotos utilizados mostra que a variação observada foi mínima. Neste trecho, a linha de costa apresenta uma geometria convexa com expressão também na porção submarina, que é bem mais rasa que nas vizinhanças, provavelmente representada por um fundo consolidado (Figuras 5.1.6.2-2, 5.1.6.2-5 e 5.1.6.2-7).



Setor 4 – neste trecho situado na extremidade norte da área de estudo, a linha de costa volta a apresentar um comportamento progradante, embora de magnitude inferior à do setor 2. Sua geometria forma também um arco praial ligeiramente côncavo (Figuras 5.1.6.2-2, 5.1.6.2-6 e 5.1.6.2-7).

A Figura 5.1.6.2-8 apresenta uma comparação entre a EPR e a LRR, ao longo da linha de costa. Os valores muito próximos destes dois parâmetros indicam que o comportamento da linha de costa apresenta um caráter muito uniforme nos últimos 38 anos, ou seja, o comportamento da linha de costa tem-se mantido bastante estável ao longo do tempo, pelo menos nos setores 2, 3 e 4.

### c) Conclusão

A análise aqui apresentada, baseada na comparação de fotografias aéreas para diferentes épocas, mostra um comportamento da linha de costa que se manteve uniforme durante as últimas 04 décadas. O comportamento verificado nos quatro setores sugere um transporte litorâneo resultante para Sul. Os setores 2 e 4 apresentam uma tendência à progradação, mais acentuada no setor 2, enquanto o setor 3 é caracterizado essencialmente por trânsito de sedimentos. É possível que as maiores taxas de progradação verificadas no setor 2 sejam favorecidas pela configuração da morfologia submarina que cria uma armadilha natural ajudando a reter os sedimentos.

O terminal portuário será implantado no setor 3, o qual apresenta uma batimetria mais favorável para a construção da ponte de acesso. Os resultados da modelagem, descritos no item 5.1.8, mostram que o impacto da implantação do terminal na hidrodinâmica local será de baixa magnitude, com mitigação da energia das ondas e alteração da intensidade das correntes na zona próxima ao quebra-mar, não sendo esperadas alterações significativas nas proximidades da ponte de acesso, uma vez que esta é uma estrutura vazada (sobre estacas). Assim, as principais alterações hidrodinâmicas, e que teriam impacto para alterar o transporte litorâneo de sedimentos, far-se-ão sentir distantes da costa, a cerca de 5 km, onde naturalmente as taxas de transporte são menores, dadas as maiores profundidades e menor influência das ondas no transporte de sedimentos. Desta forma, não são esperadas alterações no comportamento da linha de costa verificado nos últimos 38 anos.



Figura 5.1.6.2-1: Área de estudo mostrando a localização dos 183 transectos utilizados na análise com o DSAS. Os gráficos das figuras 5.1.6.27 e 5.1.6.28 mostram os vários parâmetros determinados ao longo desses transectos. Também representada encontra-se a localização da futura ponte de acesso do terminal portuário.



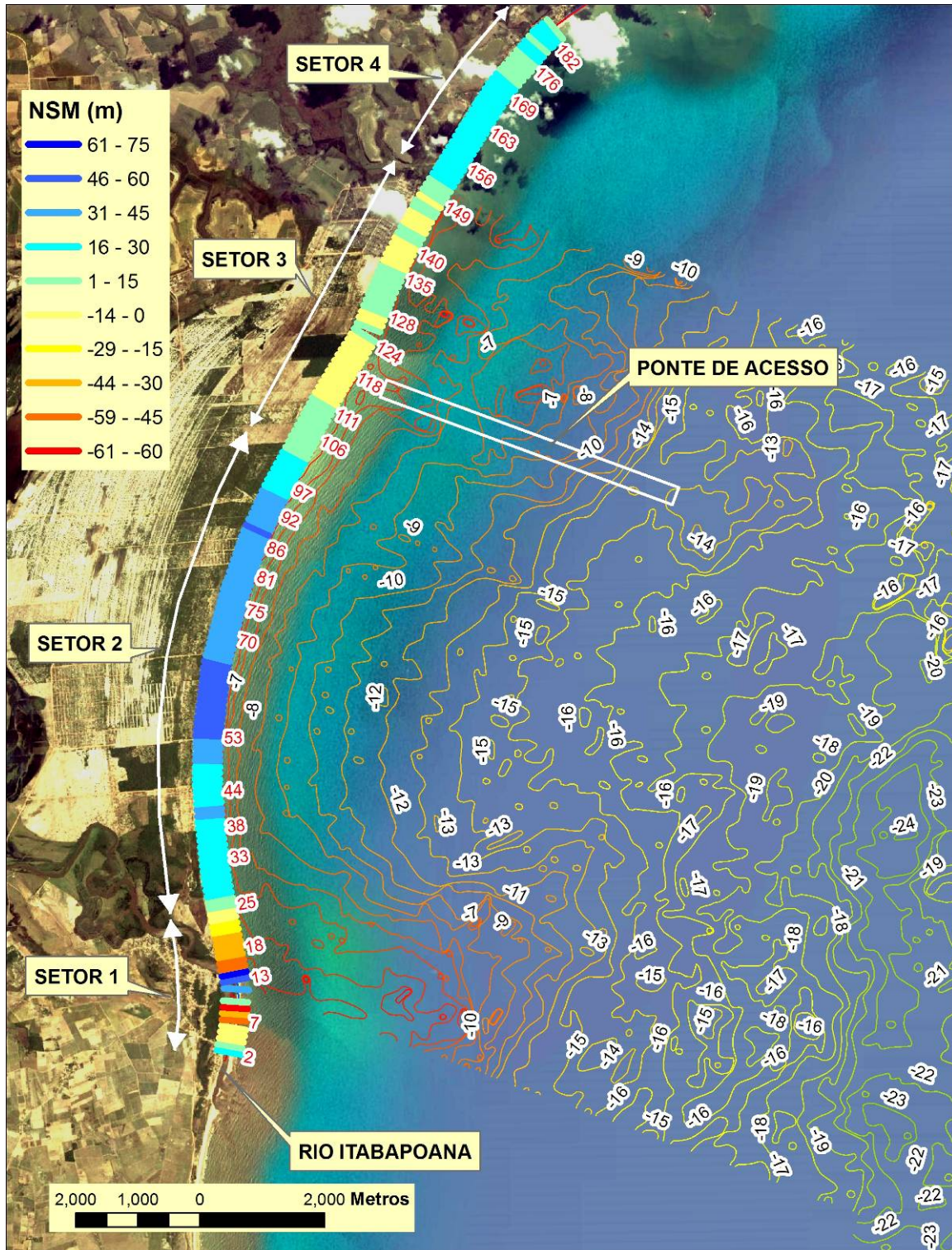


Figura 5.1.6.2-2: Distribuição espacial do parâmetro NSM (Net Shoreline Movement) determinado a partir da análise DSAS e que permitiu segmentar a linha de costa em 04 setores, discutidos no texto. Encontram-se ainda representados na figura a batimetria e a localização da ponte de acesso do futuro terminal portuário. Nesta representação espacial, faixas de variação do NSM foram representadas com cores diferentes (vide legenda).



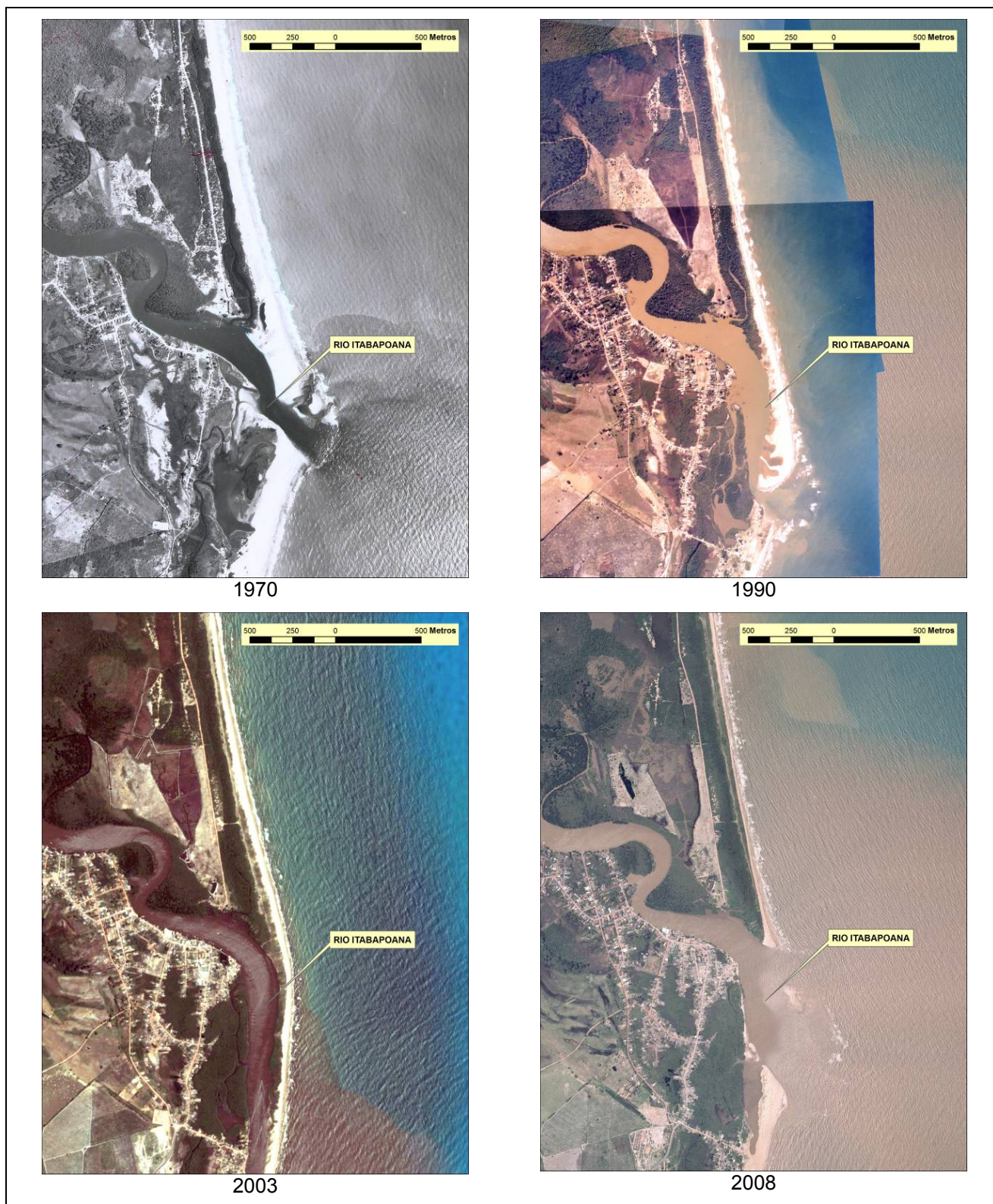


Figura 5.1.6.2-3: Setor 1 da linha de costa, correspondente às vizinhanças da desembocadura do rio Itabaipoana. Observar a grande variabilidade exibida pela morfologia do pontal arenoso (restinga) que parcialmente obstrui a sua desembocadura. Todas as fotos estão na mesma escala e representam a mesma área.



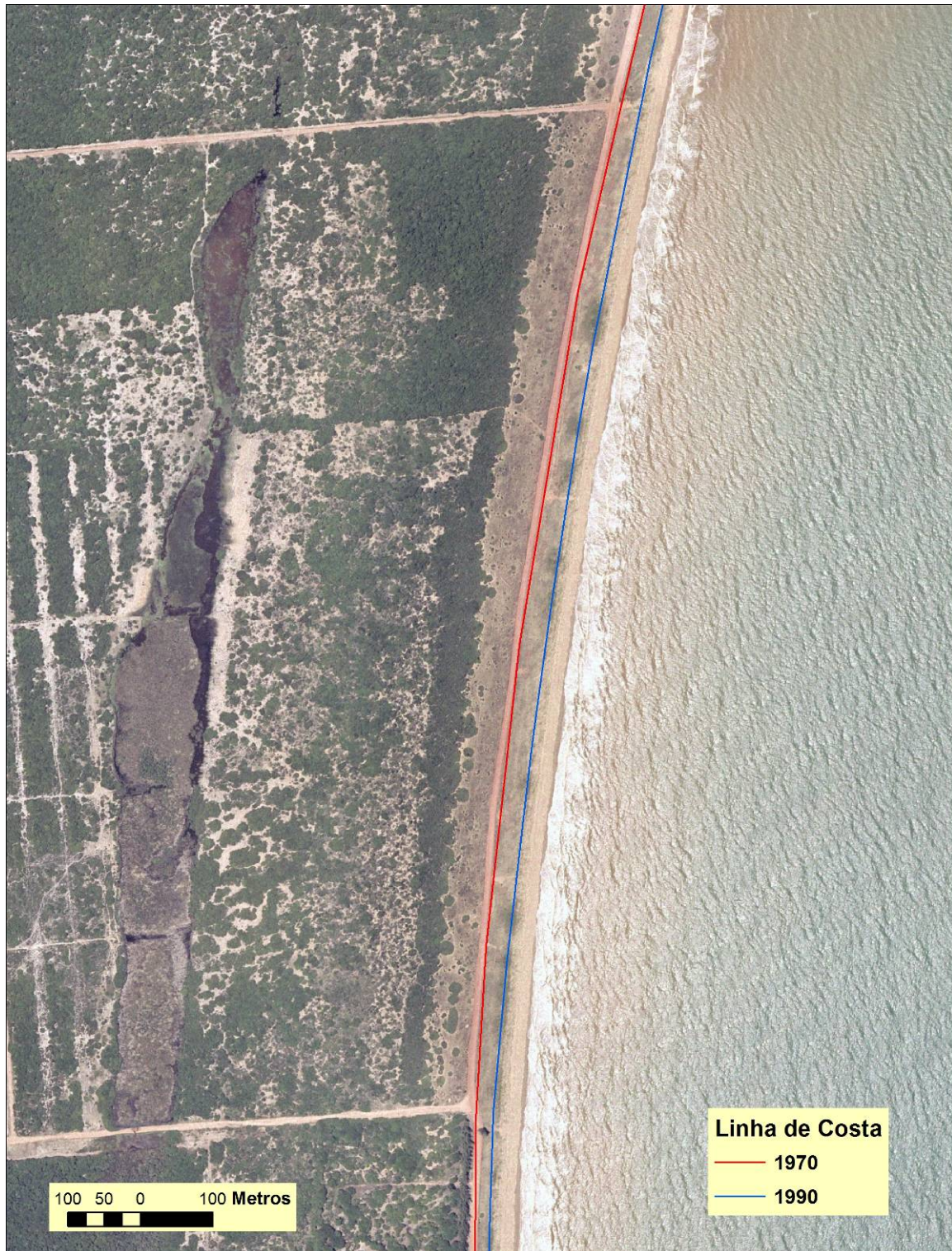


Figura 5.1.6.2-4: Imagem ilustrando parte do Setor 2 da linha de costa caracterizado por progradação da linha de costa (de até 50 m nos últimos 38 anos). Foram plotadas sobre a ortofoto de 2008 as linhas de costa de 1970 e 1990, para dar uma idéia da magnitude da progradação verificada. Observar o amplo terraço arenoso com vegetação de pequeno porte que bordeja a linha de costa, indicativo de progradação recente.



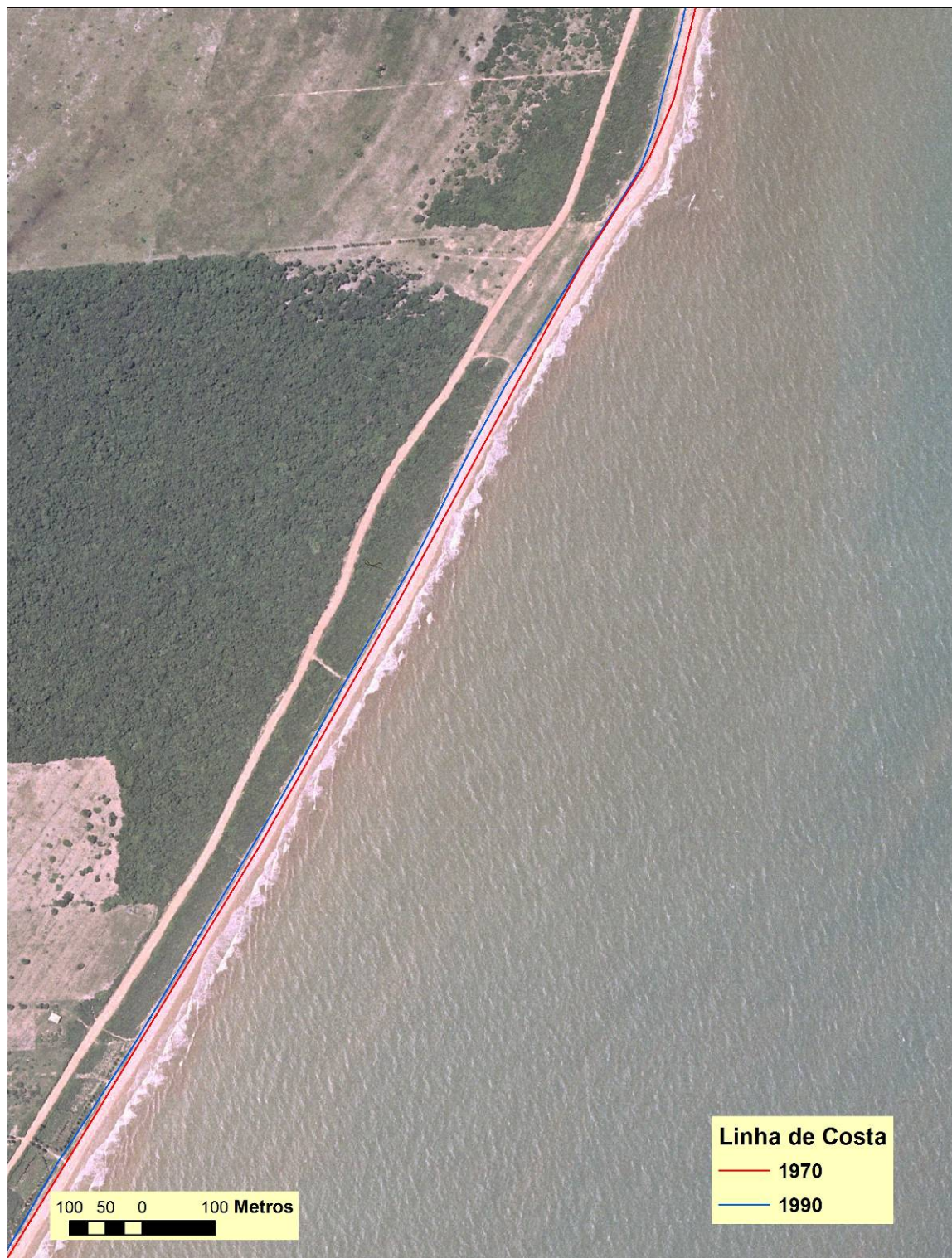


Figura 5.1.6.2-5: Trecho do Setor 3, onde a linha de costa apresenta-se aproximadamente estacionária. Observar que neste caso, diferentemente do verificado no Setor 2, não ocorre um terraço arenoso com vegetação rasteira bordejando a linha de costa, e a vegetação de maior porte encontra-se em contato direto com o pós-praia. Foram plotadas sobre a ortofoto de 2008 as linhas de costa de 1970 e 1990 para dar uma idéia do comportamento mais ou menos estacionário da linha de costa nesse trecho.





Figura 5.1.6.2-6: Trecho do Setor 4, caracterizado por progradação da linha de costa, embora de menor magnitude em comparação com aquela verificada no Setor 2. Foram plotadas sobre a ortofoto de 2008 as linhas de costa de 1970 e 1990 para dar uma idéia do comportamento progradante da linha de costa.

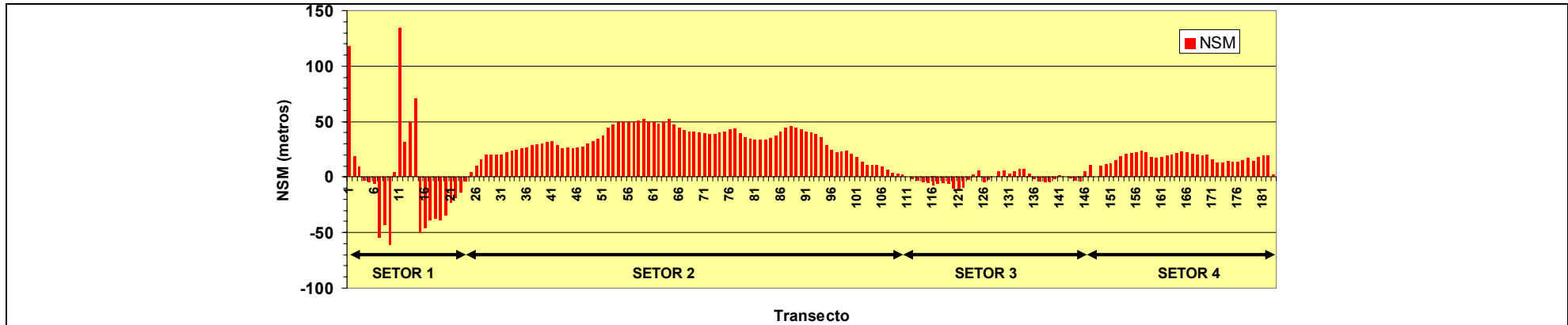


Figura 5.1.6.2-7: Distância entre a posição da linha de costa mais antiga (1970) e mais recente (2008) (Net Shoreline Movement), calculada para cada um dos transectos mostrados na figura 1. O futuro terminal portuário da Ferrous será instalado no Setor 3 aproximadamente em frente ao transecto 118.

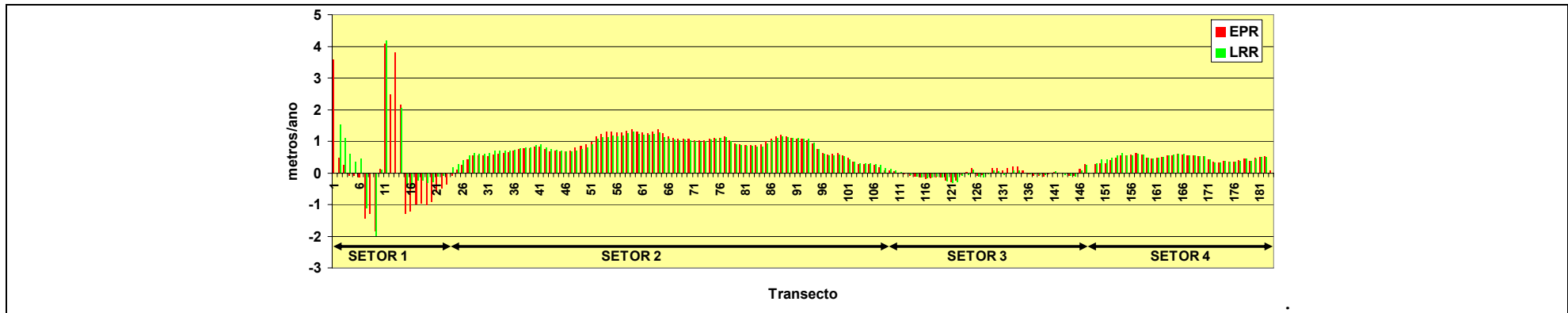


Figura 5.1.6.2-8: Parâmetros estatísticos calculados a partir dos traçados da linha de costa para diferentes anos, ao longo dos transectos mostrados na Figura 5.1.6.2-1. EPR = End Point Rate – é a razão da distância entre as posições mais antiga e mais recente ocupadas pela linha de costa, dividida pelo tempo transcorrido. LRR = Linear Regression Rate of Change – determinado pelo ajuste de uma curva de regressão a todos os pontos ocupados pela linha de costa ao longo de um determinado transecto. Observar que os valores muito próximos entre a EPR e a LRR indicam que o comportamento da linha de costa se manteve aproximadamente uniforme nos setores 2, 3 e 4 ao longo dos últimos 38 anos.



### 5.1.6.3 Levantamento batimétrico, sísmico e sonográfico

Entre os períodos de 19/06/2009 a 25/06/2009 e 21/08/2009 a 29/08/2009, na plataforma continental ao largo do município de Presidente Kennedy a empresa MICROARS realizou, a serviço da Ferrous, o levantamento batimétrico, sísmico e sonográfico com vistas a caracterizar o assoalho marinho na área de influência do empreendimento. Detalhes dos levantamentos podem ser obtidos no Anexo 04 deste EIA, sendo apresentada a seguir uma síntese dos principais resultados obtidos.

Os levantamentos foram realizados sob as autorizações N<sup>o</sup> 103/2009 e N<sup>o</sup> 222/2009, expedidas pelo Centro de Hidrografia da Marinha – CHM, cumprindo o que determina as instruções técnicas e normativas dessa instituição.

O objetivo principal destes levantamentos foi subsidiar tomada de decisão para a escolha de trechos adequados para a disposição de futuras instalações do terminal portuário, bem como o diagnóstico ambiental deste EIA.

#### a) Características geológicas da área de estudo

A área de estudo localiza-se no litoral de Presidente Kennedy, extremo sul do estado do Espírito Santo, a cerca de 10 km ao norte da foz do rio Itabapoana. O litoral adjacente à área de estudo é caracterizado por uma planície costeira quaternária associada ao rio Itabapoana, com sucessão de cordões arenosos holocênicos que sugerem progradação, ou seja, avanço da linha de costa sobre o oceano. Imediatamente ao norte e ao sul observam-se falésias da Formação Barreiras.

Em porções proximais da plataforma interna, podem ser encontrados terraços de abrasão marinha associados a estratos submersos da Formação Barreiras com aglutinação ferruginosa, resistentes aos processos de erosão durante eventos transgressivos (elevações do nível relativo do mar) após o Plioceno. Nesse período do final do Terciário essa formação foi depositada na forma de leques aluviais coalescentes a partir das encostas pré-cambrianas (MARTIN *et al.* 1997). Na área emersa costeira, as falésias

representam o nível máximo de solapamento provocado pelas transgressões marinhas desde a deposição desses leques aluviais.

As concreções ferruginosas (Figura 5.1.6.3-1), encontradas atualmente na zona submersa, são formadas por sedimentos que passaram por laterização em camadas ao nível do lençol freático, sofrendo lixiviação e precipitação de óxidos de ferro (TOLEDO *et al.* 2000). Durante o processo erosivo desses depósitos, a matriz fina e inconsolidada é eliminada, restando somente as concreções mais resistentes, de formas tridimensionais e disposição errática. Diferentemente do embasamento rochoso cristalino (Pré-cambriano) essas litologias não são contínuas em subsuperfície, ocorrendo somente até certa profundidade, apoiadas sobre depósitos sedimentares no arcabouço estratigráfico.

Na plataforma continental do Espírito Santo, esse tipo de formação rígida serve como substrato para a fixação e crescimento de organismos produtores carbonáticos, como crostas de algas calcárias e briozoários, tornando-se a principal fonte de sedimentos na zona submersa, como relata ALBINO (1999), para o setor centro-norte do estado.

A contribuição terrígena na sedimentação da plataforma continental se mostra com importância secundária e bastante contida junto à costa devido ao incipiente desenvolvimento da rede de drenagem continental. A presença de algas calcárias em depósitos independentes é notória no estado, sobretudo no extremo sul, como relatado para a plataforma continental ao largo de Itapemirim. O retrabalhamento dos biodetritos largamente disseminados culmina com a presença da fração carbonática até mesmo na fração mais fina dos sedimentos, na forma de areias, margas e vasas calcárias.



Figura 5.1.6.3-1: Trecho da costa capixaba marcada pelo baixo desenvolvimento das planícies costeiras ao sopé de falésias vivas da Formação Barreiras e a ocorrência de cangas lateríticas aflorantes no ambiente praial. Exemplo da Praia dos Cações, em Marataízes (em Agosto de 2000), localizado ao norte da área de estudo. Fonte: Albino *et al.* (2006).

## b) Metodologia

Detalhes dos procedimentos adotados para realização dos levantamentos e processamento dos dados são apresentados no Anexo 04. As figuras 5.1.6.3-2 e 5.1.6.3-3 evidenciam as áreas sondadas pela MICROARS, inicialmente em caráter de reconhecimento geral da plataforma continental interna ao largo da planície quaternária do rio Itabapoana e, posteriormente, para detalhamento das áreas preconizadas para a instalação da ponte de acesso, quebra-mar, bacia e canal de navegação.



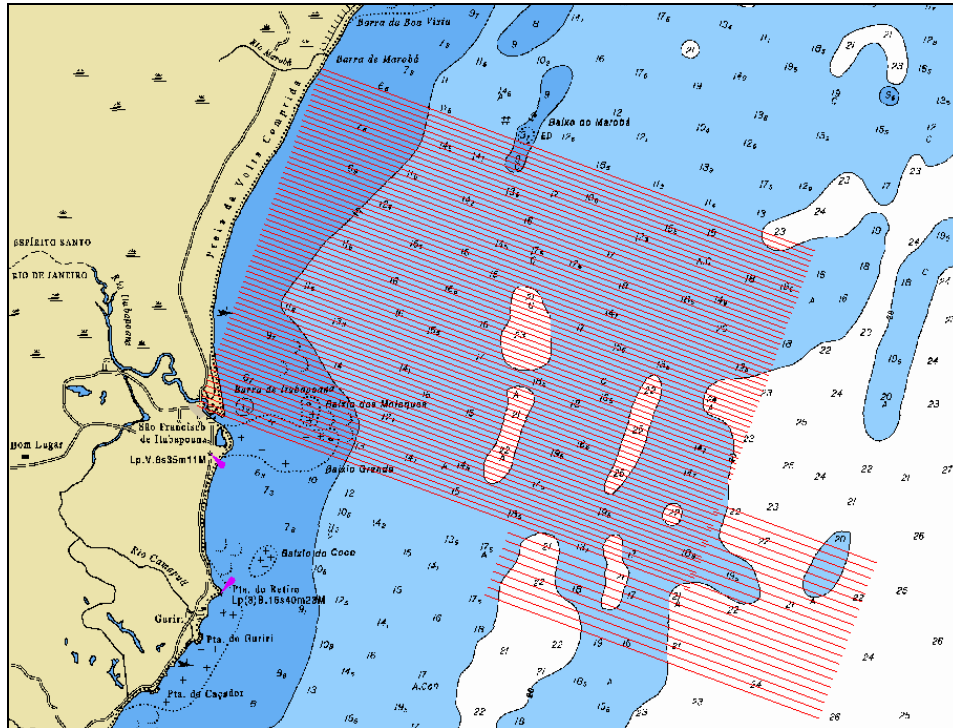


Figura 5.1.6.3-2: Mapa mostrando as linhas de aquisição batimétrica sobre a carta náutica nº 1403, referentes aos levantamentos de reconhecimento preliminar da plataforma continental interna ao largo da planície quaternária do rio Itabapoana (Coordenadas em UTM, Datum WGS-84). Fonte: MICROARS.

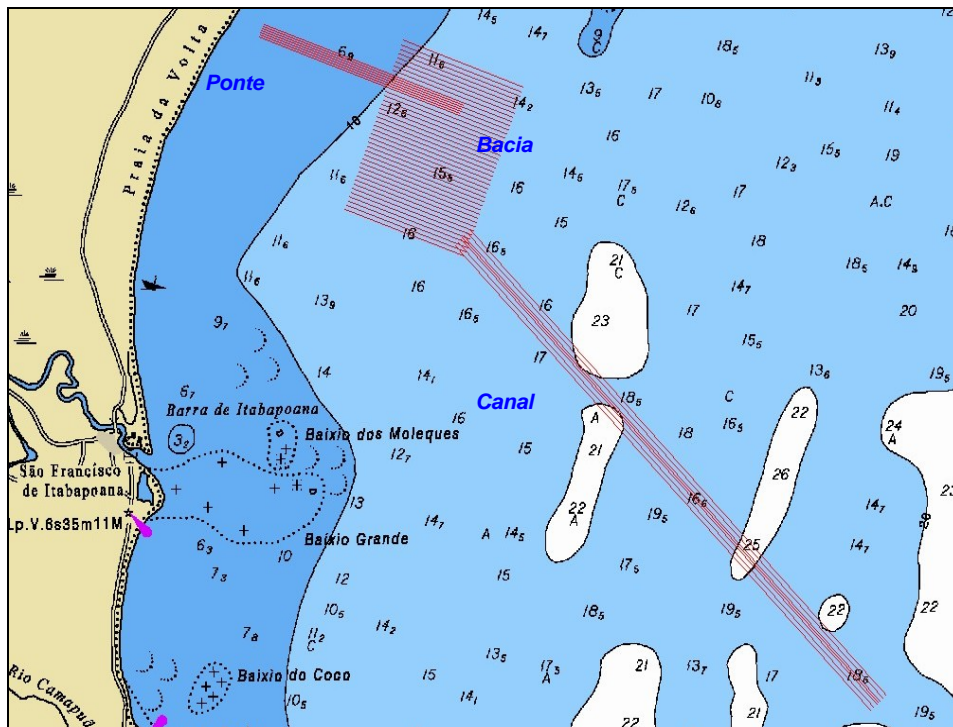


Figura 5.1.6.3-3: Programação das linhas do levantamento sismobatimétrico e sonográfico nas áreas referentes à ponte, bacia de manobras e canal de navegação, sobre a carta náutica 1403 da DHN. Fonte: MICROARS.

### c) Resultados e conclusões

A interpretação dos dados sísmicos permitiu modelar uma paleossuperfície de topografia bastante variável, provavelmente relacionada a eventos erosivos, em uma fase em que a plataforma continental encontrava-se exposta subaereamente, com nível de mar mais baixo que o atual.

Essa superfície encontrava-se dissecada por uma série de canalizações, identificadas no contexto atual em subsuperfície. Exibem diferentes situações de preenchimento, como o resultado dos processos de remobilização e agradação sedimentar durante a subida do nível do mar (transgressão) e dos aportes sedimentares atuais, terrígenos ou biodetríticos, instalados em condições de nível do mar alto.

Canais notadamente mais profundos foram identificados em três localidades principais: no setor central da ponte de acesso, a NE da bacia de evolução e no setor próximo ao fim do canal de acesso. Esses canais encontram-se preenchidos, com exceção do canal localizado no canal de acesso, que ainda possui expressão batimétrica no fundo local. Nesse último caso, os domínios da canalização estabeleceram uma estreita relação com o padrão sonográfico de baixa reflexão homogênea (BH), representando a ocorrência de sedimentos de textura fina que encontram condições para serem trapeados e acumulados nessa feição depressionada.

Horizontes de alta impedância acústica foram observados aflorando e em subsuperfície no setor da ponte (Figura 5.1.6.3-4) e bacia de evolução mais proximal à costa (Figura 5.1.6.3-5). Na superfície do fundo marinho esta assinatura sísmica correlaciona-se com o padrão sonográfico de alta reflexão heterogênea, representando rugosidades formadas por concreções ferruginosas (lateritas) remanescentes dos depósitos continentais da Formação Barreiras, comumente observada nesta região da costa capixaba. É importante reiterar que diferentemente do embasamento rochoso cristalino (Pré-cambriano), essas

litologias não são contínuas em subsuperfície, ocorrendo somente até certa profundidade, apoiadas sobre os depósitos sedimentares subjacentes.

Para futuras obras de engenharia considera-se a inexistência de rochas cristalinas acima do refletor acústico “*Paleossuperfície de erosão*” nas áreas de intervenção marinhas do empreendimento, contudo, é sabido que em áreas vizinhas esses afloramentos são bastante comuns.

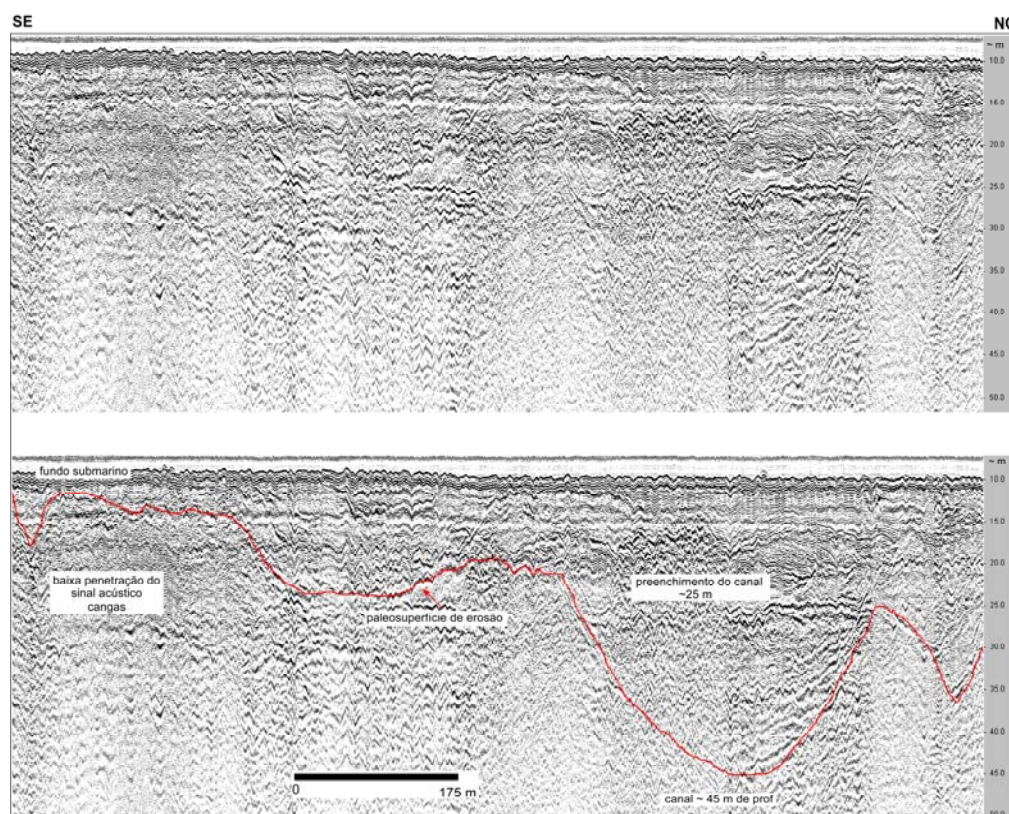


Figura 5.1.6.3-4: Sismograma que ilustra a baixa permeabilidade acústica no setor noroeste da ponte de acesso, indicando a presença de cangas lateríticas. Pode-se observar ainda a presença de um canal de profundidade significativa, completamente colmatado. Fonte: MICROARS



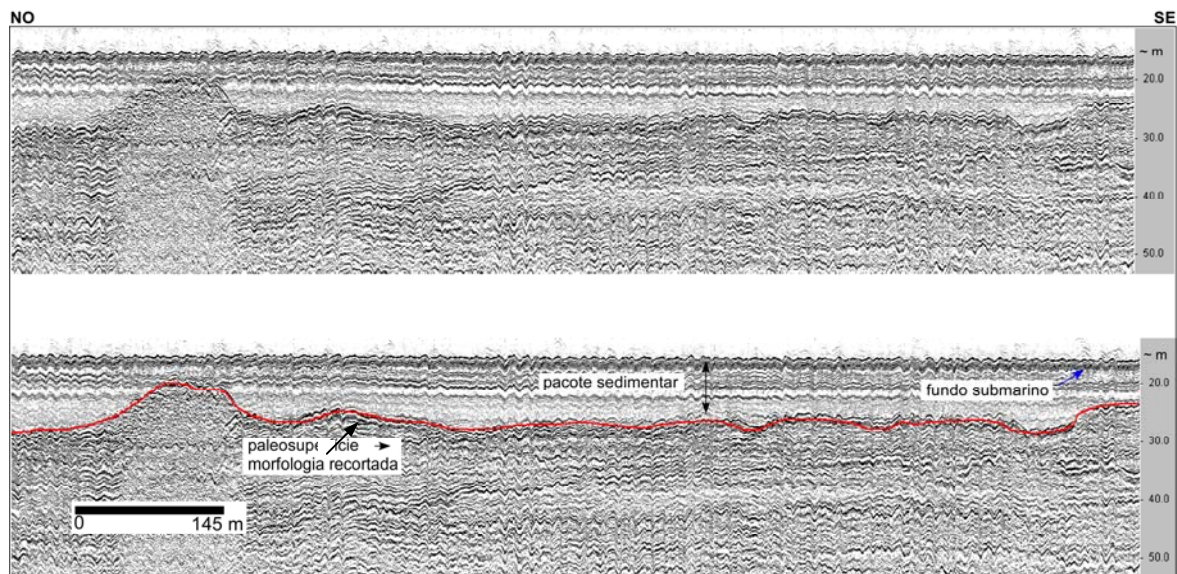


Figura 5.1.6.3-5: Sismograma que mostra o contato entre a paleossuperfície de erosão mapeada e o pacote sedimentar depositado sobre a mesma. Fonte: MICROARS

Quanto à textura dos sedimentos de fundo, os levantamentos demonstraram que a plataforma continental de Presidente Kennedy é composta por sedimentos superficiais de textura predominantemente arenosa, com pequenos trechos cobertos com lama, havendo registros de afloramentos lateríticos em pontos da plataforma continental, contudo, tais afloramentos são mais comuns nas regiões próximas da costa, estando soterrados nas partes mais distais da plataforma. Destaca-se ainda a ocorrência de sedimentos cascalhosos biodetríticos, muitas vezes as formas livres de algas calcárias (rodólitos – ver Figura 5.1.6.3-6), muito comuns na plataforma capixaba, não tendo sido identificados bancos de algas e recifes de corais na região.

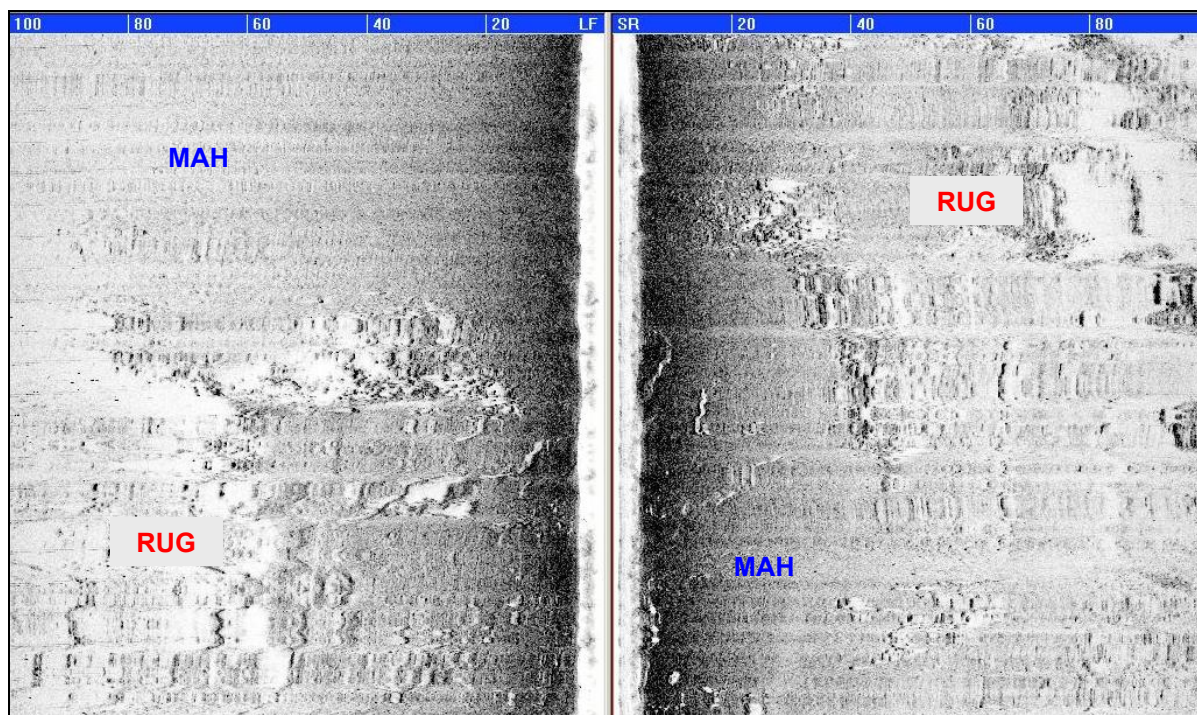


Figura 5.1.6.3-6: Registro sonográfico associado a rugosidades (RUG), formado por cascalhos biodetríticos ou mesmo rodolitos, em contato com o padrão de médias a altas reflexões homogêneas (MAH). Escala em metros. Fonte: MICROARS.

De modo a caracterizar o tipo de sedimento superficial na área de dragagem, elaborou-se mapa com o percentual de lama (Figura 5.1.6.3-7) detectado nas amostras obtidas pela MICROARS, bem como amostras coletadas pela CEPEMAR com intuito de realizar a caracterização do material dragado (ver item 5.1.7-2). O mapa evidencia que do total de amostras analisadas (n = 59, 100%) apenas 02 (3%) apresentam teores de lama entre 25 e 50% e outras 04 (7%) apresentam teores acima de 50%; portanto, cerca de 90% das amostras apresentam teores de lama muito baixos (em média 10%).

As lamas estão situadas nas proximidades do futuro quebra-mar e bacia de evolução, onde depressões no assoalho marinho, devidamente detectadas na sísmica executada por MICROARS, acumulam sedimentos finos. Em direção mar afora, a tendência é uma cobertura sedimentar composta por sedimentos arenosos.



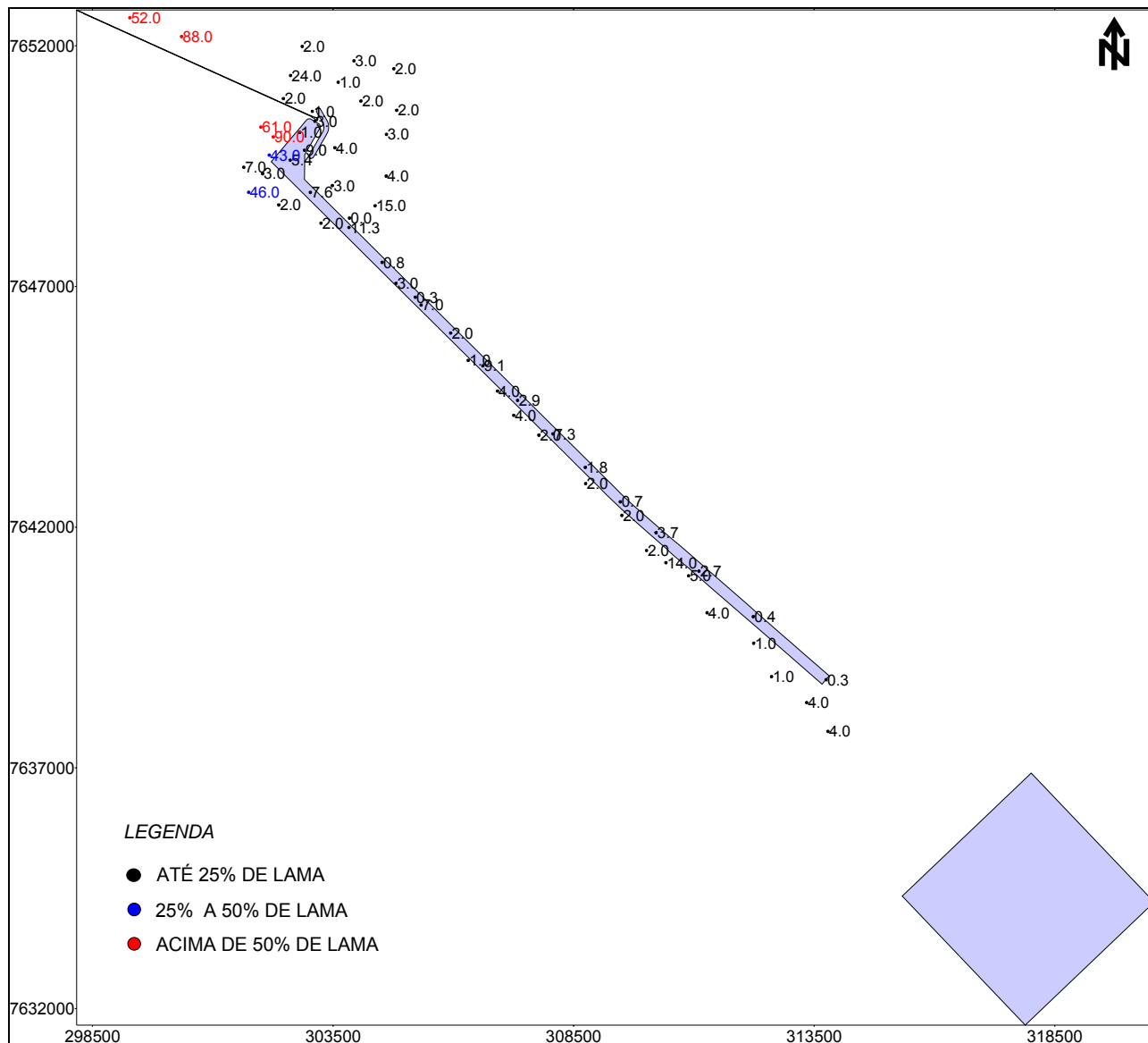


Figura 5.1.6.3-7: Mapa de distribuição dos percentuais de lama.

Um mapa com mais detalhamento do percentual de areia nas amostras da MICROARS e CEPEMAR é apresentado na Figura 5.1.6.3-8, facilitando a visualização da distribuição dos sedimentos de fundo na área de dragagem.

A Figura 5.1.6.3-9 apresenta mapa batimétrico local, com identificação das áreas a serem dragadas. A análise da referida figura, a qual se encontra também no Anexo 02, evidencia que os trechos de dragagem com menor profundidade encontram-se nas proximidades da bacia de evolução onde as profundidades giram próximo a 14 metros. Em contrapartida, na parte terminal do canal, são observados os trechos de dragagem mais profundos.

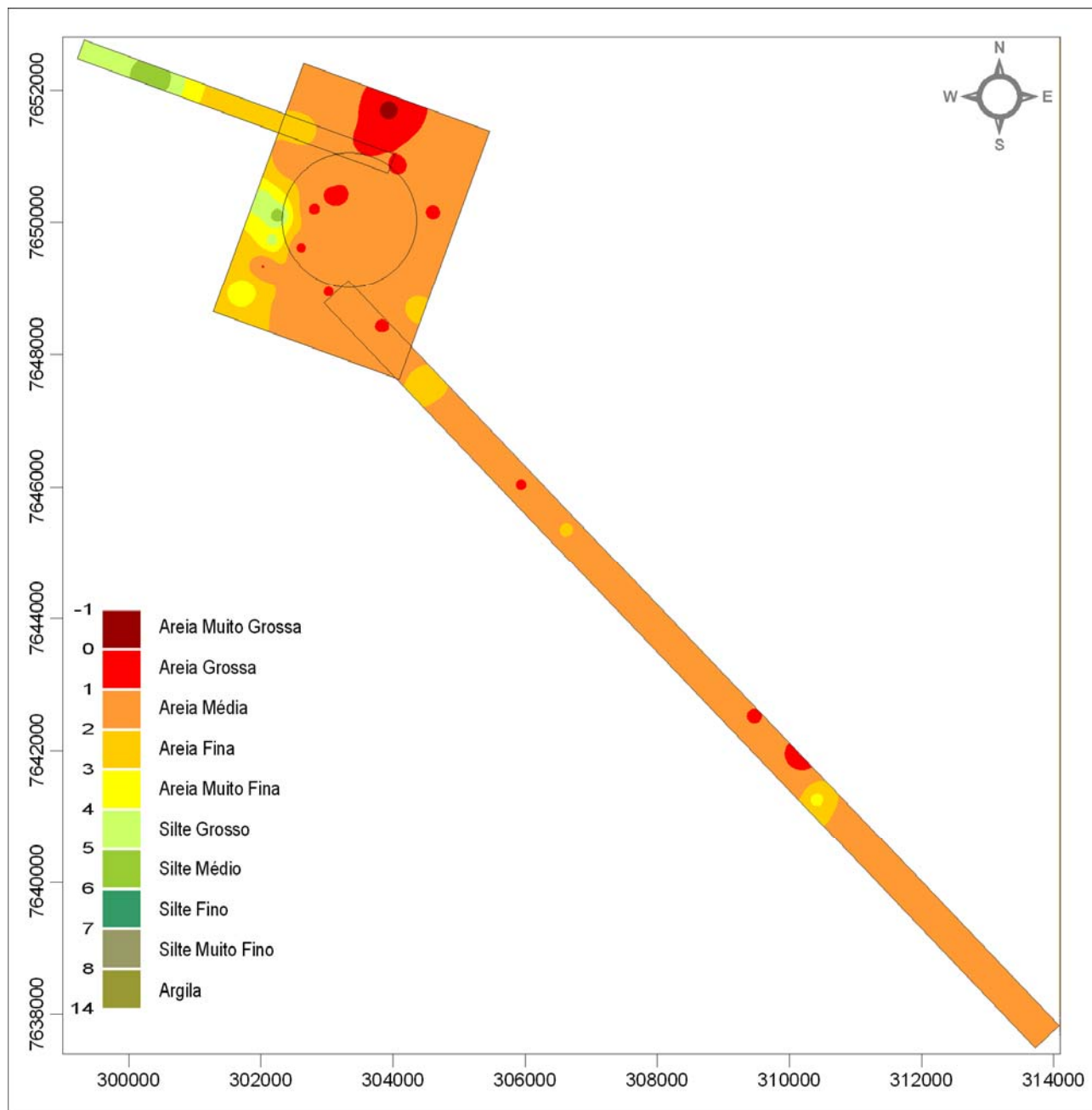
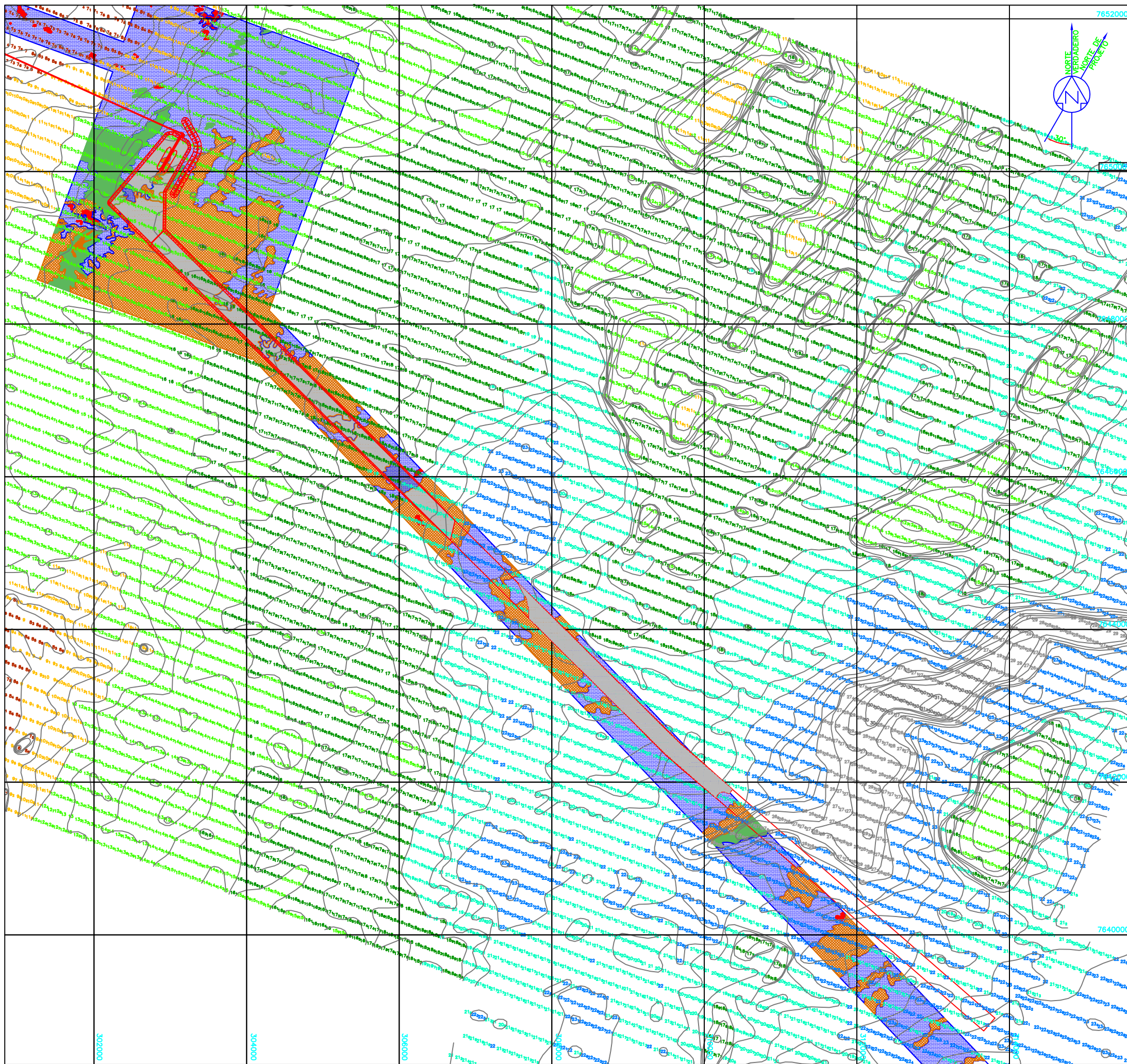


Figura 5.1.6.3-8: Mapa de distribuição dos percentuais de areia.





**DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

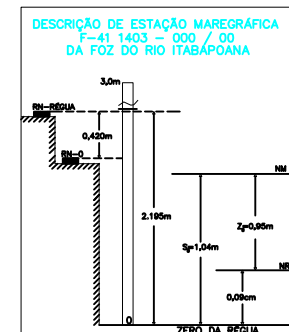
- 1 - LEVANTAMENTOS SISMOBATIMÉTRICOS E SONOGRÁFICOS - MICROARS DES. No. 1081-00 E 1085-00.
- 2 - CARTA NÁUTICA No. 1400, 1402, 1403 E 2300 - DHN - MARINHA DO BRASIL.
- 3 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DES. No. FERROUS PK+GERAL+A-C-2000 PRELIMINAR WGS84+BATIMETRIA PRELIMINAR.

**NOTAS**

- 1 - ELEVAÇÕES E COORDENADAS EM METRO, SALVO INDICAÇÃO EM CONTRÁRIO.
- 2 - POSICIONAMENTO SUBMÉTRICO - GPS MODO DIFERENCIAL EM TEMPO REAL.
- 3 - PROJEÇÃO PLANA, COORDENADA UTM DATUM WGS-84 - MC=39°W.
- 4 - PERÍODO DO LEVANTAMENTO: 26/03/09 A 22/04/09, 12/05/09 A 15/05/09 E 27/08/09 29/08/09.
- 5 - CONTOURO TOPOGRÁFICO APROXIMADO FORNECIDO PELO CLIENTE.
- 6 - LEVANTAMENTO EXECUTADO SOB A AUTORIZAÇÃO N° 103/2009 DO CHM.
- 7 - PROFUNDIDADES REDUZIDAS AO NR DA DHN.
- 8 - PADRÕES SONOGRÁFICOS E FACIOLÓGICOS CONFORME DES. MICROARS N°1081-00.
- 9 - ÁREA A SER DRAGADA 2.674.000 m<sup>2</sup>.

**LEGENDA**

- 6. PROFUNDIDADE DE 05,00m A 08,99m
- 9. PROFUNDIDADE DE 09,00m A 11,99m
- 12. PROFUNDIDADE DE 12,00m A 15,99m
- 17. PROFUNDIDADE DE 16,00m A 18,99m
- 20. PROFUNDIDADE DE 19,00m A 21,99m
- 24. PROFUNDIDADE DE 22,00m A 25,99m
- 27. PROFUNDIDADE DE 26,00m A 29,99m
- 30. PROFUNDIDADE DE 30,00m A 31,99m
- ÁREA A SER DRAGADA
- PADRÃO DE ALTA REFLEXÃO HETEROGÊNEA - ASSOCIADO A RUGOSIDADES
  - AFLORAMENTOS ROCHOSOS LATERÍTICOS (CONCREÇÕES FERRUGINOSAS); SUBSTRATOS RÍGIDOS COM DESENVOLVIMENTO DE ALGAS CALCÁRIAS E OUTROS ORGANISMOS BENTÔNICOS
- PADRÃO DE MÉDIAS A ALTAS - REFLEXÕES HOMOGÊNEAS
  - AREIAS MÉDIAS A GROSSAS LITOLÓGICAS; (PRESEÇA ACESSÓRIA DE RODOLITOS E FRAGMENTOS CASCALHOSOS VIVOS/RETRABALHADOS DE ALGAS CALCÁRIAS)
  - RODOLITOS E FRAGMENTOS CASCALHOSOS (VIVOS/RETRABALHADOS DE ALGAS CALCÁRIAS)
- PADRÃO DE ALTAS E BAIXAS - REFLEXÕES ALTERNADAS (MANCHAS ARENOSAS)
  - AREIAS MÉDIAS LITOLÓGICAS
- PADRÃO DE BAIXA REFLEXÃO HOMOGÊNEA
  - LAMAS COM LENTES DE MATÉRIA ORGÂNICA
  - AREIAS MUITO FINAS LAMOSAS (PREENCHIMENTO SUPERFICIAL DE CANALIZAÇÕES)



00	B	EMISSÃO INICIAL	DESCRIÇÃO	12/11/09	E.O.S.	E.O.S.	L.O.S.	RSS
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)
(A) PRELIMINAR	(B) PARA APROVAÇÃO	(C) PARA COMEÇAMENTO	(D) PARA COTAÇÃO	(E) PARA CONSTRUÇÃO	(F) CONFORME COMPRADO	(G) CANCELADO	(H) CONFORME CONSTRUÍDO	(I) CANCELADO

AS INFORMAÇÕES DESTA DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA FERROUS RESOURCE DO BRASIL, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

LOCAL: **PRESIDENTE KENNEDY**

PROJETO: **PORTO TERMINAL KENNEDY**

ÁREA/SUBÁREA: **0120**

**FERROUS** **Sandwell**

ENGENHARIA CONCEITUAL  
LEVANTAMENTO SONOGRÁFICO E SISMOBATIMÉTRICO  
OFF SHORE

342028-A200-AJ50003 ESCALA: 1:25000 FOLHA: 01 de 01  
PTK-C-0120-B-DEA-SDW-0003 REV: 00



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

#### 5.1.7.1 Dragagem e Descarte

Detalhes sobre os procedimentos de dragagem já foram apresentados anteriormente (ver itens 2.4.3.1 e 2.4.3.2). De modo resumido, comenta-se que o canal de acesso possuirá 15 km de extensão e deverá ser dragado para 21,5 m na primeira etapa de 25Mtpa e para 23 m na segunda etapa de aproximadamente 50Mtpa, com largura de 225m, conforme pode ser visto no desenho PTK-C-0120-B-DEA-SDW-0002 apresentado no Anexo 02.

O volume dragado para o canal, bacia de evolução e canal na primeira fase é de aproximadamente 10.470.000m<sup>3</sup>; e na segunda etapa, deverá ser dragado um volume adicional de 542.0000m<sup>3</sup>. A Figura 2.4.3-1 apresenta as áreas a serem dragadas.

Para as estimativas adotou-se uma distância média de transporte até o bota-fora de 12km, sendo o trabalho executado por uma draga do tipo Hopper. Apresentam-se abaixo a descrição do equipamento a ser utilizado para dragagem e as características da operação.

- Tipo de draga: Hopper
- Capacidade operacional: 13.000 m<sup>3</sup>
- Calado: 9 metros
- Potência: 24.000hp
- Velocidade média: 14 nós
- Ciclo operacional: 2,78h
- Período de operação: 360 dias/ano

Quanto à escolha da área de deposição do material dragado, foram considerados os seguintes aspectos:

- Menor distância possível do "centro de gravidade" do material a ser dragado.
- Local que não possibilite retorno de material à área dragada.
- Local que não interfira na navegação.
- Sensibilidade ambiental.

A análise da hidrodinâmica e do transporte litorâneo indica que os sedimentos despejados na área de descarte deverão ter maior dispersão voltada para a direção SW, uma vez que ao largo de Presidente Kennedy as correntes têm direção principal neste sentido, tal como atestam os estudos de evolução morfológica da costa e de modelagem (descrito a seguir). Assim, considerando-se que a área de descarte deve ser localizada de tal forma que se minimize o retorno de material para o canal dragado, as informações disponíveis indicaram que o descarte deveria ser posicionado ao lado S do canal dragado.

A supracitada indicação seria importante caso a área de descarte tivesse que estar posicionada a uma distância da costa menor que a da extremidade final do canal de acesso. Nesse caso, o sedimento do descarte poderia ser cooptado pelas correntes e aprisionado na cava do canal. Porém, no caso de uma área de descarte localizada mais ao largo e em área mais profunda, tal como aqui definido, o fato de estar mais ao N ou S do canal não é tão significativo.

A maior parte de material a ser dragado concentra-se na bacia de evolução e metade final do canal de acesso. Em termos econômicos, a recomendação seria de uma área situada ao S do canal, em uma profundidade de aproximadamente 17 metros. Contudo, devido à necessidade de que o material não retorne ao canal, adotou-se a restrição de uma profundidade superior a 25 m para a área de descarte, de modo a: 1) evitar a remobilização do material por ondas de tempestade oriundas de S-SE e conseqüente deposição no canal; 2) não afetar a navegação, já que com a disposição de material em alto mar é esperada a formação de uma feição de fundo no local de descarte. Assim, de



forma conservativa, adotou-se o limite de 25 metros, pois mesmo com a redução das profundidades locais isto teria baixa probabilidade de afetar os navios que irão fazer uso do terminal.

A área de descarte 01 proposta (Figura 5.1.7.1-1) é formada por polígono com as seguintes coordenadas:

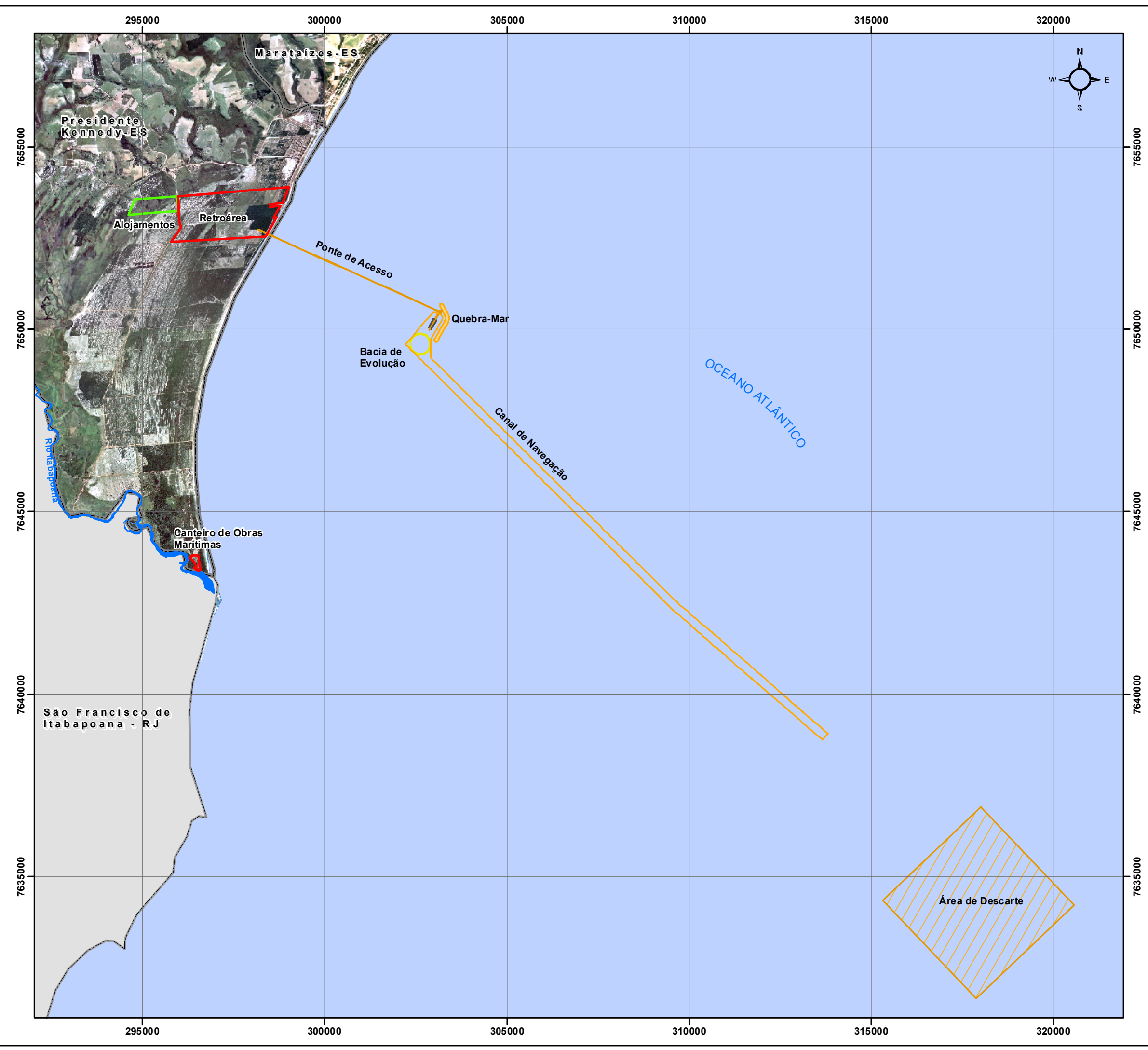
E=318.009 N=7.636.892

E=320.566 N=7.634.211

E=317.885 N=7.631.655

E=315.329 N=7.634.335

Quanto à sensibilidade ambiental, os levantamentos geofísicos realizados não permitiram a a caracterização da área, portanto, não há informações suficientes sobre o tipo de fundo na área de descarte. No entanto, levantamentos para o diagnóstico do meio biótico, especificamente para a ictiofauna, demonstraram através de coletas com arrasto de fundo que a área de descarte escolhida pelo empreendedor apresenta espécies de peixes relevantes sob o ponto de vista ecológico e econômico. Ainda, o sul do estado do Espírito Santo é rota migratória de grandes cetáceos, tais como as baleias jubarte, as quais utilizam a costa capixaba para seus deslocamentos periódicos do sul da América do Sul ao nordeste brasileiro, em específico nos meses de primavera.



### Legenda

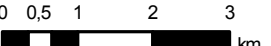
-  Baía de Evolução
-  Ponte de Acesso / Canal de Navegação
-  Quebra Mar
-  Áreas de Descarte
-  Rio Itabapoana
-  Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
-  Área dos Alojamentos
-  Limite Municipal - Espírito Santo
-  Limite Estadual- Rio de Janeiro

### EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES

Figura 5.1.7.1-1 Mapa de Localização da Área de Descarte 01

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica:  Escala: 1:100.000

Elaborado Por: Juliana Kerckhoff Data: Abril/2010



Considerando a premissa de evitar a remobilização do material dragado, apresenta-se a seguir a localização de duas outras sugestões de áreas de bota-fora (Figura 5.1.7.1-2 e Figura 5.1.7.1-3). Cabe destacar que nessas áreas (áreas de descarte 02 e 03) não foram realizados levantamentos de dados primários, sendo a localização das mesmas baseadas na similaridade de profundidade (através da Carta Náutica) e características hidrodinâmicas observada na área de descarte 01, conforme descrição anterior.

As duas outras sugestões de áreas de descarte (áreas 02 e 03) são formadas por polígono com as seguintes coordenadas:

#### Área de Descarte 02

E= 318.749 N=7.638.681

E= 321.429 N=7.641.237

E= 323.986 N=7.638.557

E= 321.305 N=7.636.000

#### Área de Descarte 03

E= 315.691 N=7.642.221

E= 318.371 N=7.644.778

E= 320.928 N=7.642.097

E= 318.247 N=7.639.541

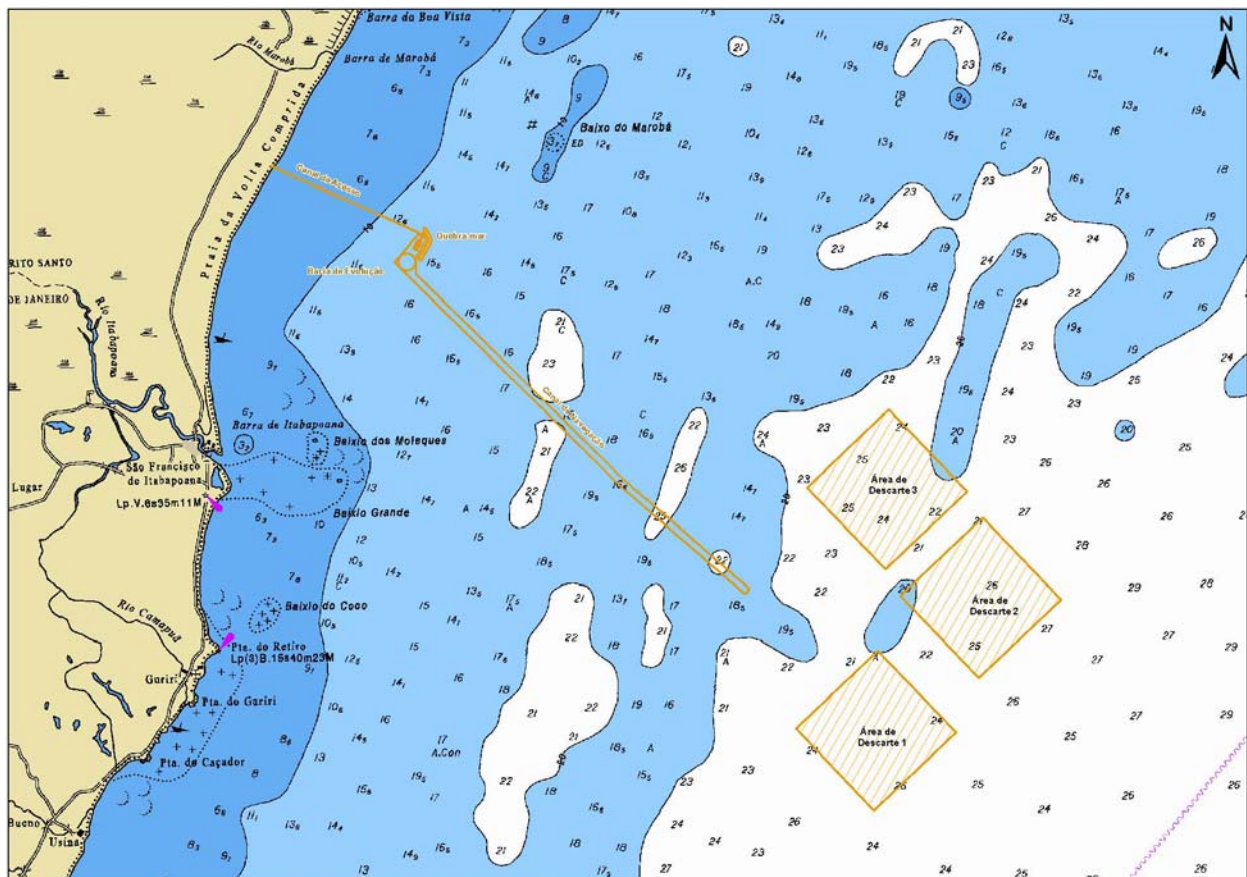
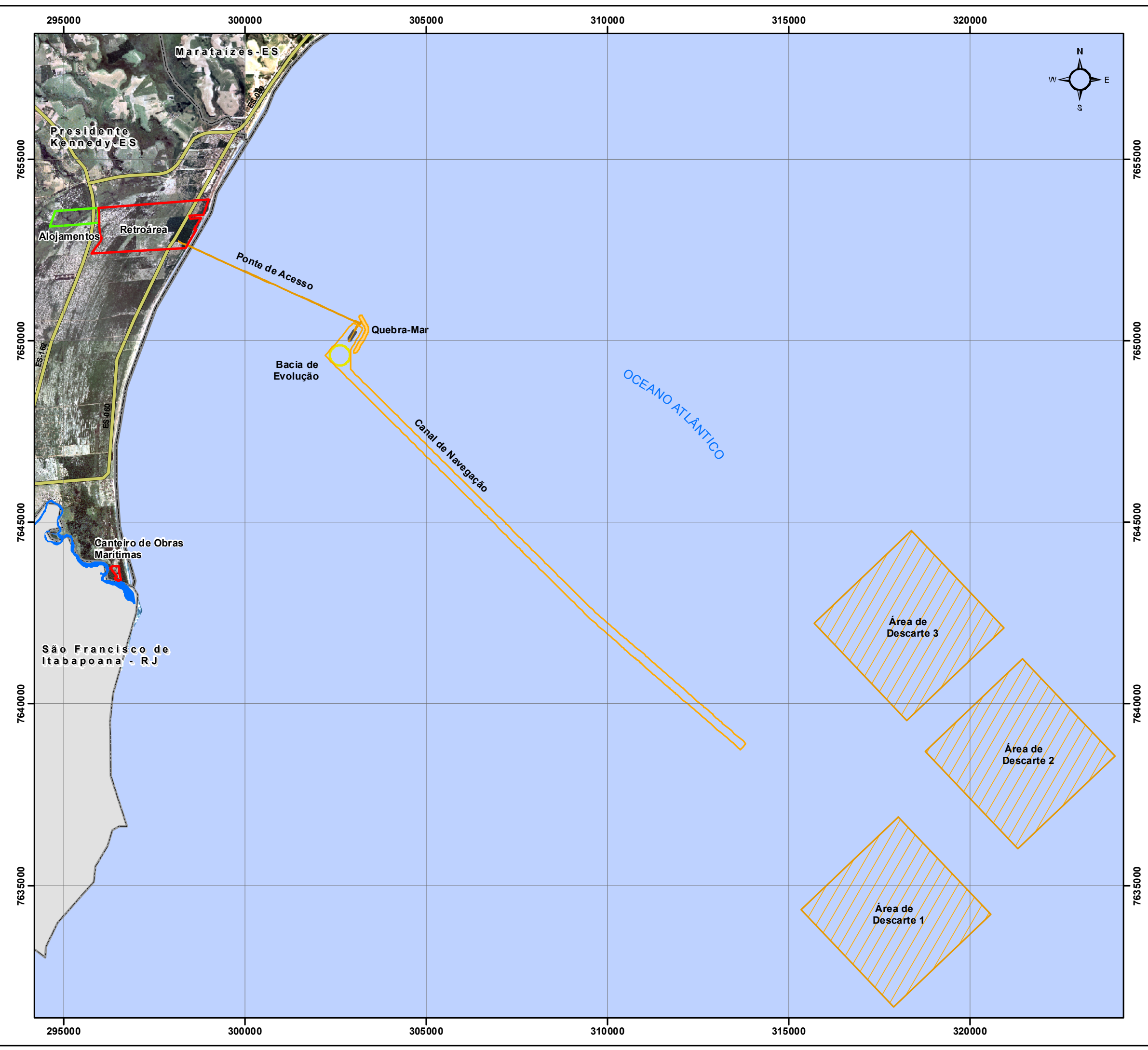












Figura 5.1.7.1-2: Localização da área de descarte 01 e das outras duas sugestões de áreas de bota-fora





### Legenda

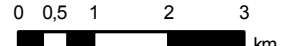
-  Bacia de Evolução
-  Rodovias Principais - Estaduais e Federais
-  Ponte de Acesso / Canal de Navegação
-  Quebra Mar
-  Áreas de Descarte
-  Rio Itabapoana
-  Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
-  Área dos Alojamentos
-  Limite Municipal - Espírito Santo
-  Limite Estadual- Rio de Janeiro

### EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES

Figura 5.1.7.1-3 Mapa de Localização das Áreas de Descarte 01,02 e 03

Dados: Coordenadas UTM  
 Cartográficos: Datum: WGS 84  
 Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
 Ortofoto - Escala 1/15.000  
 342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica:  Escala: 1:100.000

Elaborado Por: Juliana Kerckhoff  
 Data: Abril/2010





### 5.1.7.2 Caracterização do material dragado

#### a) Considerações gerais e metodologia

A caracterização físico-química do material dragado foi baseada em dados primários de diversos parâmetros determinados nos sedimentos na área a ser dragada para a instalação do terminal portuário da Ferrous.

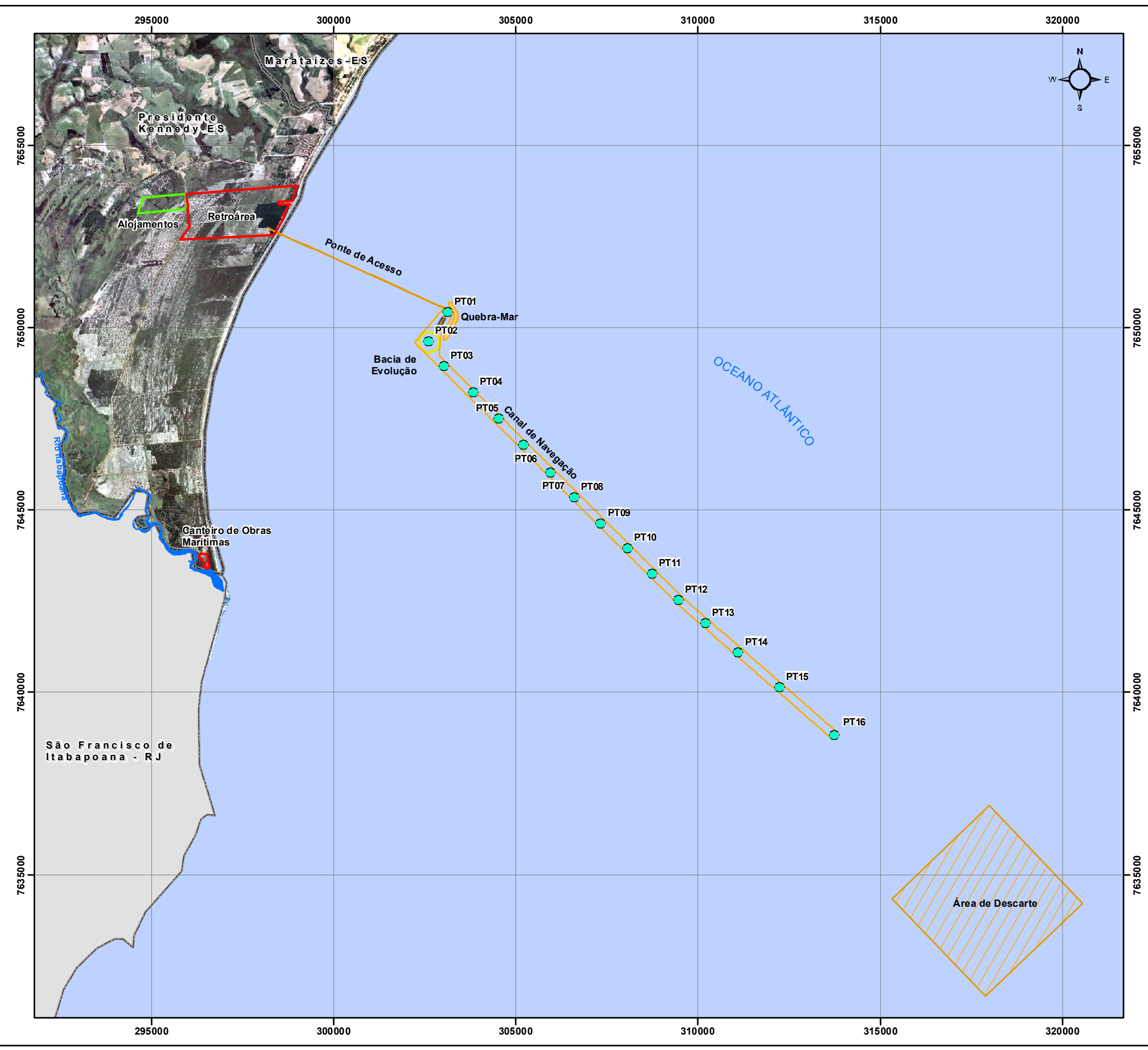
Foi realizada a coleta de 16 testemunhos de até 130 cm de comprimento nos dias 13 e 14 de agosto de 2009 (Figura 5.1.7.2-1). Para as análises laboratoriais foram retiradas subamostras do topo e da base de cada testemunho. Os parâmetros químicos determinados foram nitrogênio, fósforo, elementos metálicos, hidrocarbonetos poliaromáticos e pesticidas organoclorados. Realizou-se também a análise granulométrica das amostras obtidas. Para mais detalhes ver laudo no Anexo 06.

O Nitrogênio foi determinado através do método Kjeldahl Ma-024-L2 e fósforo através do método 4500E. Mercúrio foi determinado através do método EPA 3050B e 3112B, enquanto os demais elementos metálicos (alumínio, arsênio, cádmio, chumbo, cobre, ferro, manganês, níquel e zinco) foram determinados através do método EPA 3050B e 6010B. Os hidrocarbonetos poliaromáticos foram determinados através do método de extração EPA 3550B e de quantificação EPA 8270D. Os pesticidas organoclorados foram determinados através do método EPA 8270C (APHA-AWWA-WEF, 2007). Para mais detalhes ver laudos laboratoriais no Anexo 07.



Figura 5.1.7.2-1: Coleta de testemunhos nos dias 13 e 14 de agosto de 2009.

A Figura 5.1.7.2-2, abaixo, apresenta localização dos 16 testemunhos distribuídos ao longo das áreas de dragagem.



### Legenda

- Estações de Coleta de Sedimentos
- Bacia de Evolução
- Ponte de Acesso / Canal de Navegação
- Quebra Mar
- Áreas de Descarte
- Rio Itabapoana
- Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
- Área dos Alojamentos
- Limite Municipal - Espírito Santo
- Limite Estadual- Rio de Janeiro

Ponto	Longitude	Latitude
PT01	303121,426	7650435,401
PT02	302608,492	7649623,512
PT03	303027,275	7648954,700
PT04	303829,437	7648224,966
PT05	304519,432	7647501,152
PT06	305209,428	7646777,338
PT07	305943,605	7646031,432
PT08	306611,509	7645351,801
PT09	307334,373	7644633,375
PT10	308070,168	7643937,042
PT11	308741,843	7643240,708
PT12	309468,478	7642526,053
PT13	310213,434	7641884,680
PT14	311104,949	7641087,585
PT15	312231,792	7640141,057
PT16	313747,645	7638829,763

**EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES**

Figura 5.1.7.2-2 Mapa de Localização das Estações de Coleta de Testemunhos

Dados Cartográficos:	Coordenadas UTM Datum: WGS 84 Fuso: 24S
Fonte:	Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase Ortofoto - Escala 1/15.000 342028-A000-AJ42001_R1
Escala Gráfica:	Escala: 1:100.000
Elaborado Por:	Data:
Juliana Kerckhoff	Abril/2010

b) Resultados

- Granulometria

A análise granulométrica foi realizada através de peneiramento na fração maior que 0,062 mm. As frações mais finas, por pipetagem, para determinação das frações silte e argila (SUGUIO, 1973).

São apresentadas as frações granulométricas determinadas pela Resolução CONAMA 344/04, com o acréscimo da fração grânulo, uma vez que a resolução não apresenta classe mais grosseira que areia muito grossa. Os sedimentos da área de dragagem são arenosos, com predominância na fração areia média em 18 amostras, na fração areia grossa em nove amostras e na fração areia fina em três amostras (Figura 5.1.7.2-3). A Tabela 5.1.7.2-1 apresenta os valores médios, mínimos e máximos de cada fração granulométrica para os dois estratos da coluna sedimentar analisados.

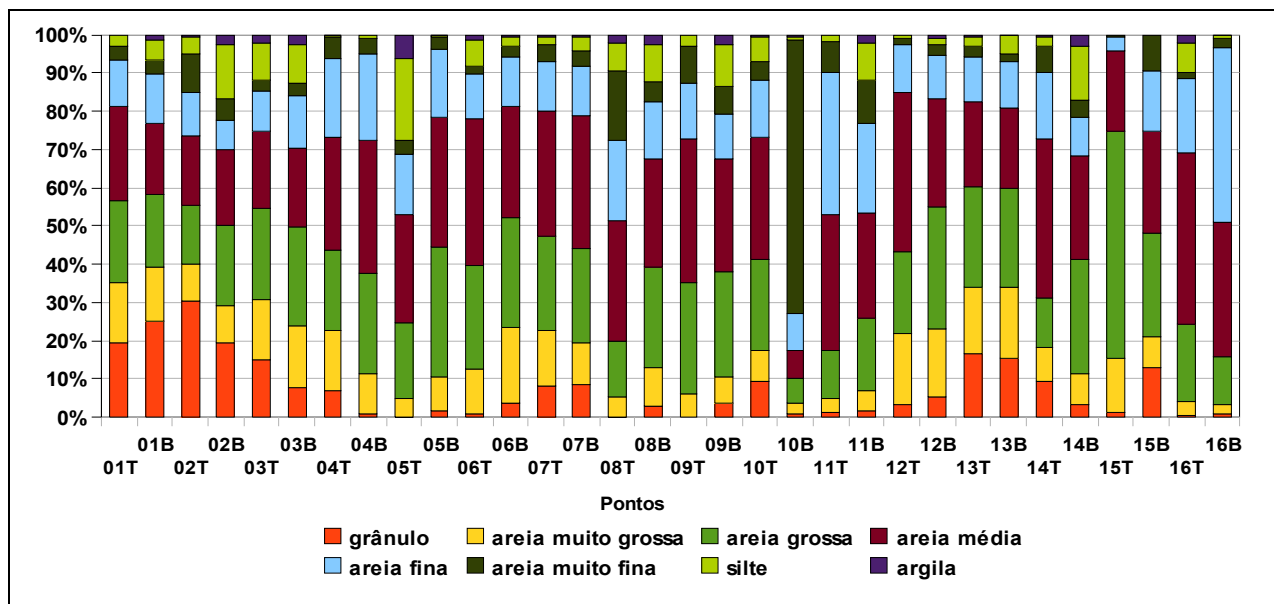


Figura 5.1.7.2-3: Frações granulométricas dos sedimentos da área de dragagem. São apresentadas as porcentagens de cada fração para cada ponto de coleta no topo (T) e na base (B) dos testemunhos.

Tabela 5.1.7.2-1: Estatística básica das frações granulométricas nos sedimentos na área de dragagem nos dois estratos de sedimentos analisados (valores em gramas).

Fração	Estrato	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Grânulo	Topo	1,16	1,36	0,00	4,66
	Base	1,03	1,08	0,06	3,82
Areia muito grossa	Topo	1,70	0,80	0,55	2,78
	Base	1,61	0,86	0,20	3,36
Areia grossa	Topo	3,73	1,94	1,64	10,08
	Base	3,63	1,20	0,48	5,10
Areia média	Topo	4,92	1,42	2,73	7,44
	Base	3,97	1,28	0,52	5,45
Areia fina	Topo	2,40	1,05	0,63	5,39
	Base	2,37	1,45	0,70	7,07
Areia muito fina	Topo	0,82	0,67	0,08	2,78
	Base	1,01	1,19	0,32	5,23
Silte	Topo	0,87	1,10	0,05	4,60
	Base	0,87	0,82	0,00	2,45
Argila	Topo	0,20	0,33	0,00	1,35
	Base	0,20	0,18	0,00	0,50

- Elementos Nutrientes

Nutrientes, como nitrogênio e fósforo, ocorrem naturalmente no solo, água e ar. Eles auxiliam no crescimento de vegetais, sendo vitais para o crescimento deles em ambiente aquático.

Os nutrientes também geram o tipo mais comum e, provavelmente, mais antigo de poluição aquática, incluindo todos os rejeitos ricos em substâncias orgânicas, as quais são passíveis de degradação bacteriana. Esses resíduos estão presentes em efluentes domésticos e urbanos, em vários tipos de efluentes oriundos de indústrias químicas e alimentícias e podem também ser provenientes de atividades agropecuárias (MARQUES JR. *et al.*, 2002).



– Fósforo

As concentrações de fósforo nos sedimentos da área de dragagem variaram entre 69 e 806 mg/kg, com valores médios de  $304 \pm 166$  mg/kg, nas 28 amostras em que foi possível quantificar esse parâmetro (Tabela 5.1.7.2-2). Quatro amostras apresentaram concentrações de fósforo abaixo do limite de quantificação do método, que é de 6 mg/kg.

Tabela 5.1.7.2-2: Média, desvio padrão, mínimo, máximo e número de amostras quantificadas (N), para cada parâmetro analisado, bem como o limite de quantificação (LQ) dos respectivos métodos e os valores máximos estabelecidos na Resolução CONAMA 344/04 para sedimentos de água salina-salobra Nível 1 e Nível 2. Todos os valores estão em mg/kg.

Elemento	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	N	LQ	CONAMA 344/04 Nível 1	CONAMA 344/04 Nível 2
P	304,0	165,5	69,0	806,0	28	6	—	—
N	173,1	109,6	52,0	526,0	32	2	—	—
Al	6.478	5.120	1.086	23.249	32	2	—	—
Fe	11.087,7	7.184,3	2.170,0	40.807,0	32	3	—	—
Mn	83,7	55,0	18,1	235,9	32	1,0	—	—
As	18	10	4	41	32	2	8,2	70
Cd	0,2	0,1	0,1	0,7	26	0,2	1,2	9,6
Pb	3,4	2,3	1,2	13,0	32	1,0	46,7	218,0
Cu	4,9	4,2	0,4	17,6	32	0,2	34	270
Cr	15,7	7,5	5,2	37,6	32	0,3	81	370
Hg	0,03	0,02	0,02	0,09	16	0,03	0,15	0,71
Ni	5,3	2,0	2,2	10,1	32	1,0	20,9	51,6
Zn	8,4	5,7	1,6	26,7	32	1,0	150	410

Em geral, as concentrações de fósforo são mais altas nas amostras do estrato localizado próximo à interface água-sedimento (topo) do que na base dos testemunhos; porém, as últimas apresentam maior variabilidade, devido a concentrações maiores nas estações 02 e 07 (Figura 5.1.7.2-4).

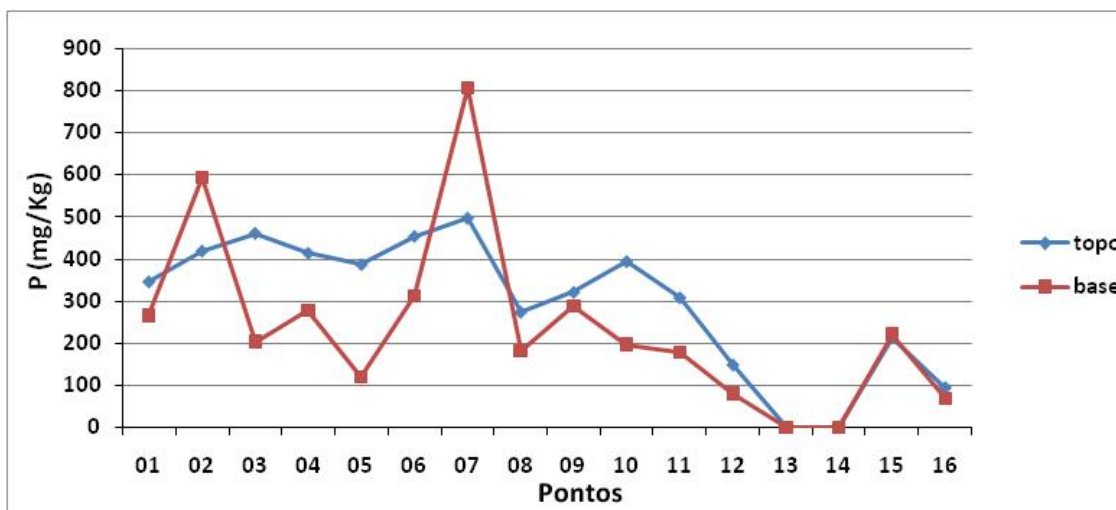


Figura 5.1.7.2-4: Fósforo nos sedimentos do canal a ser dragado. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

Os sedimentos analisados apresentam concentrações de fósforo bem abaixo do limite de alerta de 2000 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para sedimentos, mostrando que o ambiente encontra-se em boas condições no que se refere a esse parâmetro.

#### – Nitrogênio

As concentrações de nitrogênio na área de dragagem variaram entre 52 e 526 mg/kg, com valores médios de  $173 \pm 110$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2).

As concentrações de nitrogênio são bastante similares nos dois estratos considerados ao longo dos testemunhos, porém as amostras da base apresentam alguns picos de concentração mais alta (Figura 5.1.7.2-5).

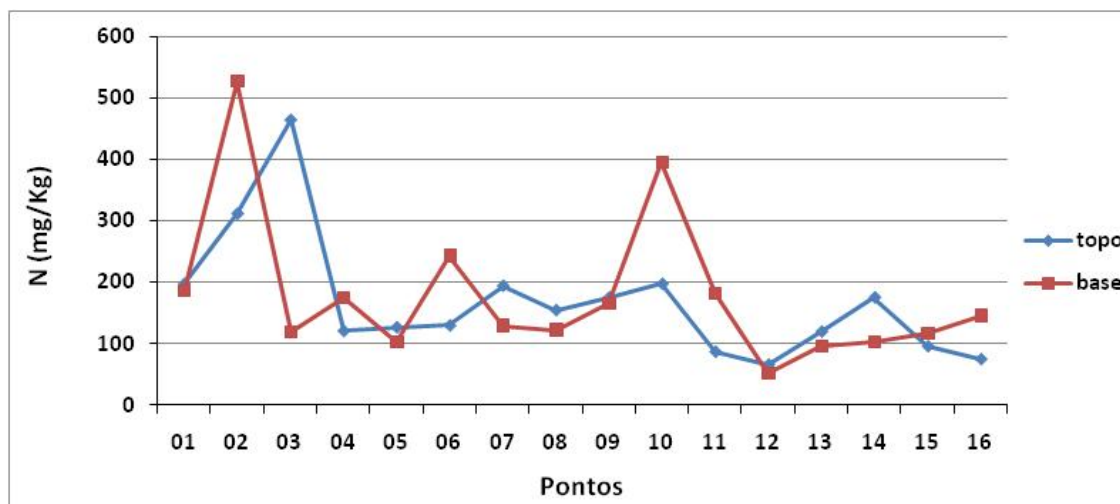


Figura 5.1.7.2-5: Nitrogênio Kjeldahl nos sedimentos da área de dragagem. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

Os sedimentos analisados apresentaram concentração de nitrogênio muito abaixo do limite de alerta de 4800 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para sedimentos, mostrando também para esse parâmetro que o ambiente encontra-se em boas condições.

- Elementos metálicos

Os elementos metálicos estão entre os contaminantes mais intensamente estudados nos ambientes estuarinos e marinhos. Alguns apresentam alta toxicidade para os organismos, sendo muito persistentes e biodisponíveis (KENNISH, 1997).

- Alumínio (Al)

As concentrações de alumínio nos sedimentos na área de dragagem variaram entre 1.086 e 23.249 mg/kg, com valores médios de  $6478 \pm 5120$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2).

Em geral, as concentrações de alumínio são mais altas e variáveis nas amostras do estrato localizado na base dos testemunhos do que naquele localizado próximo à interface água-sedimento (topo) (Figura 5.1.7.2-6).

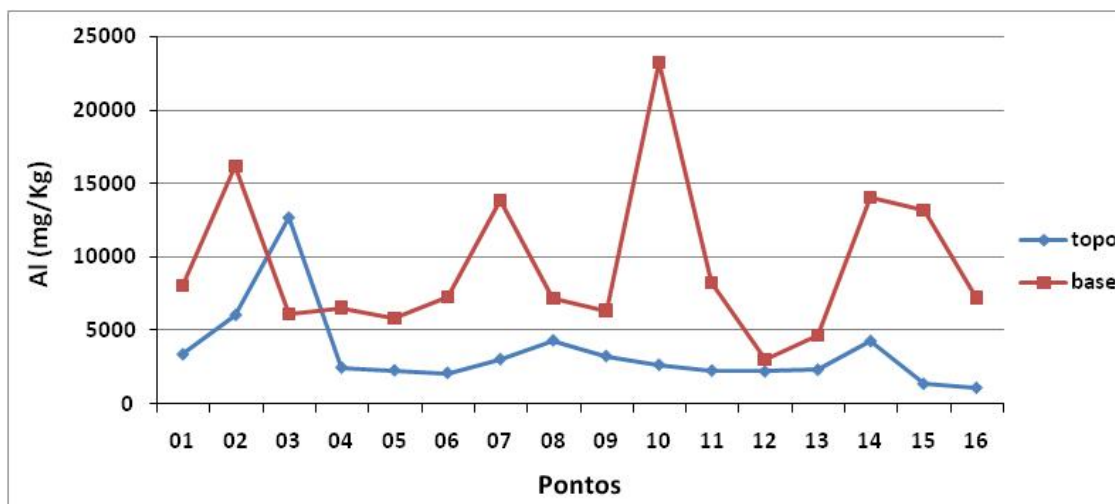


Figura 5.1.7.2-6: Alumínio nos sedimentos da área de dragagem. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

– Ferro (Fe)

As concentrações de ferro nos sedimentos na área de dragagem variaram entre 2.170 e 40.807 mg/kg, com valores médios de  $11.088 \pm 7.184$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2).

As concentrações de ferro são similares nos dois estratos considerados ao longo dos testemunhos, porém as amostras da base apresentam alguns picos de concentração mais alta, apresentando maior variabilidade ao longo do perfil (Figura 5.1.7.2-7).

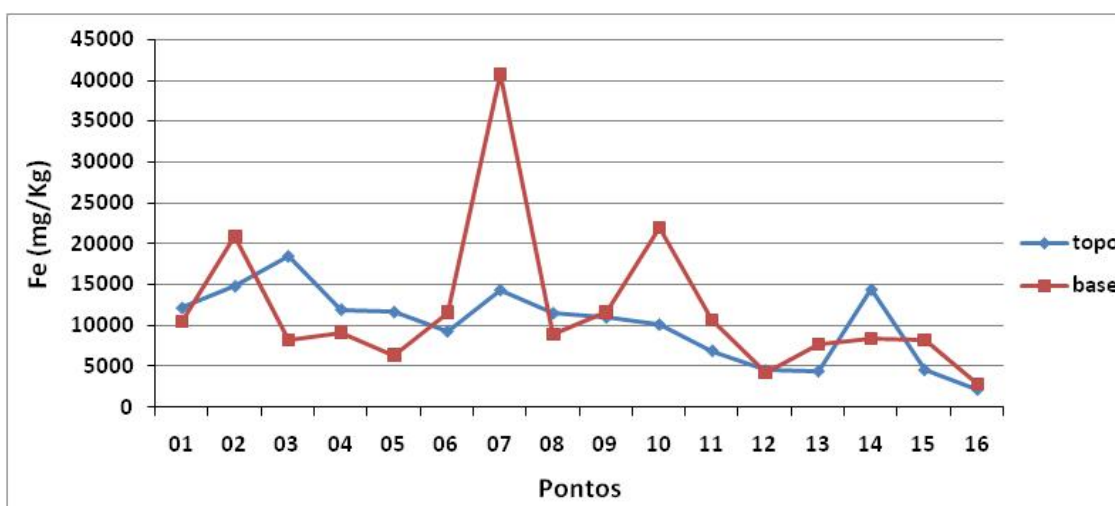


Figura 5.1.7.2-7: Ferro nos sedimentos na área de dragagem. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

– Manganês (Mn)

As concentrações de manganês nos sedimentos na área de dragagem variaram entre 18 e 236 mg/kg, com valores médios de  $84 \pm 55$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2).

As concentrações de manganês são mais altas nas amostras do estrato localizado próximo à interface água-sedimento (topo) do que na base dos testemunhos nas estações mais próximas à costa. A partir da estação 10 parece haver uniformidade nos testemunhos (Figura 5.1.7.2-8).

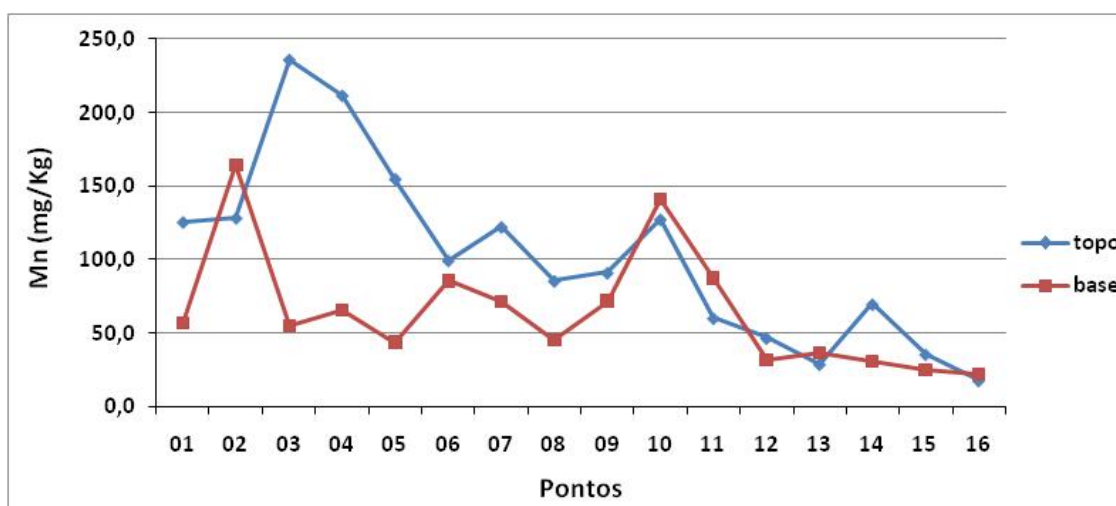


Figura 5.1.7.2-8: Manganês nos sedimentos da área de dragagem. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

– Arsênio (As)

As concentrações de arsênio nos sedimentos na área de dragagem variaram entre 4 e 41 mg/kg, com valores médios de  $18 \pm 10$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2). As concentrações mais altas encontram-se na porção mais próxima à costa, com valores e variação maiores na porção superior dos testemunhos.

Em geral, as concentrações de arsênio são mais altas nas amostras do estrato localizado próximo à interface água-sedimento (topo) do que na base dos testemunhos, com tendência decrescente, à medida que se afasta da costa (Figura 5.1.7.2-9).



A Resolução CONAMA 344/04 estabelece valores de arsênio para ambientes salinos de 8,2 mg/kg e 70 mg/kg para os níveis 1 e 2, respectivamente (BRASIL, 2004). Cinco amostras no canal de dragado encontram-se abaixo do limite para o nível 1, havendo pouca probabilidade de causarem efeitos adversos aos organismos; as demais superam o limite estabelecido pela Resolução para o nível 1.

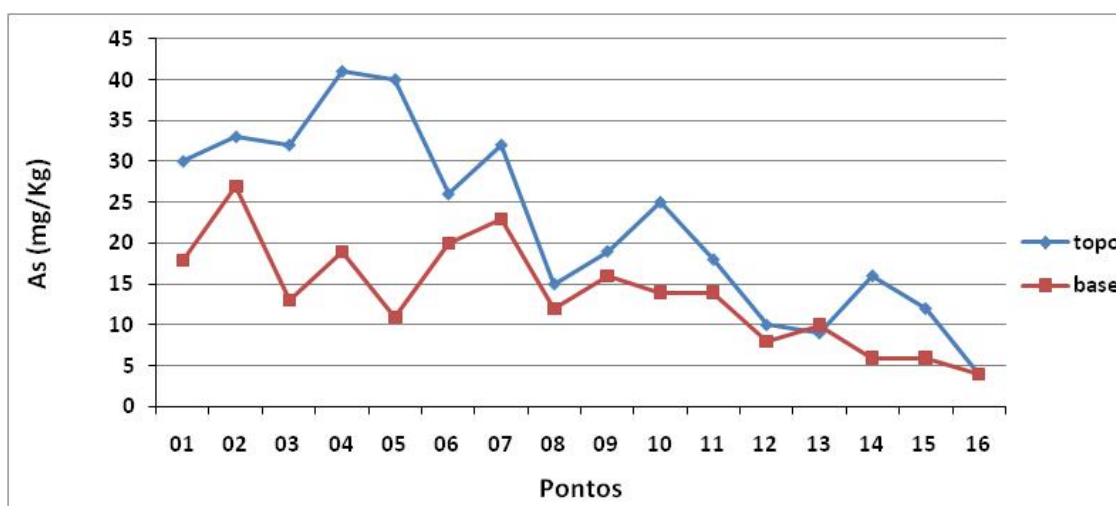


Figura 5.1.7.2-9: Arsênio nos sedimentos do canal a ser dragado para instalação do terminal portuário. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

#### – Cádmi (Cd)

As concentrações de cádmio nos sedimentos na área de dragagem variaram entre 0,1 e 0,7 mg/kg, com valores médios de  $0,1 \pm 0,2$  mg/kg, nas 26 amostras em que foi possível quantificar esse parâmetro (Tabela 5.1.7.2-2). Seis amostras apresentaram concentrações de fósforo abaixo do limite de quantificação do método, que é de 0,2 mg/kg.

As concentrações de cádmio apresentam valores médios próximos a 0,2 mg/kg nos dois estratos considerados ao longo dos testemunhos, porém as amostras da base apresentam maior variabilidade ao longo do perfil (Figura 5.1.7.2-10).

Todas as amostras apresentaram concentrações de cádmio abaixo do limite de 1,2 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas, havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

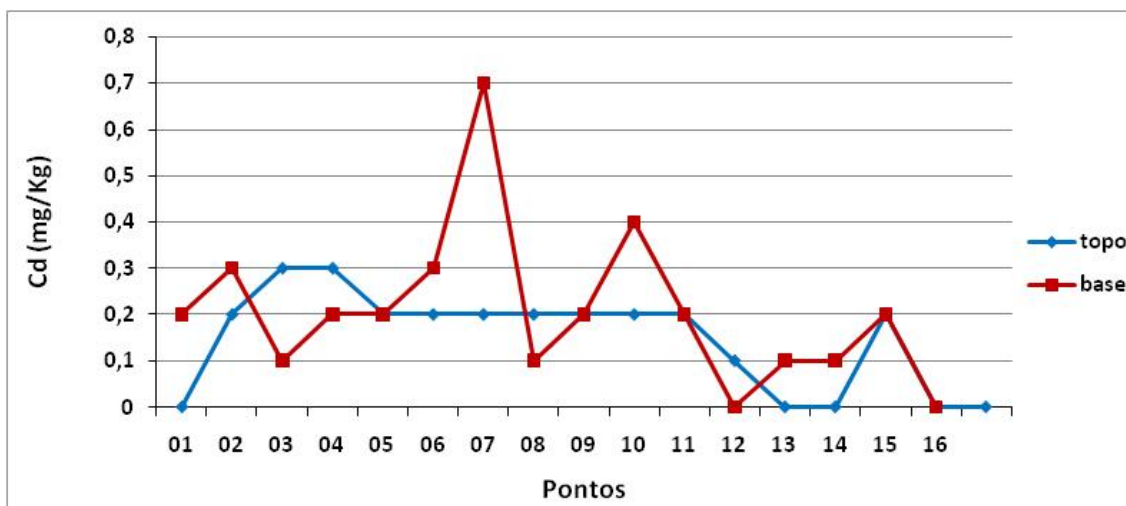


Figura 5.1.7.2-10: Cádmio nos sedimentos da área de dragagem. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

– Chumbo (Pb)

As concentrações de chumbo nos sedimentos na área de dragagem variaram entre 1,2 e 13,0 mg/kg, com valores médios de  $3,4 \pm 2,3$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2).

As concentrações de chumbo são similares nos dois estratos considerados ao longo dos testemunhos, porém as amostras da base apresentam um perfil mais variável devido a alguns picos de concentração mais alta, enquanto na interface água-sedimento (topo) ocorre a concentração mais alta ao longo do perfil na estação 13 (Figura 5.1.7.2-11).

Todas as amostras apresentaram concentrações de chumbo abaixo do limite de 46,7 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

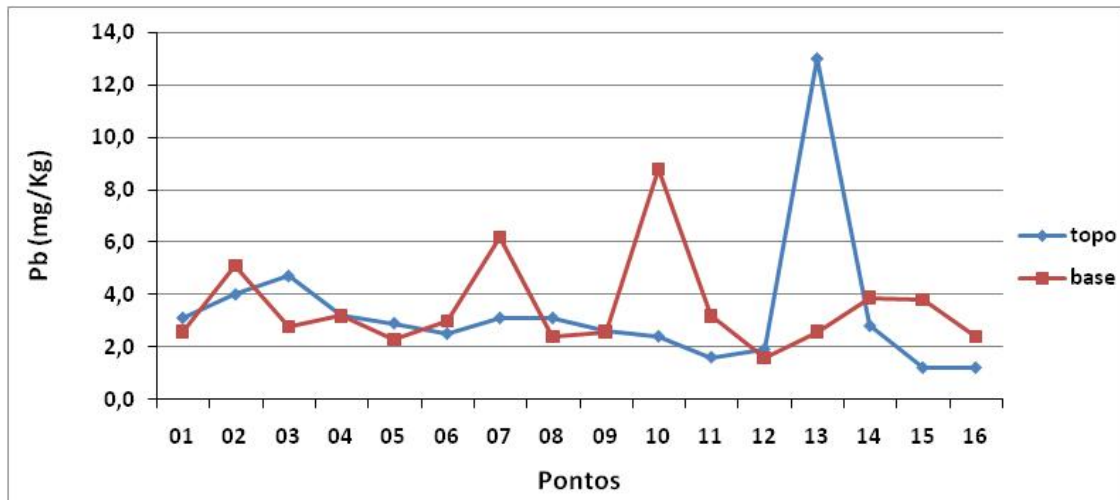


Figura 5.1.7.2-11: Chumbo nos sedimentos na área de dragagem. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

– Cobre (Cu)

As concentrações de cobre nos sedimentos do canal a ser dragado variaram entre 0,4 e 17,6 mg/kg, com valores médios de  $4,9 \pm 4,2$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2).

Em geral, as concentrações de cobre mostram muita variabilidade ao longo do perfil nos dois estratos considerados, com maior variabilidade nas amostras localizadas na base dos testemunhos (Figura 5.1.7.2-12).

Todas as amostras apresentaram concentrações de cobre abaixo do limite de 34,0 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

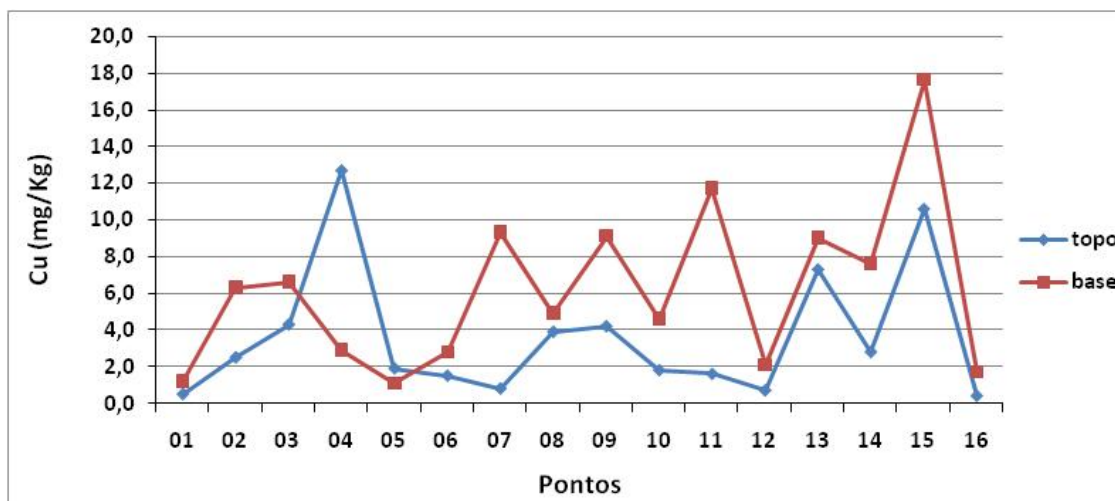


Figura 5.1.7.2-12: Cobre nos sedimentos do canal a ser dragado para instalação do terminal portuário. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

– Cromo (Cr)

As concentrações de cromo nos sedimentos na área de dragagem variaram entre 5,2 e 37,6 mg/kg, com valores médios de  $15,7 \pm 7,5$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2).

As concentrações de cromo mostram-se mais uniformes na interface água-sedimento do que na base dos testemunhos, onde a variabilidade ao longo do perfil é grande (Figura 5.1.7.2-13).

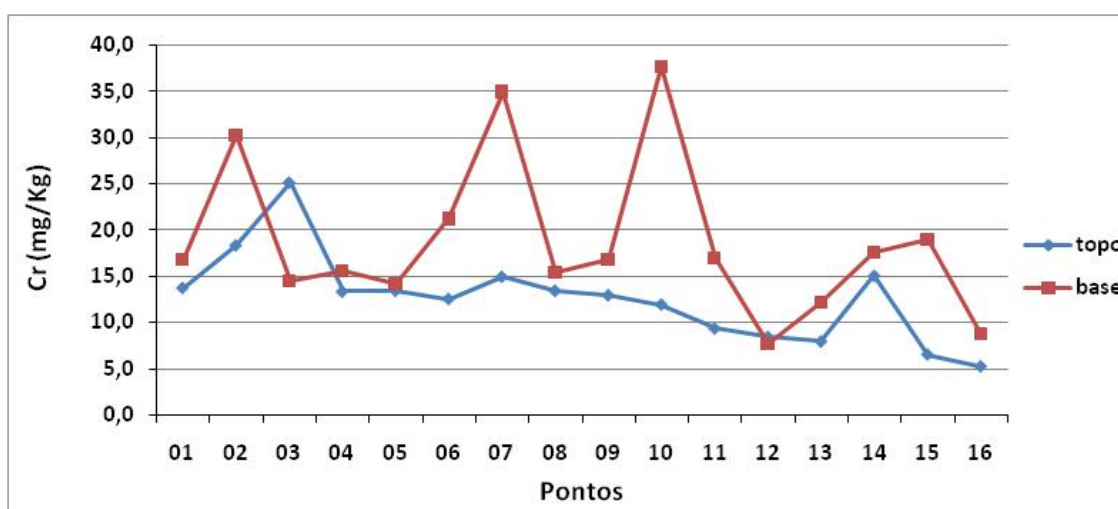


Figura 5.1.7.2-13: Cromo nos sedimentos na área de dragagem. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

Todas as amostras apresentaram concentrações de cromo abaixo do limite de 81,0 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

– Mercúrio (Hg)

As concentrações de mercúrio nos sedimentos na área de dragagem variaram entre 0,02 e 0,09 mg/kg, com valores médios de  $0,03 \pm 0,02$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2), nas 16 amostras em que foi possível quantificar esse parâmetro. Doze amostras apresentaram concentrações de fósforo abaixo do limite de quantificação do método, que é de 0,03 mg/kg.

As concentrações de mercúrio variaram ao longo de perfil, com várias amostras abaixo do limite de detecção do método analítico, principalmente na interface água-sedimento (topo), onde 11 entre as 16 amostras estavam abaixo do referido limite (Figura 5.1.7.2-14).

Todas as amostras apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de 0,15 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

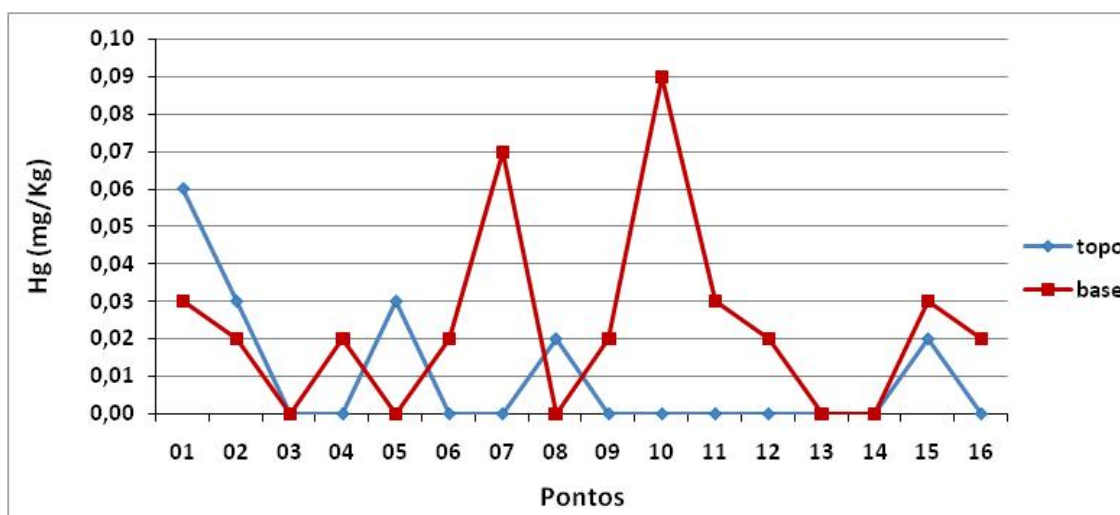


Figura 5.1.7.2-14: Mercúrio nos sedimentos do canal a ser dragado para instalação do terminal portuário. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.



– Níquel (Ni)

As concentrações de níquel nos sedimentos na área de dragagem variaram entre 2,2 e 10,1 mg/kg, com valores médios de  $5,3 \pm 2,0$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2).

Em geral, as concentrações de níquel são mais altas nas amostras do estrato localizado na base dos testemunhos do que naquele localizado próximo à interface água-sedimento (topo) (Figura 5.1.7.2-15).

Todas as amostras apresentaram concentrações de níquel abaixo do limite de 20,9 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

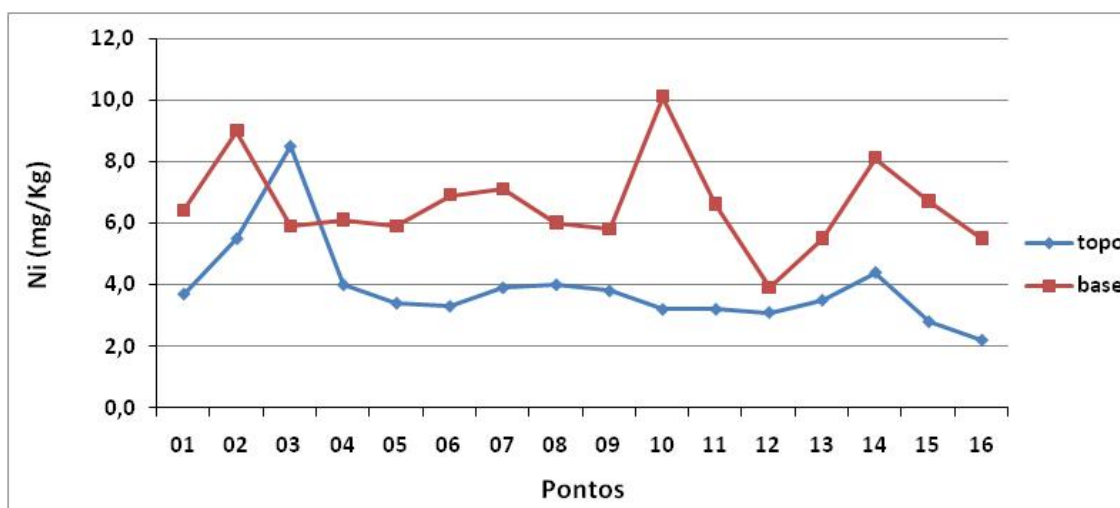


Figura 5.1.7.2-15: Níquel nos sedimentos na área de dragagem. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

– Zinco (Zn)

As concentrações de zinco nos sedimentos na área de dragagem variaram entre 0,4 e 17,6 mg/kg, com valores médios de  $4,9 \pm 4,2$  mg/kg (Tabela 5.1.7.2-2).

Em geral, as concentrações de alumínio são mais altas e variáveis nas amostras do estrato localizado na base dos testemunhos do que naquele localizado próximo à interface água-sedimento (topo) (Figura 5.1.7.2-16).

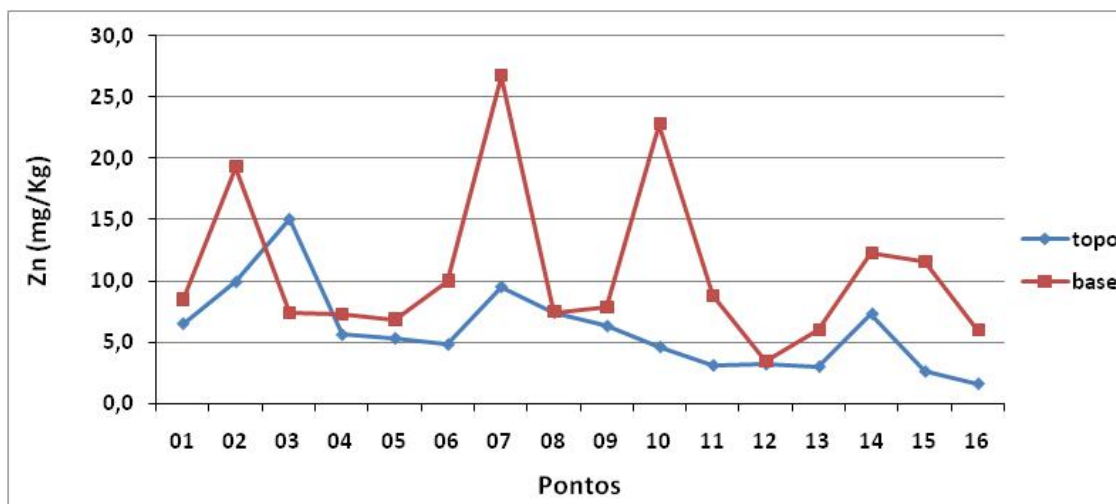


Figura 5.1.7.2-16: Zinco nos sedimentos na área de dragagem. As linhas correspondem aos sedimentos do topo e da base do testemunho coletado em cada uma das 16 estações de coleta.

Todas as amostras apresentaram concentrações de zinco abaixo do limite de 150,0 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para o nível 1 de águas salinas (BRASIL, 2004), havendo pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

- Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPAs)

Hidrocarbonetos poliaromáticos são substâncias com baixa solubilidade em água, que apresentam forte absorção a partículas suspensas na água. Assim, quando entram no ambiente marinho, eles se integram rapidamente ao material particulado e ao sedimento de fundo, podendo persistir por longos períodos, uma vez que não são afetados por oxidação fotoquímica ou biológica nos sedimentos (KENNISH, 1997).

Os Hidrocarbonetos Poliaromáticos analisados foram: Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(A)Antraceno, Criseno, Benzo(B)Fluoranteno, Benzo(K)Fluoranteno, Benzo(A)Pireno, Indeno(123-Cd)Pireno, Dibenzo(A,H)Antraceno, Benzo(Ghi)Perileno.

Não foram detectados hidrocarbonetos nas amostras coletadas no canal a ser dragado para a construção do terminal portuário.

- Pesticidas Organoclorados

Os pesticidas organoclorados fazem parte dos Poluentes Orgânicos Persistentes, que são substâncias altamente tóxicas, formadas por compostos químicos orgânicos semelhantes aos dos seres vivos. São acumulados no ambiente e nos organismos, sendo pouco suscetíveis à degradação microbiana (FRUTUOSO, 2001).

Os Pesticidas Organoclorados analisados nesse estudo foram: Alfa-hch, Hexaclorobenzeno, Beta-hch, Gamma-hch (Lindano), Delta-hch, Epsilon-hch, Heptacloro, Aldrin, Isodrin, Cis-Heptacloro Epóxido, Oxy-Clordano, Trans-Heptacloro Epóxido, Trans-Clordano, O,P'-hde, Alfa-Endosulfan, Cis-Clordano, P,P'-hde, Dieldrin, O,P'-hdd, Endrin, Beta-Endosulfan, P,P'-hdd, O,P'-hdt, P,P'-ddt, Metoxicloro, Mirex.

Não foram detectados pesticidas organoclorados nas amostras coletadas no canal a ser dragado para a construção do terminal portuário.

### c) Conclusão

As concentrações dos parâmetros analisados, com exceção do Arsênio, mostram que os sedimentos do canal a ser dragado para a instalação do terminal portuário não estão contaminados, havendo pouca probabilidade de causarem efeitos adversos à biota. O material dragado poderá ser descartado com segurança, uma vez que não possui teores altos de poluentes. Os dados tabulados com as informações de metais pesados e nutrientes são apresentados na Tabela 5.1.7.2-3. Hidrocarbonetos e pesticidas não foram tabulados vez que todas as amostras apresentaram valores abaixo dos níveis de detecção.

Devido à ausência de contaminantes, não foram realizados testes de toxicidade e, ainda, restringiu-se o número de amostras a 32, haja vista que a malha amostral adotada cobriu a totalidade da área de dragagem sendo tal número considerado representativo para a análise da qualidade do material dragado.

Tabela 5.1.7.2-3: Comparação entre os valores de metais pesados e nutrientes obtidos nas amostras coletadas com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 344/2004

Parâmetro	PT 01 Topo (mg/kg)	PT 01 Base (mg/kg)	PT 02 Topo (mg/kg)	PT 02 Base (mg/kg)	PT 03 Topo (mg/kg)	PT 03 Base (mg/kg)	PT 04 Topo (mg/kg)	PT 04 Base (mg/kg)	L.Q (mg/kg)	L.D. (mg/kg)	NIVEL 1 CONAMA	NIVEL 2 CONAMA	VALOR ALERTA
Al	3369	8085	6056	16200	12690	6168	2469	6578	2	1	na	na	
As	30	18	33	27	32	13	41	19	2	1	8,2	70	
Cd	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,2	9,6	
Pb	3,1	2,6	4,0	5,1	4,7	2,8	3,2	3,2	1	0,4	46,7	218	
Cu	0,5	1,2	2,5	6,3	4,3	6,6	12,7	2,9	0,2	0,1	34	270	
Cr	13,7	16,8	18,3	30,2	25,1	14,5	13,3	15,5	0,3	0,1	81	370	
Fe	12138	10504	14781	20895	18440	8212	11942	9231	3	2	na	na	
P	345	266	418	594	460	204	413	278	6	2	na	Nn	2000
Mn	125,7	56,7	128,5	164,5	235,9	55,2	211,6	65,4	1	0,3	na	na	
Hg	0,06	0,03	0,03	0,02	nd	nd	nd	0,02	3	2	0,15	0,71	
Ni	3,7	6,4	5,5	9,0	8,5	5,9	4,0	6,1	1	0,4	20,9	51,6	
N-Kjeldahl	197	186	312	526	465	119	120	175	2	1	na	n	4800
Zn	6,5	8,5	9,9	19,3	15,0	7,4	5,6	7,3	1	0,4	150	410	

Parâmetro	PT 05 Topo (mg/kg)	PT 05 Base (mg/kg)	PT 06 Topo (mg/kg)	PT 06 Base (mg/kg)	PT 07 Topo (mg/kg)	PT 07 Base (mg/kg)	PT 08 Topo (mg/kg)	PT 08 Base (mg/kg)	L.Q (mg/kg)	L.D. (mg/kg)	NIVEL 1 CONAMA	NIVEL 2 CONAMA	VALOR ALERTA
Al	2274	5894	2101	7337	3038	13858	4317	7222	2	1	na	na	
As	40	11	26	20	32	23	15	12	2	1	8,2	70	
Cd	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,7	0,2	0,1	0,2	0,2	1,2	9,6	
Pb	2,9	2,3	2,5	3,0	3,1	6,2	3,1	2,4	1	0,4	46,7	218	
Cu	1,9	1,1	1,5	2,8	0,8	9,3	3,9	4,9	0,2	0,1	34	270	
Cr	13,4	14,2	12,5	21,2	14,9	34,9	13,4	15,4	0,3	0,1	81	370	
Fe	11637	6434	9283	11657	14331	40807	11491	8936	3	2	na	na	
P	386	120	453	312	496	806	273	181	6	2	na	Nn	2000
Mn	155,0	43,6	99,6	85,6	122,4	71,6	85,7	45,0	1	0,3	na	na	
Hg	0,03	nd	nd	0,02	nd	0,07	0,02	nd	3	2	0,15	0,71	
Ni	3,4	5,9	3,3	6,9	3,9	7,1	4,0	6,0	1	0,4	20,9	51,6	
N-Kjeldahl	126	103	129	243	194	129	154	122	2	1	na	n	4800
Zn	5,3	6,9	4,8	10,0	9,5	26,7	7,4	7,5	1	0,4	150	410	

Tabela 5.1.7.2-3: Comparação entre os valores de metais pesados e nutrientes obtidos nas amostras coletadas com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 344/2004. Continuação.

Parâmetro	PT 09 Topo (mg/kg)	PT 09 Base (mg/kg)	PT 10 Topo (mg/kg)	PT 10 Base (mg/kg)	PT 11 Topo (mg/kg)	PT 11 Base (mg/kg)	PT 12 Topo (mg/kg)	PT 12 Base (mg/kg)	L.Q (mg/kg)	L.D. (mg/kg)	NIVEL 1 CONAMA	NIVEL 2 CONAMA	VALOR ALERTA
Al	3253	6388	2657	23249	2259	8266	2202	3075	2	1	na	na	
As	19	16	25	14	18	14	10	8	2	1	8,2	70	
Cd	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	nd	nd	0,2	0,2	1,2	9,6	
Pb	2,6	2,6	2,4	8,8	1,6	3,2	1,9	1,6	1	0,4	46,7	218	
Cu	4,2	9,1	1,8	4,6	1,6	11,7	0,7	2,1	0,2	0,1	34	270	
Cr	12,9	16,8	11,9	37,6	9,3	16,9	8,4	7,7	0,3	0,1	81	370	
Fe	10992	11680	10106	21988	6915	10759	4511	4249	3	2	na	na	
P	320	289	393	197	307	177	148	80	6	2	na	Nn	2000
Mn	91,2	71,8	127,5	141,0	60,4	87,5	46,9	31,4	1	0,3	na	na	
Hg	nd	0,02	nd	0,09	nd	0,03	nd	0,02	3	2	0,15	0,71	
Ni	3,8	5,8	3,2	10,1	3,2	6,6	3,1	3,9	1	0,4	20,9	51,6	
N-Kjeldahl	175	165	197	395	86	181	65	52	2	1	na	n	4800
Zn	6,3	7,9	4,6	22,8	3,1	8,8	3,2	3,5	1	0,4	150	410	

Parâmetro	PT 13 Topo (mg/kg)	PT 13 Base (mg/kg)	PT 14 Topo (mg/kg)	PT 14 Base (mg/kg)	PT 15 Topo (mg/kg)	PT 15 Base (mg/kg)	PT 16 Topo (mg/kg)	PT 16 Base (mg/kg)	L.Q (mg/kg)	L.D. (mg/kg)	NIVEL 1 CONAMA	NIVEL 2 CONAMA	VALOR ALERTA
Al	2318	4694	4274	14096	1355	13193	1086	7260	2	1	na	na	
As	9	10	16	6	12	6	4	4	2	1	8,2	70	
Cd	nd	0,1	0,2	0,1	nd	0,2	nd	nd	0,2	0,2	1,2	9,6	
Pb	13	2,6	2,8	3,9	1,2	3,8	1,2	2,4	1	0,4	46,7	218	
Cu	7,3	9,0	2,8	7,6	10,6	17,6	0,4	1,7	0,2	0,1	34	270	
Cr	7,9	12,2	15,0	17,6	6,5	18,9	5,2	8,8	0,3	0,1	81	370	
Fe	4427	7713	14376	8465	4571	8271	2170	2894	3	2	na	na	
P	nd	nd	nd	nd	213	221	94	69	6	2	na	na	2000
Mn	29,2	36,7	69,9	30,6	35,9	24,7	18,1	22,0	1	0,3	na	na	
Hg	nd	nd	nd	nd	0,02	0,03	nd	0,02	3	2	0,15	0,71	
Ni	3,5	5,5	4,4	8,1	2,8	6,7	2,2	5,5	1	0,4	20,9	51,6	
N-Kjeldahl	119	95	175	103	95	117	74	145	2	1	na	na	4800
Zn	3,0	6,0	7,3	12,3	2,6	11,6	1,6	6,0	1	0,4	150	410	



Os teores anômalos de Arsênio devem ser considerados com cautela, uma vez que esse comportamento é comum nos sedimentos costeiros do Estado do Espírito Santo. Estudos recentes têm demonstrado que os sedimentos do litoral capixaba apresentam uma tendência de enriquecimento nos teores de As, tal como atestam os estudos de Travassos *et al.* (*no prelo*), Baisch *et al.* (2008) e Mirlean *et al.* (*no prelo*). Segundo levantamento realizado por Travassos *et al.* (*op. cit.*), com base em resultados analíticos de sedimentos distribuídos ao longo de toda a costa do Espírito Santo (ver Figura 5.1.7.2-17), o valor médio da concentração de As nos sedimentos litorâneos do estado é de 28 mg/Kg, portanto, bastante superior ao limite definido para o nível 1 da Resolução CONAMA 344/2004, cujo valor é 8,2 mg/Kg, mas inferior à média aqui encontrada que foi de 18 mg/Kg. Assim, considera-se que o material a ser dragado, mesmo contendo concentrações de As acima do nível 1 estabelecido na legislação, tem pouca probabilidade de causar efeitos adversos aos organismos.

As concentrações dos diversos parâmetros considerados levam à conclusão de que a dragagem do canal para implantação do terminal portuário não deverá provocar impactos negativos, considerando-se seus aspectos geoquímicos. Impactos provocados por sedimentos deverão ser apenas físicos.

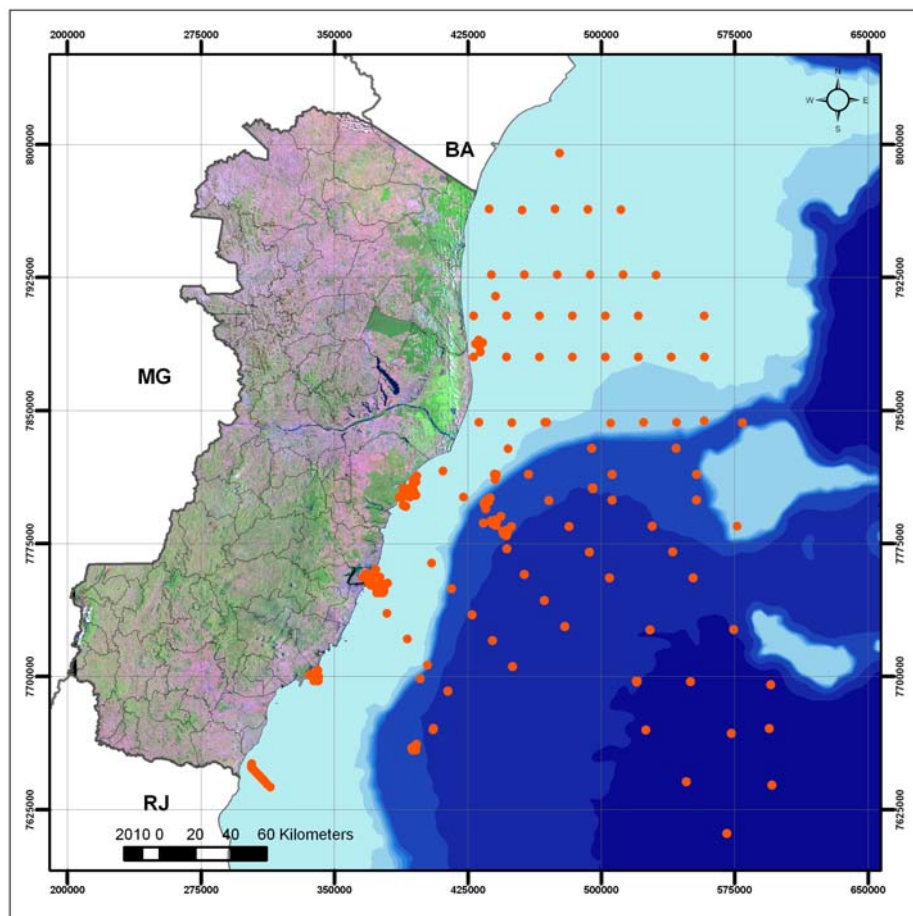


Figura 5.1.7.2-17: Locação das amostras de sedimentos usadas no estudo de TRAVASSOS *et al.* (no prelo).

### 5.1.7.3 Futuras dragagens de manutenção

Este item apresenta os resultados dos estudos efetuados para estimar as taxas anuais de dragagem esperadas para a bacia de evolução e o canal de acesso ao Terminal Portuário de Presidente Kennedy.

Na Figura 5.1.7.3-1 estão apresentadas as dimensões em planta das áreas a serem aprofundadas para a criação da bacia de evolução e do canal de acesso ao novo terminal. Os trechos do canal que não apresentam hachuras possuem profundidades naturais superiores às requeridas e, portanto, não necessitam de dragagem de implantação.

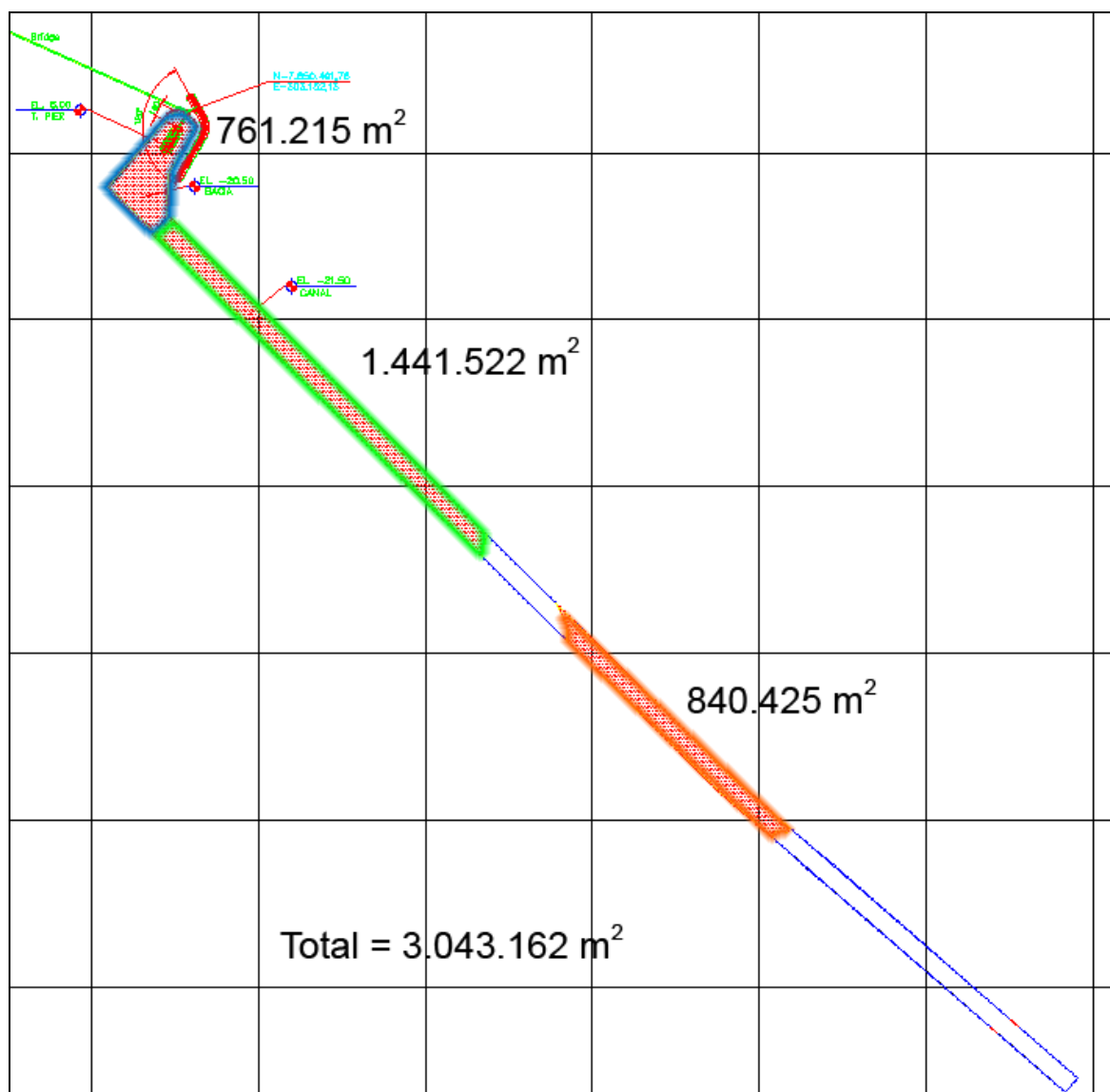


Figura 5.1.7.3.1: Dimensão em planta das áreas do terminal a serem aprofundadas.

#### a) Análise dos dados

A acumulação de sedimentos no canal de acesso e na bacia de evolução do novo terminal é determinada pelas características das velocidades do escoamento através do canal, pelas concentrações de sólidos em suspensão e pela velocidade de queda dos sedimentos em suspensão na coluna de água.

Nos estudos realizados de modelagem hidrodinâmica, dispersão da pluma de dragagem, transporte de sedimentos e impacto costeiro (ver item 5.1.8) foram apresentados e

discutidos detalhadamente todos os dados de campo disponíveis para a avaliação do impacto ambiental gerado pela implantação do Terminal de Presidente Kennedy. No presente item será feito apenas um breve comentário sobre as conclusões obtidas quanto aos parâmetros e agentes relevantes.

- Caracterização das correntes

Os dados de campo mostraram que as componentes da velocidade do escoamento na área de interesse são fracas, com valores máximos em torno de 0,3 m/s. A velocidade mais frequente da corrente está na ordem de 0,1 m/s.

A circulação d'água na área de interesse se processa paralelamente à costa. Isto significa que as correntes atuantes na área do projeto estarão movendo-se perpendicularmente ao canal de acesso, fato relevante em termos de sedimentação no canal e de dragagens de manutenção. Na bacia de evolução, o quebra-mar criará uma zona abrigada (zona de sombra) onde as velocidades das correntes serão muito baixas, favorecendo a deposição do material em suspensão.

- Sedimentos em suspensão

A concentração de sólidos em suspensão foi medida por CEPEMAR em agosto de 2009 em 14 pontos da área de interesse. Em todos os pontos foram feitas três medições de concentrações de sólidos em suspensão: na superfície, no meio e no fundo. O valor médio calculado a partir das 12 medições realizadas é de 5,11 mg/L, o que representa uma massa específica de  $5,11 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$  (mais detalhes ver item 5.1.5.2 – Qualidade das Águas Marinho-Costeiras).

- Sedimentos superficiais de fundo

A análise do sedimento superficial de fundo mostrou que o material existente é constituído principalmente por areia média e grossa. As percentagens de material fino (lama) encontradas são pequenas.

Para a parcela do material fino foi calculado um diâmetro médio de 62.5 micrômetros. Pela escala de WENTWORTH, esse material está próximo da faixa de transição entre a areia muito fina e o silte muito grosso.

- Velocidade de deposição das partículas

Além das velocidades das correntes, a acumulação de sedimentos no canal de acesso e na bacia de evolução do novo terminal é determinada pelas concentrações e pela velocidade de queda dos sedimentos em suspensão na coluna de água.

A velocidade de deposição das partículas de sedimentos pode ser calculada pela formulação proposta por Van Rijn em 1984. As velocidades de deposição são estimadas pelas expressões:

$$w_s = \frac{1}{18} \frac{(s-1)gD_s^2}{\nu}, \quad D_s < 100\mu m$$

$$w_s = 10 \frac{\nu}{D_s} \left\{ \left[ 1 + \frac{0,01(s-1)gD_s^3}{\nu^2} \right]^{0,5} - 1 \right\}, \quad 100\mu m < D_s < 1000\mu m$$

$$w_s = 1,1 \left[ (s-1)gD_s \right]^{0,5}, \quad D_s > 1000\mu m$$

Os seguintes parâmetros são apresentados nas equações:

- $w_s$  = velocidade de deposição;
- $s$  = densidade dos sedimentos;
- $\nu$  = viscosidade cinemática da água;
- $D_s$  = diâmetro dos grãos de sedimentos;
- $g$  = aceleração da gravidade.

Para o material fino característico com um diâmetro médio de aproximadamente 62.5 micrômetros, a aplicação da equação de Van Rijn para  $D_s < 100\mu m$  forneceu uma velocidade de queda aproximadamente igual a 0.003 m/s. A Figura 5.1.7.3-2 apresenta o gráfico construído por Teisson, 1991, para a velocidade de queda de partículas isoladas e floculadas.



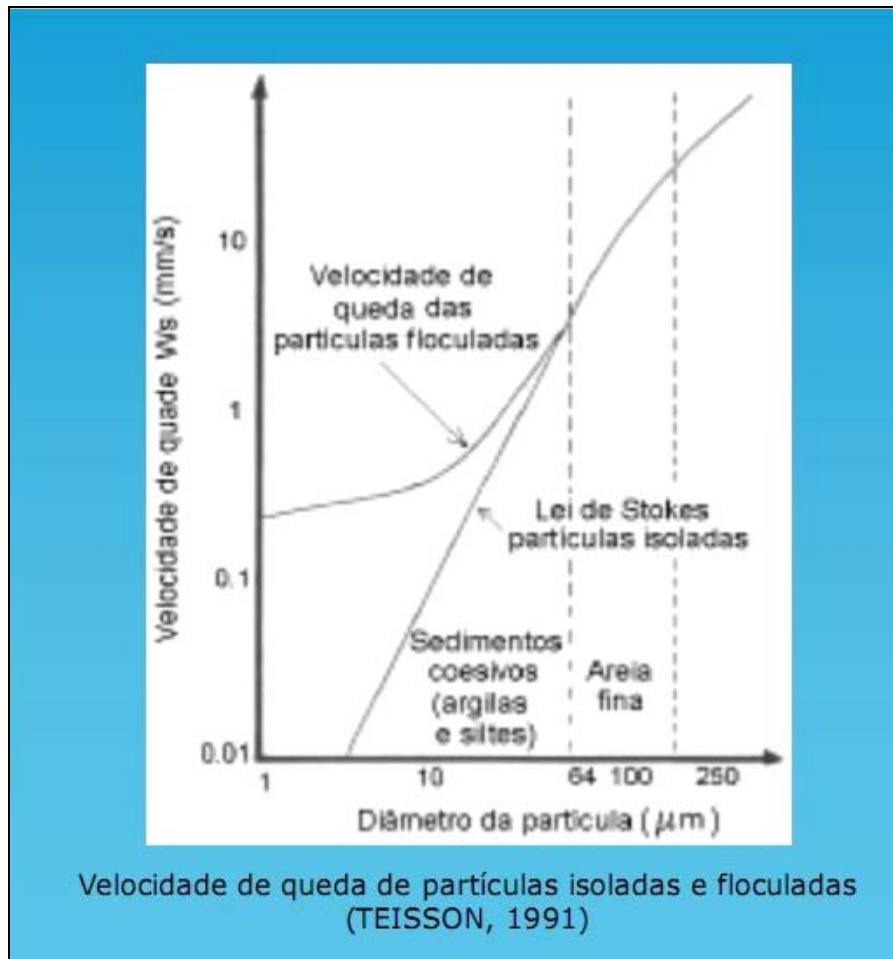


Figura 5.1.7.3-2: Velocidade de queda dos sedimentos, por TEISSON (1991).

## b) Processo de sedimentação

Com o aprofundamento do leito marinho, para a criação da bacia de evolução e do canal de acesso ao novo terminal, tem-se como resultado velocidades do escoamento mais fracas do que as atualmente existentes nesses dois locais. Como consequência, ficará favorecida a deposição dos sedimentos nessas duas áreas.

A hipótese assumida nos cálculos apresentados a seguir é a de que uma vez que o sedimento tenha sido aprisionado nesses locais, ele não voltará a circular no meio ambiente por meios naturais. Ou seja, ele terá de ser removido por dragagens periódicas de manutenção a fim de manter a profundidade de projeto.

- Acumulação anual de sedimentos no canal de acesso e bacia de evolução

A área total, que estará sujeita à sedimentação, tem aproximadamente 3 milhões de metros quadrados. A concentração média dos sólidos em suspensão nessa área foi avaliada em 5,11 mg/L, ou 0,00511kg/m<sup>3</sup>. Entretanto, este valor é aparentemente baixo. Concentrações tão baixas quanto 5 mg/L dificilmente podem ser notadas visualmente. Levando-se em consideração que plumas de sedimento podem ser claramente observadas de imagens de satélite, pode-se concluir que a concentração média real deve ser mais alta que esse valor, uma vez que a foz do rio Itabapoana está próxima da área do terminal e consistirá em uma fonte significativa de sedimentos finos em suspensão em condições de correntes dirigidas para NNE.

Assim, para a presente análise se considerou uma concentração média de 50 mg/L (  $5 \times 10^{-2}$  kg/m<sup>3</sup>). Este valor é aproximadamente dez vezes maior que as concentrações medidas na coleta de dados de CSS realizada. Entretanto, concentrações de sedimento desta magnitude têm sido observadas regularmente em águas costeiras do litoral sul do Espírito Santo.

O tipo de sedimento considerado foi argila e silte, com origem fluvial, sobretudo durante os períodos de alta descarga dos rios e incremento na contribuição vinda do continente para o mar. As velocidades de queda deste tipo de sedimento são tipicamente da ordem de  $2 \times 10^{-4}$  m/s. Este valor, bastante conservativo, é usado na presente estimativa, sendo inferior ao valor de velocidade de queda correspondente para o sedimento de fundo encontrado na região (0.003 m/s).

Considerando-se que o material uma vez depositado no canal de acesso ou na bacia portuária não será removido novamente, a acumulação média por metro quadrado - Ac pode ser estimada como o produto da concentração média - Cm e a velocidade de queda - Vq.

$$Ac \text{ (kg/s/m}^2\text{)} = Cm * Vq$$

Integrando a equação acima por um ano inteiro, a acumulação anual média de sedimentos resulta em  $A_c = 315 \text{ kg/ano/m}^2$ .

Considerando-se uma densidade do material coesivo de  $1.500 \text{ kg/m}^3$ , a taxa inicial de sedimentação chega a 20 cm por ano. Na natureza, o depósito sedimentar irá se consolidar e talvez seja ressuspensionado. Assim, a taxa anual de sedimentação esperada encontra-se em torno de 10 a 20 cm. Dado o abrigo gerado pelo quebra-mar, a área de berços e bacia de evolução terá uma redução de profundidade maior que a do canal de acesso.

Assim, para a área total do canal de acesso e área portuária, que juntas têm aproximadamente  $3.000.000 \text{ m}^2$ , o volume total de assoreamento é estimado da ordem de  $300.000$  a  $500.000 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

No momento, a ausência de uma série temporal longa suficiente de dados de concentração de sólidos em suspensão não permite cálculos mais detalhados em modelos matemáticos para prever o assoreamento anual a que estará submetido o novo terminal. Entende-se que a abordagem física aqui empregada, de cálculo analítico, fornece uma estimativa realista. Assim, estes valores deverão ser confirmados através da continuidade das medições e avanço da modelagem numérica.

Salienta-se que a estimativa de sedimentação apresentada está na mesma faixa de valores observada em outros terminais portuários da região. Entre 1993 e 2006 foi calculada, através de dados batimétricos, uma sedimentação de aproximadamente  $67.000 \text{ m}^3/\text{ano}$  para a bacia portuária do Terminal Privativo de Portocel, no Porto de Barra do Riacho, Aracruz/ES. Isto corresponde a uma sedimentação consolidada entre 8 e 10 cm por ano. Esta taxa não é resultado de uma simulação, é uma taxa real medida na natureza.

c) Periodicidade das dragagens de manutenção

O volume estimado de assoreamento é da ordem de 300.000 a 500.000 m<sup>3</sup>/ano. O decréscimo de profundidade foi calculado entre 10 e 20 cm/ano. Ressalta-se que esses valores são conservativos. A batimetria suave da região torna o canal de acesso longo, implicando uma área de dragagem grande, embora pouco profunda. Isto contribui no valor global de sedimentação aparentemente elevado, mesmo em um porto já estabelecido em área de boas profundidades naturais.

Entretanto, quanto à magnitude da taxa de dragagem, pode-se afirmar que representa volumes relativamente pequenos quando comparados com volumes de outras obras de dragagem, tipicamente realizadas nos portos brasileiros. A Tabela 5.1.7.3-1 apresenta os volumes necessários para manutenção e aprofundamento de alguns importantes portos brasileiros. Os dados foram obtidos das autoridades portuárias responsáveis e constam no Plano Anual de Dragagem do Ministério dos Transportes para 2007.

Tabela 5.1.7.3-1: Volumes estimados de dragagem em 2007.

<b>Porto</b>	<b>Volume estimado para Manutenção em 2007 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume estimado de Aprofundamento em 2007 (m<sup>3</sup>)</b>
Santos	3.660.000	2.500.000
Rio Grande - RS	1.670.000	2.000.000
Paranaguá	3.600.000	-
Rio de Janeiro	4.500.000	-

Considerando-se principalmente que a variação na profundidade será pequena anualmente, e que o terminal e canal de acesso possibilitam o uso de equipamentos de dragagem de grande capacidade, inicialmente planejam-se dragagens de manutenção a cada 4 anos. Possivelmente esta periodicidade será maior, pois os volumes estimados de sedimentação estão com boa margem de segurança. Eventualmente poderão ocorrer apenas dragagens de menor porte para remoção de assoreamentos localizados sobretudo nas áreas do recinto portuário. Dragagens de maior porte, que incluirão integralmente a bacia de evolução e canal de acesso, poderão ocorrer em intervalos maiores, entre 5 e 10 anos.

### 5.1.8 Modelagem

A implantação do Terminal Portuário de Presidente Kennedy implica a construção de um quebra-mar com dimensões significativas, assim como uma dragagem de implantação de grande porte, bem como outras estruturas costeiras (ponte de acesso e píer de atracação). Tais intervenções têm potencial para impactar o meio físico.

De modo a analisar os mencionados impactos, o TR emitido pelo IBAMA sugere a execução de simulações numéricas computacionais (modelagens), a qual é apresentada no Anexo 19 deste EIA.

A seguir, apresenta-se um breve resumo sobre a modelagem executada, a qual foi desenvolvida pela empresa HM Engenharia, em parceria com o Danish Hydraulic Institute (DHI) e envolvem: simulações de propagação de ondas, simulações hidrodinâmicas; simulações da pluma de dragagem; cálculos de transporte litorâneo; estimativa do impacto na morfologia da linha de costa; e estimativa das taxas anuais de sedimentação esperadas no canal de acesso e na bacia de evolução do terminal.

#### a) Modelagem numérica de ondas

Realizou-se um estudo de transformação de ondas, no qual a propagação e deformação das vagas e marulhos do largo para a costa foram simuladas. O modelo de onda foi calibrado usando dados medidos *in situ*, tal como apresentado no item 5.1.6.1 – Regime de ondas, correntes e marés.

Devido a uma acentuada obliquidade do ângulo de incidência, a componente de marulho é consideravelmente reduzida perto da linha de costa. A média anual ponderada na altura de onda significativa ao longo da isóbata de 15m é aproximadamente 1 m, o período de pico em torno de 5s e a direção média de onda de 90 graus. Alturas de ondas de vagas raramente excedem 4 metros. Dos marulhos, observam-se alturas de ondas inferiores a 2,5 m na maior parte do tempo. Aproximadamente 50% da energia de onda está



concentrada nas alturas de onda entre 0,80 e 1,40 m, 80% dos períodos entre 3 a 6 s e aproximadamente 45% da energia vem de direções entre 55 e 85 graus.

Verifica-se que o quebra-mar causa uma significativa atenuação da energia ondulatória na zona de sombra. Entretanto, a grande distância da costa, possibilita certa recomposição de energia antes da arrebentação. Nota-se também um pequeno efeito de empolamento da onda na região do canal de acesso. As características das ondas modeladas na área próxima à costa indicam que o novo porto apresenta bom abrigo da ação das ondas (ver Figuras 5.1.8-1 e 5.1.8-2).

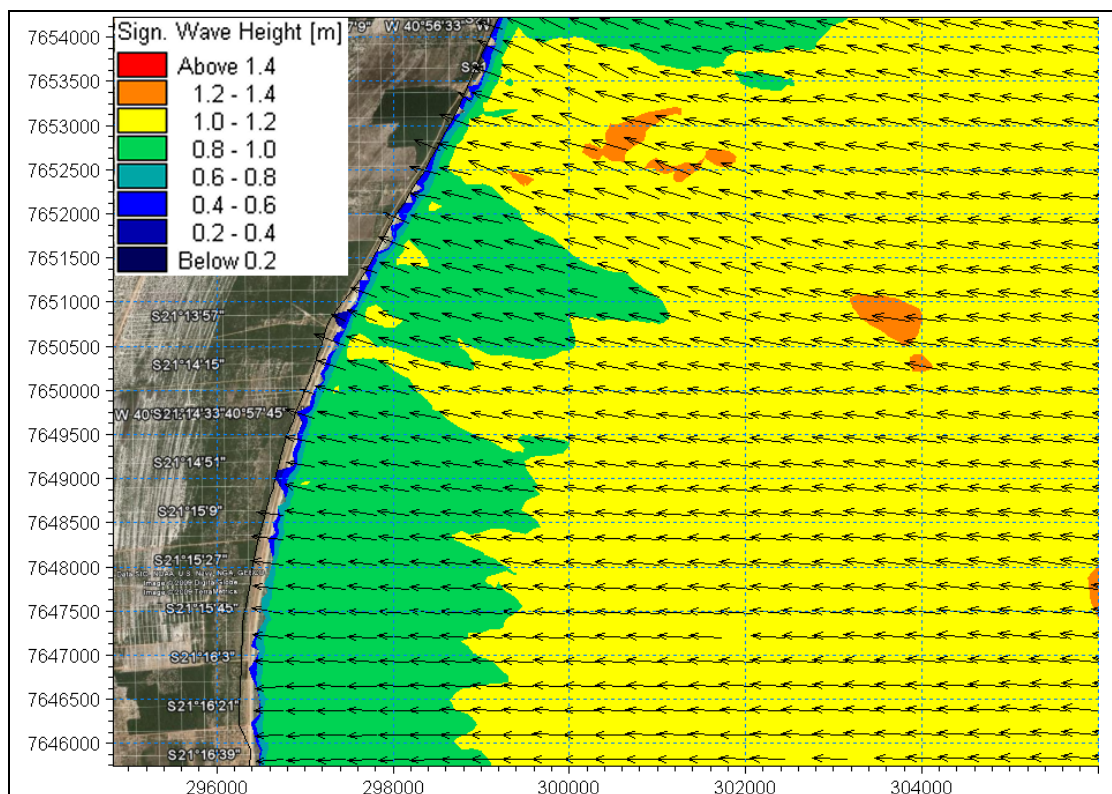


Figura 5.1.8-1: Resultado de Propagação de onda.  $H_s = 1,5$  m,  $T_p = 8$  s,  $MWD = 90^\circ$  - Situação atual. Fonte: HM Engenharia.

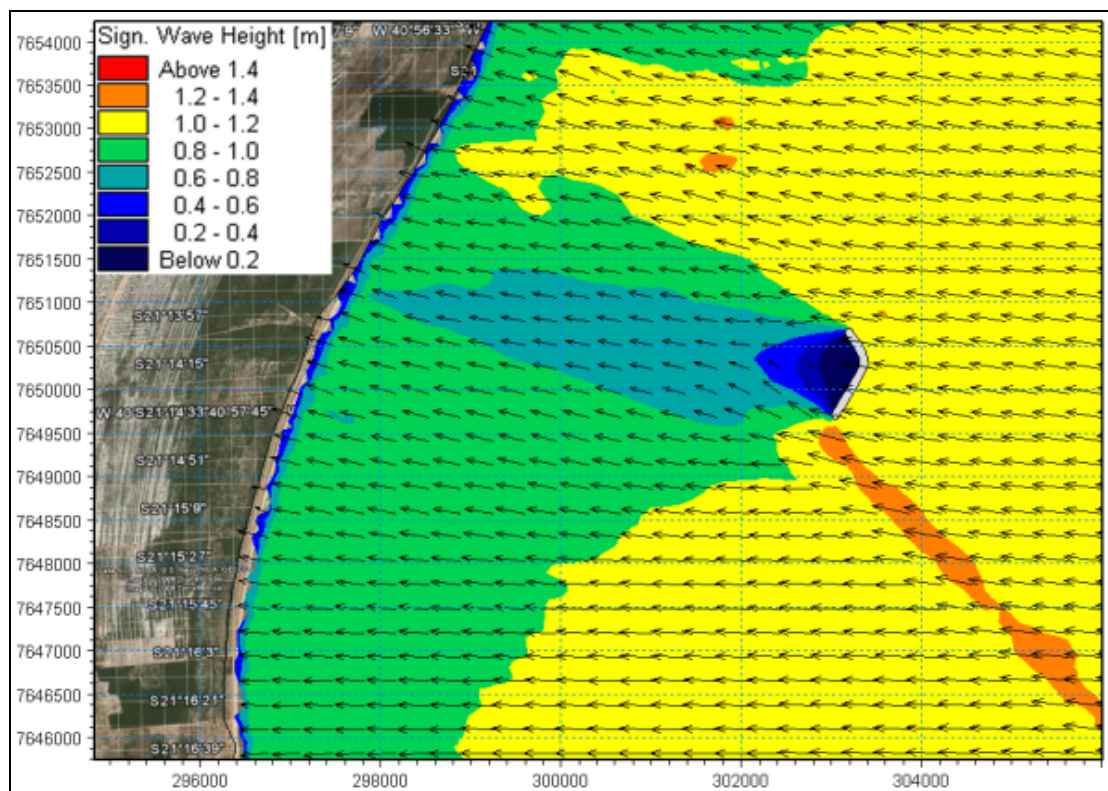


Figura 5.1.8-2: Resultado de Propagação de onda.  $H_s = 1,5$  m,  $T_p = 8$  s,  $MWD = 90^\circ$  - Situação futura. Fonte: HM Engenharia.

## b) Modelagem hidrodinâmica

Um modelo numérico tridimensional, com batimetria representada por malha flexível, foi estabelecido para simular os padrões hidrodinâmicos e de transporte de sedimentos finos em suspensão, relacionados à implantação de um novo terminal portuário em Presidente Kennedy, Estado do Espírito Santo.

Os resultados da modelagem hidrodinâmica mostraram que o padrão de circulação d'água na área do projeto fica afetado apenas localmente em função da implantação do quebra-mar de proteção do terminal e canal de dragagem. Nenhuma mudança foi observada junto à costa, ou mais ao largo, isto inclui o canal de acesso dragado e a área de descarte (Figuras 5.1.8-3 e 5.1.8-4).

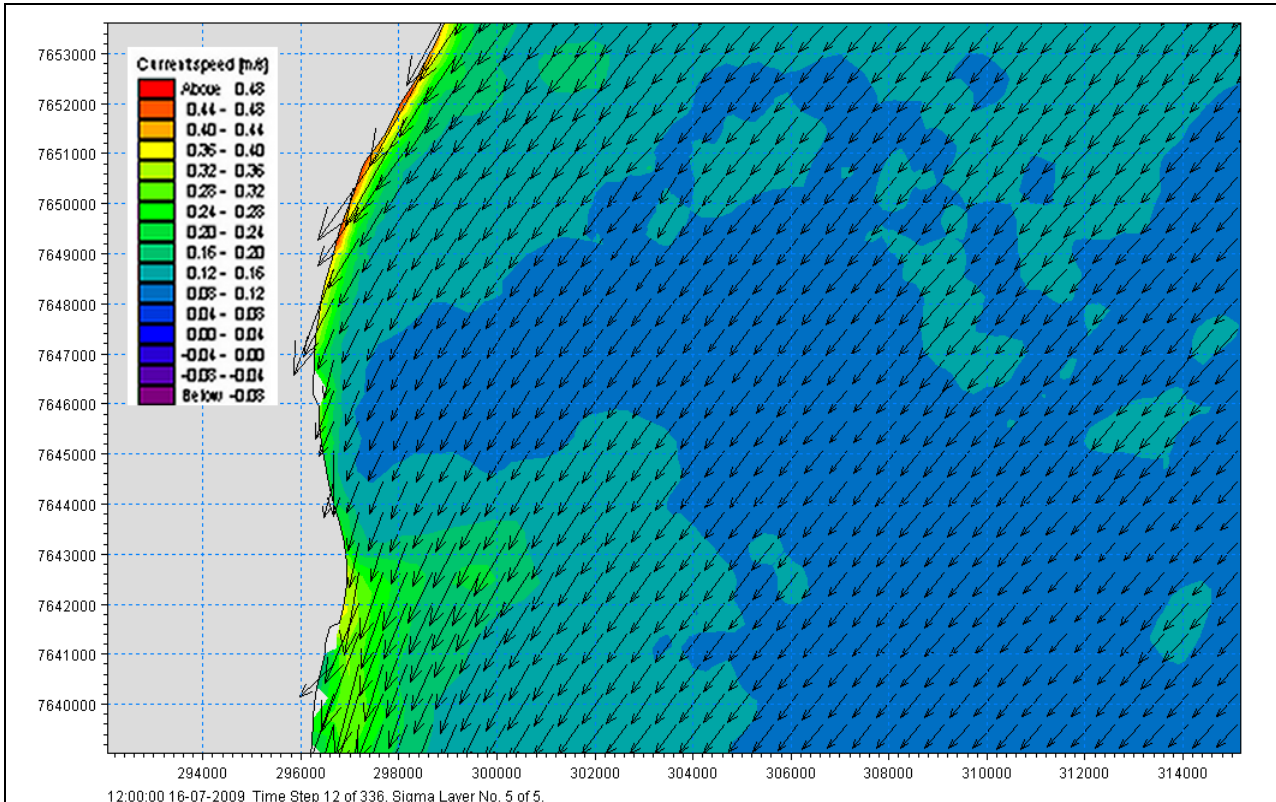


Figura 5.1.8-3: Padrão de circulação hidrodinâmica sem o terminal – Dia 16/07/2009 – 12h00. Fonte: HM Engenharia.

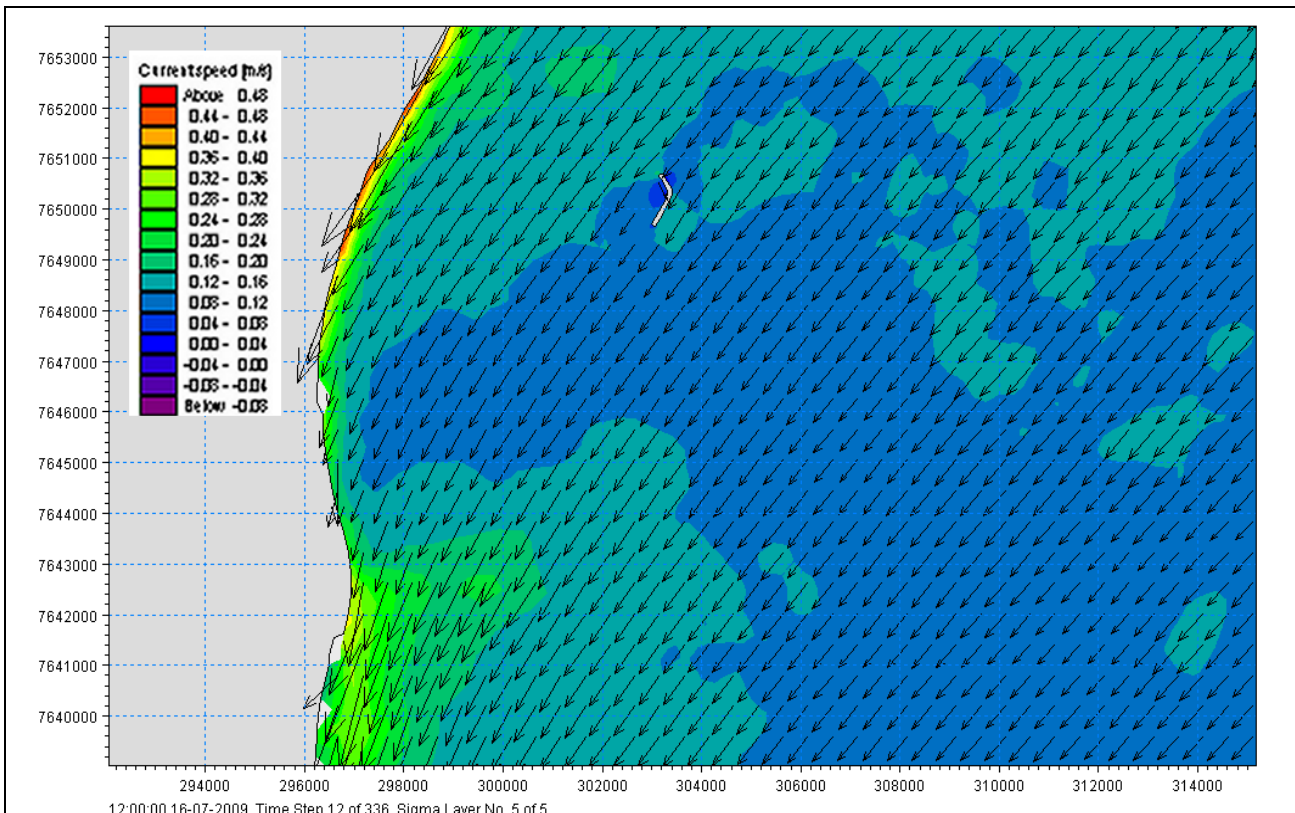


Figura 5.1.8-4: Padrão de circulação hidrodinâmica com o terminal – Dia 16/07/2009 – 12h00. Fonte: HM Engenharia.

c) Modelagem e dispersão da pluma

As análises feitas para os sedimentos superficiais de fundo coletados na área do projeto indicaram que o material a ser dragado é constituído predominantemente por areia média e grossa. Esse material, ao ser lançado na área de descarte, fica muito pouco tempo em suspensão, indo direto para o fundo. Considerando-se o volume de material a ser dragado e a dimensão da área de descarte, estima-se que a elevação do fundo ficará em torno de 75 cm. Como a profundidade na área de descarte é de aproximadamente 30 m, não deverá ser observado impacto proveniente dessa atividade no meio físico.

O material mais fino encontrado no local do empreendimento tem diâmetro médio de 62.5 micrômetros, o que o coloca na fase de transição entre a areia muito fina e o silte grosso. A velocidade de deposição desse material, calculada pela equação de Stokes, é de 0.003 m/s. Para reforçar o caráter conservativo das investigações realizadas, assumiu-se para a velocidade de deposição da parcela do material fino a ser lançado na área de descarte um valor de 0.001 m/s, que é 3 vezes menor do que o que foi calculado para o sedimento existente. Também com esse intuito, adotaram-se, nas simulações hidrodinâmicas, condições extremas de ventos, cujas probabilidades de ocorrência na natureza são mínimas.

A simulação de espalhamento da pluma dos sedimentos finos mostrou que não há o risco de aporte de sedimentos no litoral nem em outras áreas ambientalmente sensíveis. A pluma tende a se mover paralelamente ao litoral, sem se afastar muito do ponto de descarte (Figura 5.1.8-5).

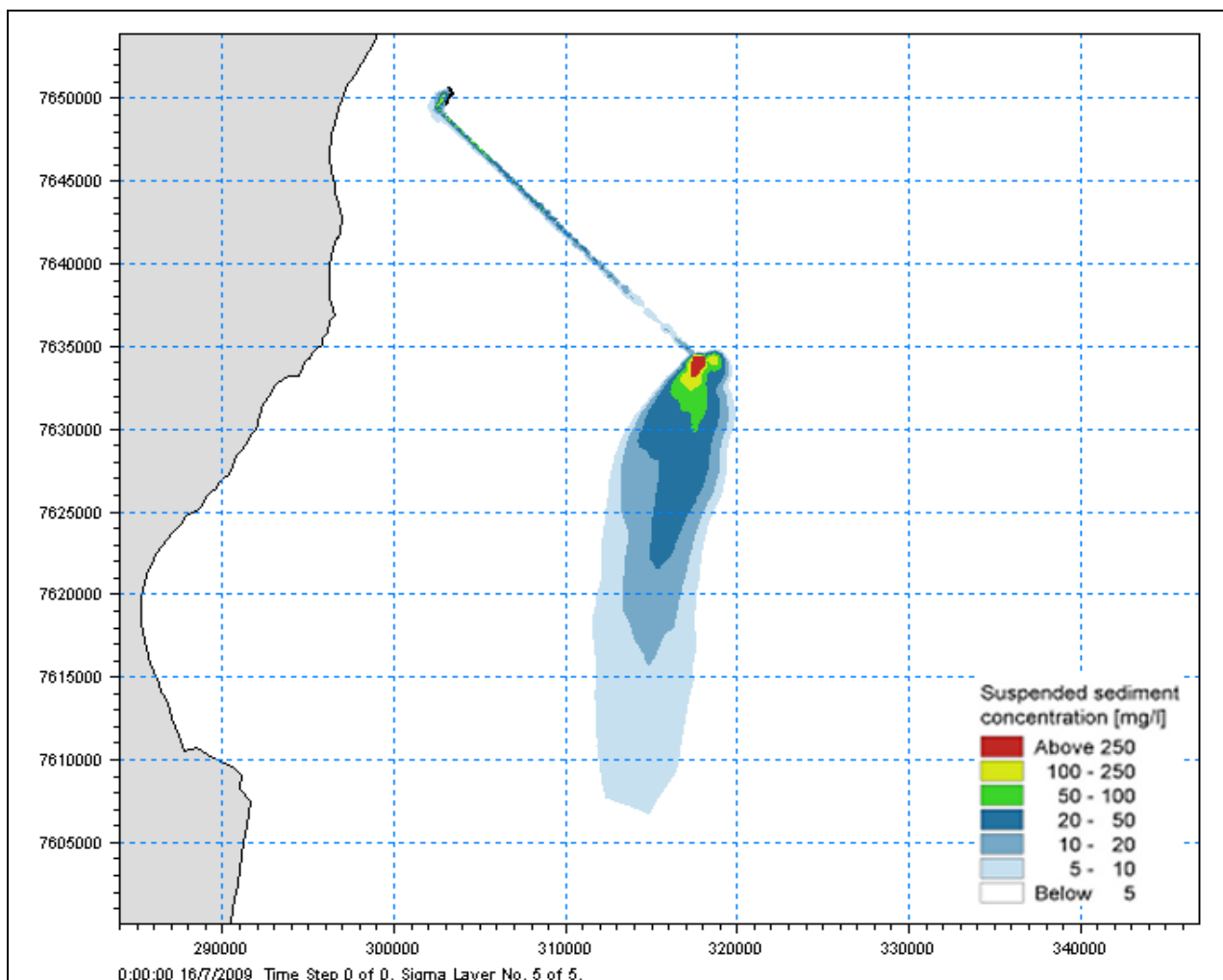


Figura 5.1.8-5: Concentrações máximas na superfície para condições extremas de vento Nordeste. Fonte: HM Engenharia.



d) Modelagem da linha de costa

Os resultados da modelagem mostram que a implantação do terminal irá acarretar a criação de um saliente de linha de costa, cujo comprimento será de 250 m (Figura 5.1.8-6). A extensão do saliente será de aproximadamente 5 km para cada lado a partir da linha de centro do quebra-mar.

O volume de acumulação total estimado, devido ao estabelecimento do porto, é de aproximadamente 5 milhões de m<sup>3</sup>. Levando-se em consideração que o transporte de sedimentos litorâneo global é da ordem de 140.000 m<sup>3</sup>/ano, o tempo necessário para que a nova situação de equilíbrio seja atingida é de aproximadamente 35 anos.

A resposta da linha de costa aqui descrita ocorrerá nos próximos **35 anos** se nenhuma medida mitigadora for realizada para controlar o acúmulo de material na praia. Ainda, espera-se que alguma erosão costeira possa ocorrer enquanto o saliente desenvolve sua forma de equilíbrio. A erosão de praia ocorrerá ao longo das praias ao norte e ao sul do porto. A máxima erosão de linha de costa que poderá ocorrer durante a formação do saliente é estimada em aproximadamente 50 m.

A formação do saliente previsto será um processo lento, uma vez que o porto está localizado distante da costa. A grande distância causa uma variação pequena no gradiente longitudinal da taxa de transporte litorâneo. Por outro lado, devido a este afastamento grande da praia, os efeitos do porto na linha de costa poderão ser sentidos a uma distância relativamente grande ao longo da costa.

Com o objetivo de controlar a evolução da linha de costa por detrás do porto e evitar erosão de praia ao longo das praias adjacentes, recomendou-se o desenvolvimento de um Programa de Monitoramento Morfodinâmico da Linha de Costa.

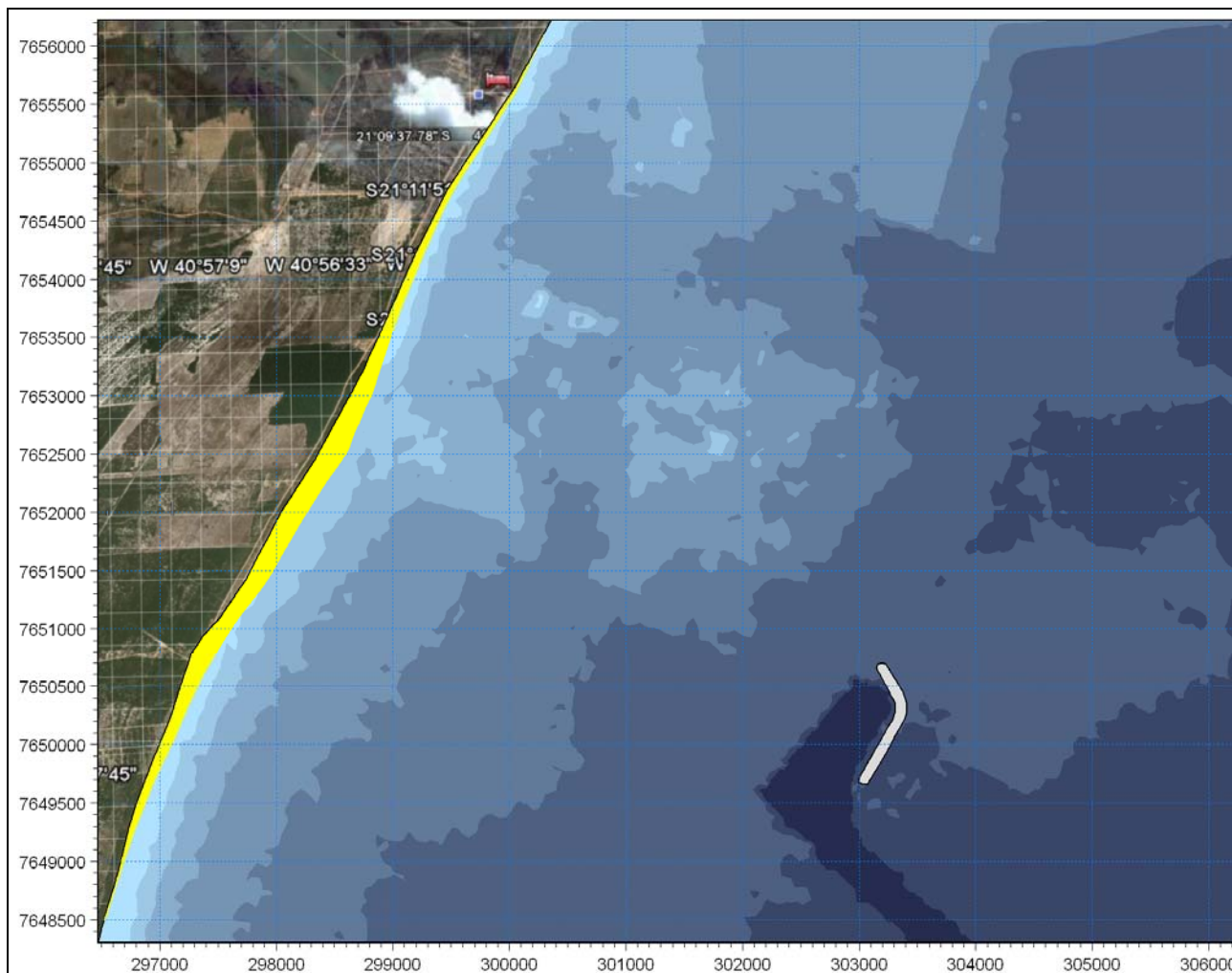


Figura 5.1.8-6: Configuração de equilíbrio da linha de costa aproximadamente 35 anos depois do estabelecimento do porto. A hachura amarela indica a acreção de areia. Fonte: HM Engenharia.

## 5.1.9 Ruídos

### a) Considerações gerais

A área de implantação da retroárea e dos alojamentos é caracterizada pelo uso rural, com ocupação humana bastante rarefeita nas vizinhanças, situada em região fronteiriça (ao norte) com o loteamento Nova Marobá, o qual possui características de um balneário com ocupação antrópica flutuante, devido à baixa estação. A distância do balneário em relação ao futuro empreendimento é de aproximadamente 2.900m. A outra comunidade mais próxima é a Vila Marobá com ocupação de maior densidade, por ser mais antiga, estando situada a aproximadamente 3.800m de distância ao norte do empreendimento. Ao sul a comunidade mais próxima é a do balneário Praia das Neves, distante cerca de 5.000m.

O canteiro de obras marítimas, localizado na margem norte a jusante do Rio Itabapoana, em frente a comunidade de Barra de Itabapoana-RJ, como parte integrante do empreendimento, também foi analisado quanto aos níveis de pressão sonora.

#### b) Metodologia

Com o objetivo de avaliar o nível de pressão sonora que o empreendimento irá acarretar nas comunidades vizinhas, nas suas áreas de intervenção foram efetuadas medições de acordo com a Resolução CONAMA 01 de 08/03/1990, com metodologia preconizada pela NBR 10151 de 1987, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, atualizada em junho de 2000.

- Instrumental utilizado

- Medidor de nível de pressão sonora Larson Davis LXT2 com filtros de bandas de oitava, que atende às normas IEC-60651/2001, 60804/2000, AHSIS1.4-1983(R206), S1.43-1997, S1.2S-1991, S1.11-2004; IEC 61672-2002, 61260-2001, 61252-2002.
- Calibrador marca Larson Davis, Mod. Cal. 200, que atende à norma 60942/1988 e outras específicas.
- Protetor de microfone de espuma de borracha (Scrim).
- GPS modelo 12 GARMIM-USA.
- Tripé.

Os equipamentos usados nesta avaliação foram submetidos a uma calibração instrumental através da empresa PCB Piezetroneis - USA.

- Etapas

- Reconhecimento e avaliação das áreas habitadas nas proximidades do futuro empreendimento.

- Determinação dos pontos de amostragem para medição dos NPS e georreferenciamento através do GPS.
- Dados comparativos dos NPS nos períodos diurno e noturno.
- Diagnóstico do ambiente sonoro da região no momento atual.

As medições foram efetuadas na ausência da fonte objeto de estudo, no horário e ambiente considerados, ignorando-se eventuais ruídos transitórios, tais como os veículos automotores, aeronaves e outras fontes passageiras dignas de nota (trovões e chuvas). O medidor de nível de pressão sonora foi programado para operar na curva de compensação “A”, com circuito de resposta ajustado para a posição lenta (*slow*) e rápida (*fast*) e na função LAeq. O instrumento foi calibrado antes e depois de cada grupo de medições, a fim de certificar-se de seu bom desempenho.

Com relação às medições efetuadas nas comunidades próximas ao empreendimento, buscou-se inicialmente obter um nível de pressão sonora equivalente LAeq em dB(A) com o aparelho mantido a 1,20m do solo e na ausência de barreiras reflexivas.

As avaliações do nível de ruído foram efetuadas de acordo com os padrões estabelecidos pela NBR 10151 da ABNT (“Avaliação do ruído em áreas habitadas visando ao conforto da comunidade”). Tais padrões de ruído são apresentados na Tabela 5.1.9-1, a seguir:

Tabela 5.1.9-1: Nível critério de avaliação para ambientes externos da NBR – 10151 da ABNT.

TIPOS DE ÁREA	DIURNO	NOTURNO
- Áreas de sítios e fazendas	40	35
- Área estritamente residencial urbana ou de Hospitais ou de Escolas	50	45
- Área mista, predominantemente residencial	55	50
- Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
- Área mista, com vocação recreacional	65	55
- Área predominantemente industrial	70	60

### c) Resultados

- Comunidades no entorno da retroárea e área dos alojamentos: MAROBÁ

As avaliações de NPS abrangeram as comunidades com potencial de ter o seu ambiente sonoro alterado com a implantação do empreendimento. Sendo assim, foram adotadas técnicas para obtenção do ruído de fundo (*background*) e outros índices, cujos cálculos obedecem às leis estatísticas de distribuição de frequência de ocorrência, para caracterização do presente diagnóstico.

Os índices de sonoridade apresentados na Tabela 5.1.9-2 são: LAeq, L<sub>1</sub>, L<sub>10</sub>, L<sub>50</sub> e L<sub>90</sub>. O LAeq representa a média da energia sonora durante um intervalo de tempo, também denominado nível equivalente; o índice L<sub>n</sub> indica o nível que foi superado em “n”% do tempo durante a medição do LAeq; o índice L<sub>90</sub> aproxima o ruído de fundo, enquanto que o L<sub>10</sub> pode ser visto como uma aproximação para o nível com maior potencial de incômodo no período. A diferença entre L<sub>10</sub> e L<sub>90</sub> fornece informação referente à variabilidade de ruído.

Conforme explicitado na metodologia, foram levantados os valores do NPS (LAeq) nos mesmos pontos referenciados nos períodos diurno e noturno nas áreas adjacentes ao futuro empreendimento, classificadas como áreas mistas, com vocação recreacional, sendo 3 (três) em Nova Marobá e 5 (cinco) na Vila Marobá.

A Figura 5.1.9-1 apresenta as fotos dos pontos amostrados, e a Figura 5.1.9-2 apresenta o mapa de localização dos pontos de cada comunidade por coordenadas UTM.

A seguir, são apresentados os níveis de ruído na Tabela 5.1.8-2, medidos nos dias 13 e 14/08/09 nos períodos diurnos e noturnos, entre 16h00 e 19h00 e 22h10 e 00h05. As avaliações foram efetuadas em condições de vento nordeste fraco durante o dia e forte durante a noite.



A região objeto do estudo foi caracterizada como sendo uma “área mista, com vocação recreacional (balneário)”, com nível de NPS de referência de 65 dB(A) para o período diurno e 55 dB(A) para o período noturno, conforme Tabela 5.1.9-2, a seguir:

Tabela 5.1.9-2: Avaliação de níveis de pressão sonora em comunidades adjacentes ao empreendimento. Data: agosto/2009.

PONTO	LOCALIZAÇÃO	POSIÇÃO (UTM) SAD 69	NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EM dB(A)				NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EM dB(A)							
			Período Diurno				Período Noturno							
			LAeq	L <sub>99</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>1</sub>	LAeq	L <sub>99</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>1</sub>
01	Rua C Quadra K L-4 Nova Marobá	299289	51,1	41,5	44,2	51,2	53,6	55,0	43,2	41,2	42,1	43,2	44,2	44,6
		7654866												
02	Unidade de Saúde Vila Marobá	299693	42,7	38,4	39,9	41,8	44,4	49,1	38,5	38,8	38,2	38,7	39,1	39,2
		7655553												
03	Pastelaria Lim. Verão Frontal praia - Vila Marobá	299898	59,6	48,5	49,6	51,6	55,9	73,4	52,4	52,5	52,6	52,9	53,7	54,0
		7655552												
04	Frontal Assembleia de Deus – Vila Marobá	299472	55,9	42,9	45,3	49,2	54,7	70,5	40,0	36,9	37,6	39,1	41,8	46,0
		7655925												
05	Frontal ao Ginásio de Esportes- Vila Marobá	299410	44,4	37,8	39,0	42,1	47,3	51,2	45,0	35,4	35,5	36,1	45,7	46,2
		76575												
06	Rua F Quadra “O” L18 Nova Marobá	299463	47,7	40,1	40,8	42,9	50,8	58,6	41,0	40,9	40,9	41,0	41,3	41,3
		7655053												
07	Rua Principal de Acesso a rodovia - Vila Marobá	299804	51,3	43,5	44,5	46,4	52,6	63,6	42,0	41,0	41,3	41,7	41,9	42,0
		765645												
08	Quadra “M” Casa s/n Nova Marobá	299533	46,2	41,8	43,3	44,9	49,0	53,0	47,2	43,9	44,0	44,3	51,4	51,5
		7655179												

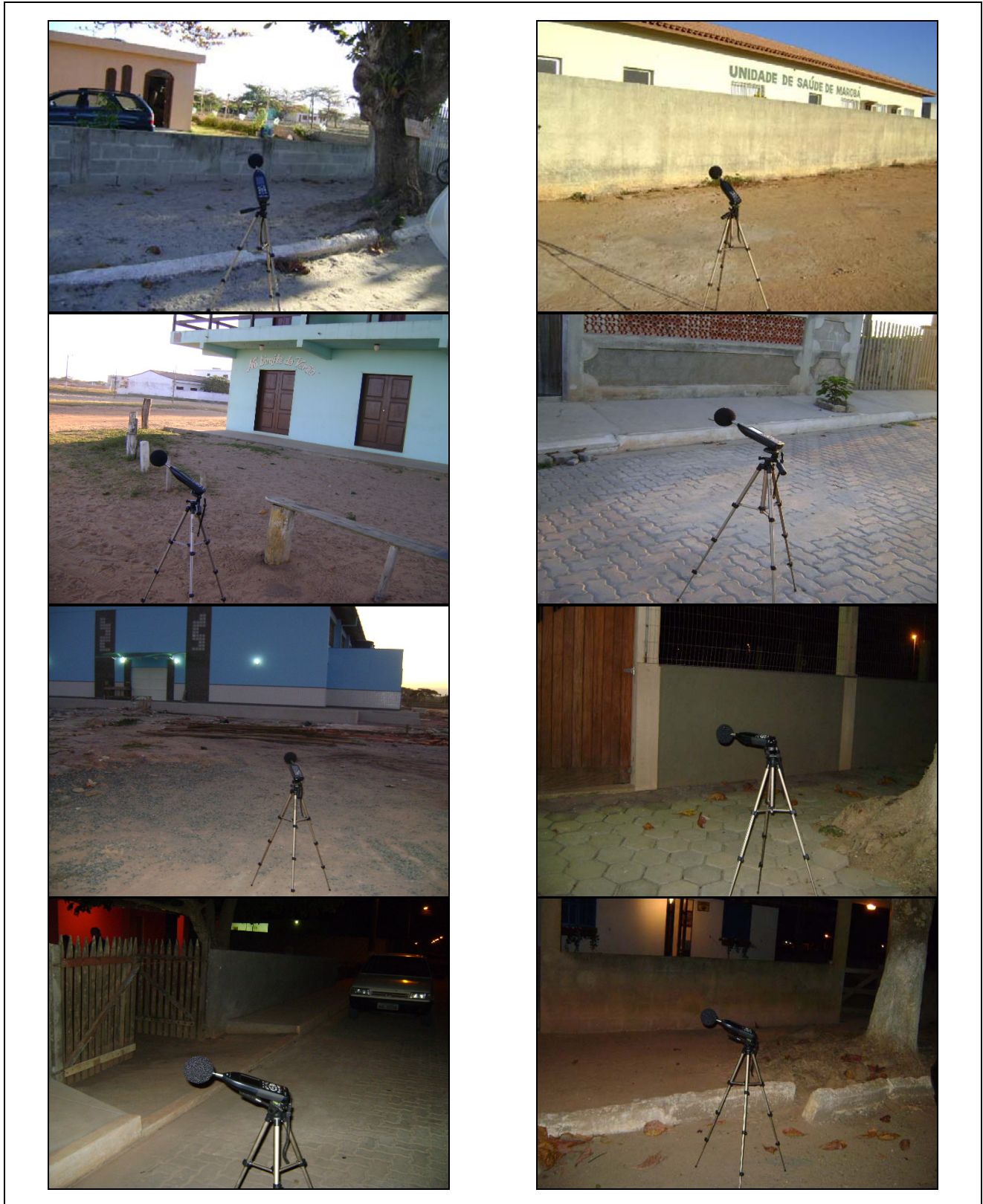
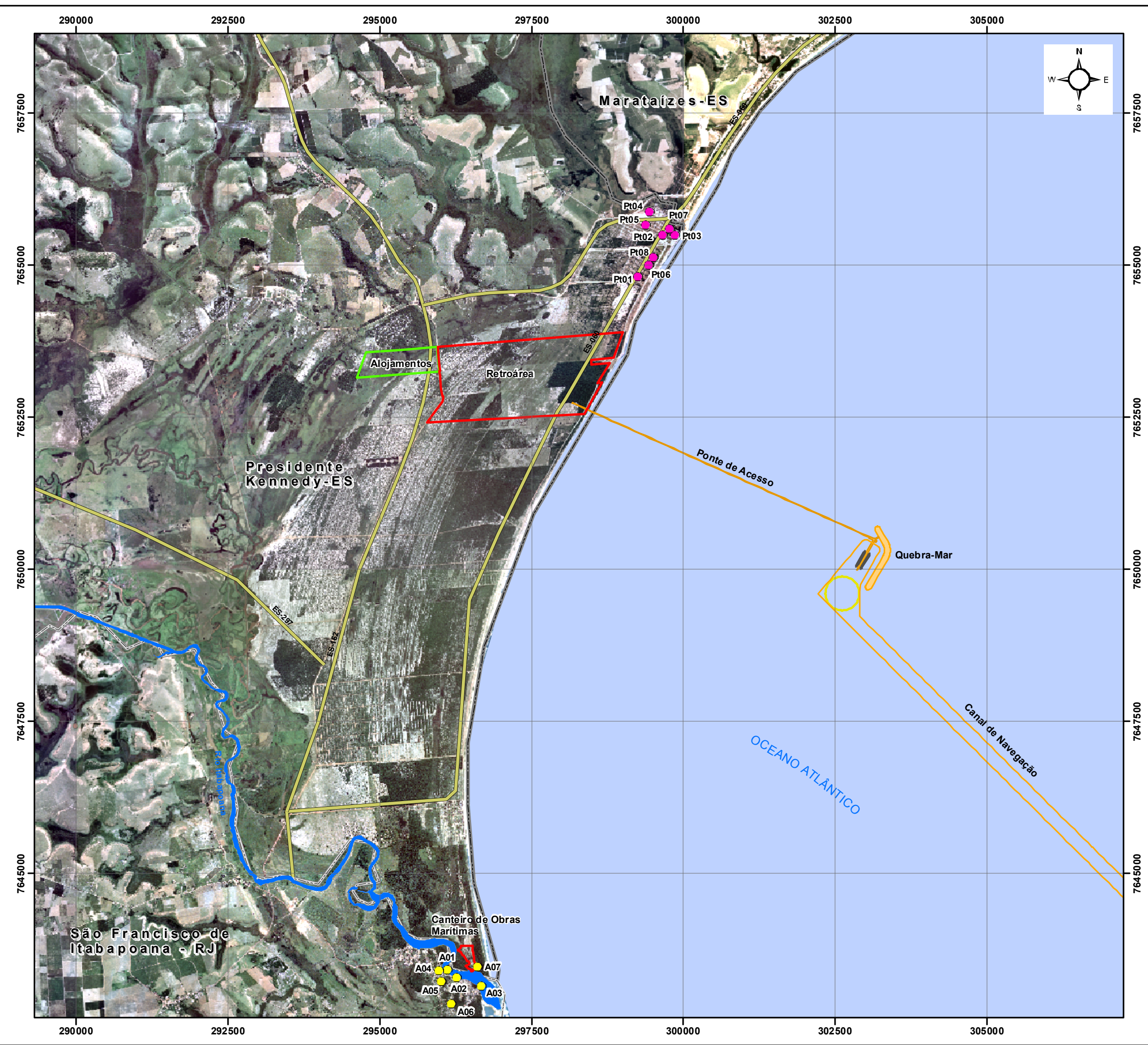


Figura 5.1.9-1: Registro fotográfico das medições realizadas em Nova Marobá e Vila Marobá. Data: agosto/2009.





**Legenda**

- Bacia de Evolução
- Pontos Amostrais de Ruídos nas Proximidades do Canteiro de Obras Marítimas
- Pontos Amostrais de Ruídos nas Proximidades da Retroárea
- Ponte de Acesso / Canal de Navegação
- ▭ Quebra Mar
- Rodovias Principais - Estaduais e Federais
- ▭ Rio Itabapoana
- ▭ Retroárea/ Canteiro de Obras Marítimas
- ▭ Área dos Alojamentos
- ▭ Limite Municipal - Espírito Santo
- ▭ Limite Estadual - Rio de Janeiro

**EIA DA PLANTA DE FILTRAGEM E TERMINAL PORTUÁRIO PRIVATIVO - PK - ES**

Figura 5.1.9 -2 Mapa de Localização dos Pontos Amostrais de Ruídos

Dados Cartográficos: Coordenadas UTM  
Datum: WGS 84  
Fuso: 24S

Fonte: Base Cartográfica - SF24 - IBGE/ Geobase  
Ortofoto - Escala 1/15.000  
342028-A000-AJ42001\_R1

Escala Gráfica: Escala:  
0 300 600 1.200 1.800 m 1:60.000

Elaborado Por: Data:  
Juliana Kerckhoff Dezembro/2009





Os resultados de NPS, sintetizados na Figura 5.1.9-3, registraram uma variação acentuada nos pontos 1, 3, 4 e 7 nos períodos diurno e noturno, e também não se identificaram níveis de ruído produzidos por fontes estacionárias interferentes. Cabe então fazer uma análise dos resultados apresentados, a seguir:

- Pontos 1, 3, 4 e 7: Esses três pontos estão situados em uma região de campo acústico semilivre, sendo os dois primeiros mais próximos da praia, portanto, mais vulneráveis às ondas sonoras do movimento da maré durante o dia. À noite, ocorreu incidência de vento NE moderado. Cabe ressaltar que os picos observados nos pontos 1, 3, 4 e 7 são provenientes da movimentação de veículos na rodovia ES-162, de todo o tipo, principalmente as motocicletas, cujas descargas provocam reverberação muito acentuada nas ruas estreitas da Vila Marobá, fazendo elevar os níveis sonoros na comunidade. O índice estatístico de maior representatividade para o ruído do tráfego da rodovia ES-162 foi o  $L_{10}$  do ponto 3 (Figura 5.1.8-3), mesmo assim, ficou abaixo do limite de referência da NBR 10151 da ABNT.
- Pontos 2, 5, 6 e 8: Esses pontos também recebem influência do movimento de veículos da rodovia ES-162, porém de pouca significância, tanto no período diurno como no noturno (Figura 5.1.9-3). Durante as medições, foram perceptíveis níveis de ruído decorrentes do movimento da maré, com influência nos três primeiros pontos.

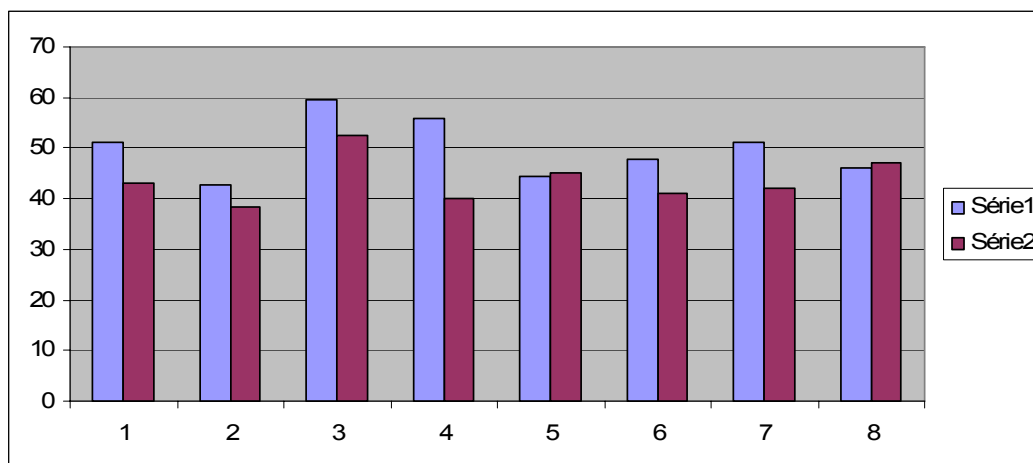


Figura 5.1.9-3: Gráfico Demonstrativo dos Níveis Sonoros. Série 1 (Azul): Medição diurna, Série 2 (Bordô): Medição Noturna.

- Comunidades no entorno da do canteiro de obras marítimas: BARRA DE ITABAPOANA

A Tabela 5.1.9-3 apresenta os resultados das medições de campo na comunidade de Barra de Itabapoana. A localização dos pontos da comunidade está demarcada na Figura 5.1.9-2.

Tabela 5.1.9-3 Avaliações de nível de pressão sonora na comunidade de Barra de Itabapoana-RJ.

PONTO	LOCALIZAÇÃO	POSIÇÃO (UTM) SAD 69	NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EM dB(A)						NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EM dB(A)					
			Período Diurno						Período Noturno					
			LAeq	L <sub>99</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>1</sub>	LAeq	L <sub>99</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>1</sub>
A	Rua Alberto A. Andrade Atracadouro	296106	<b>69,3</b>	68,4	<b>68,4</b>	68,6	<b>68,9</b>	69,0	<b>53,2</b>	49,7	<b>49,8</b>	50,3	<b>53,5</b>	54,2
		7643410												
B	Idem Frontal a Fábrica de gelo	296258	<b>65,4</b>	60,3	<b>60,5</b>	62,0	<b>64,3</b>	65,8	<b>49,8</b>	48,4	<b>48,8</b>	49,5	<b>50,6</b>	52,1
		7643281												
C	Ponta da Barra	296659	<b>61,9</b>	58,2	<b>58,6</b>	59,7	<b>62,3</b>	72,3	<b>60,4</b>	55,7	<b>58,9</b>	59,8	<b>60,8</b>	61,0
		7643139												
D	R. Capitão João P. Viana-Bia Móveis	295965	<b>54,1</b>	53,4	<b>53,5</b>	53,6	<b>53,7</b>	53,7	<b>56,6</b>	52,9	<b>54,9</b>	55,8	<b>57,3</b>	57,5
		7643393												
E	R. Cap. João P. Viana Casa 43	296002	<b>48,8</b>	48,4	<b>48,5</b>	48,7	<b>48,8</b>	48,8	<b>46,8</b>	46,5	<b>46,5</b>	46,6	<b>46,8</b>	46,9
		7643218												
F	Escola Mun. Décio Machado	296172	<b>49,7</b>	48,7	<b>48,2</b>	49,0	<b>49,5</b>	49,6	<b>47,8</b>	48,1	<b>48,1</b>	48,4	<b>49,0</b>	49,2
		7642849												
G	Site do Terminal Provisório	296602	<b>45,5</b>	45,3	<b>45,4</b>	45,7	<b>45,8</b>	45,5	<b>48,6</b>	48,8	<b>48,9</b>	49,2	<b>49,7</b>	49,9
		7643455												



As avaliações de níveis de pressão sonora efetuadas na comunidade ilustram basicamente o ambiente sonoro da região no momento atual. Trata-se de uma comunidade com níveis de ruído característicos de zona urbana (mista) com vocação comercial (terminal pesqueiro) e administrativa, onde são permitidas instalações industriais, comerciais e de serviços, com nível de pressão sonora de referência de 60 db(a) no período diurno e 55 db(a) no período noturno.

PONTO A - Localizado à margem direita da foz do Rio Itabapoana, no início do ancoradouro dos barcos de pesca. Este ponto recebe forte influência do movimento de barcos a partir da madrugada. Durante o tempo de medições, ocorreu incidência de vento nordeste muito forte, influenciando bastante o ambiente sonoro da região.

Ponto B – Localizado na mesma rua do ponto B, com as mesmas influências da anterior, além da forte contribuição do movimento de veículos nas ruas estreitas da comunidade, quando ocorre o fenômeno da reverberação sonora, o que faz elevar os níveis sonoros no ambiente.

Ponto C - Trata-se de um ponto localizado em Ponta da Barra, com forte incidência de vento nordeste durante o período noturno, se sobrepondo até mesmo aos níveis de ruído medidos no período diurno.

Ponto D - Este ponto localizado à Rua Cap. João Pereira Viana, próxima à Loja Bia Móveis mantém seus níveis sonoros muito próximos, influenciados pelo movimento de veículos. Durante o dia, é perceptível o ruído de motocicletas se movimentando em ruas adjacentes.

Ponto E – A exemplo do ponto D, foi perceptível em alguns momentos níveis de ruído pela presença de motos e caminhões transitando em ruas adjacentes, contribuindo para a elevação do ruído de fundo (L90), no período.

Ponto F - Localizado próximo a Escola Municipal Décio Machado, sendo uma área sensível, o ambiente sonoro está muito próximo dos limites de referência da NBR-10151 da ABNT.

Ponto G – Este ponto recebe forte influência da saída e entrada de barcos de pesca na barra. Neste ponto tem-se a proteção de uma cortina vegetal de densidade razoável, constituindo-se em uma barreira acústica natural.

Na Figura 5.1.9-4 estão representados os NPS avaliados nos períodos diurno e noturno e a Curva dos níveis de pressão sonora equivalentes LAeq obtidos na área avaliada.

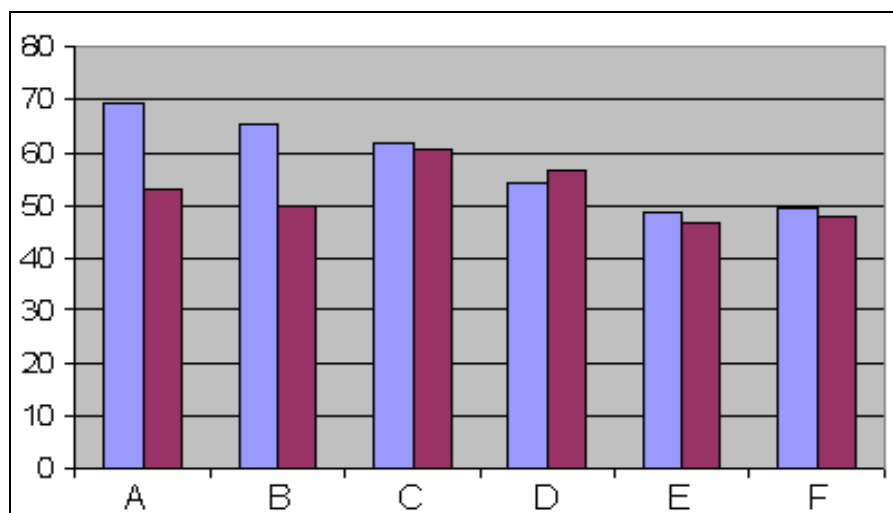


Figura 5.1.9-4: Gráfico Demonstrativo dos Níveis Sonoros. Série 1 (Azul): Medição diurna, Série 2 (Bordô): Medição Noturna. Local: Barra de Itabapoana.

#### d) Conclusão

O comportamento do ambiente acústico da região se apresenta dentro dos padrões normais de emissões sonoras, próprias do cotidiano de uma comunidade. Mesmo com a mudança de cenário na região, o ambiente acústico atual deve permanecer nesse mesmo patamar ou até diminuir com a distância à medida que esta for duplicada. Cabe registrar que a distância entre o novo empreendimento e a comunidade mais próxima fica acima de 2900m.

Considerando que a comunidade de Barra de Itabapoana está situada próxima da região indicada para a implantação do canteiro de obras marítimas provisório a mais ou menos 350 metros de distância acredita-se que os efeitos do ruído se manifestarão sobre a comunidade de forma branda.

O Anexo 13 traz o prognostico dos níveis de ruídos para as comunidades analisadas.