



6.3.7 Ambiente Marinho

O estudo do ambiente marinho teve como objetivo caracterizar e subsidiar a avaliação de suas potencialidades e fragilidades deste ambiente considerando a implantação do Terminal Sul. Para tanto foram utilizados os dados coletados para o EIA/RIMA da Unidade de Construção Naval do Açú - UCN (CRA, 2010b), visto que a área de influência se sobrepõe a do Terminal Sul, neste sentido foram realizados os seguintes estudos:

- Levantamento das características físicas do ambiente marinho, buscando o entendimento dos ventos, correntes, ciclo de maré, ondas e vazão do Rio Paraíba do Sul;
- Avaliação da balneabilidade da praia nas imediações do local previsto para implantação do empreendimento;
- Avaliação da qualidade da água com base nos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das amostras de água coletadas em pontos de monitoramento pré-estabelecidos; e
- Avaliação da qualidade dos sedimentos marinhos.

6.3.7.1 Procedimentos Metodológicos

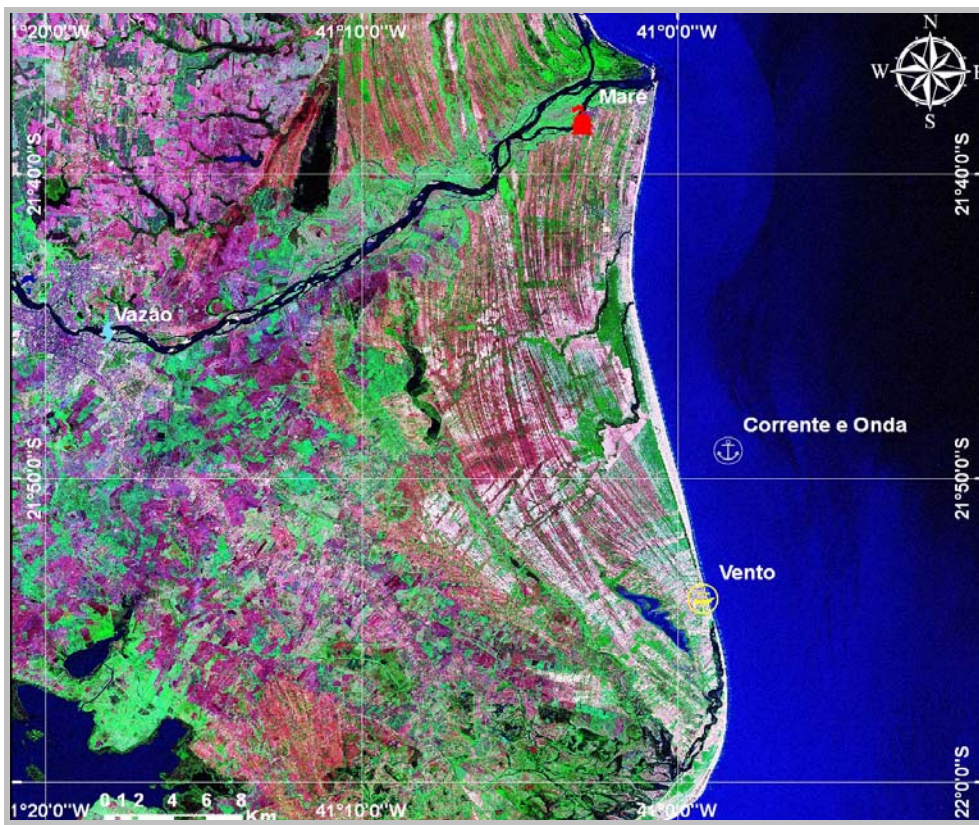
Para a elaboração do estudo foram utilizados como referências principais o Estudo Complementar do Ambiente Marinho, documento complementar ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UTE Porto do Açú I e protocolado junto ao INEA (CRA, 2008b), e os dados do monitoramento da qualidade das águas ligados ao Porto do Açú, referente ao período de Novembro/2008 a Dezembro/2009 (Ecologus, 2009).

Foram utilizados os dados da campanha de julho de 2010 (CRA, 2010b) referentes à qualidade da água marinhas, onde foram definidos 10 (dez) pontos de coleta de água marinha (CRA, 2010b).

6.3.7.2 Características Físicas do Ambiente Marinho

Para a avaliação física e geofísica foram utilizados os dados de vento local, corrente, constantes harmônicas da Fundação de Estudos do Mar – FEMAR, ondas e vazão, cuja localização dos pontos de coleta e amostragem encontra-se indicada na **FIGURA 6.3.7.2-1** e suas coordenadas no **QUADRO 6.3.7.2-1**.

FIGURA 6.3.7.2-1
LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MEDIÇÕES DOS DADOS



QUADRO 6.3.7.2-1 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MEDIÇÃO DOS DADOS

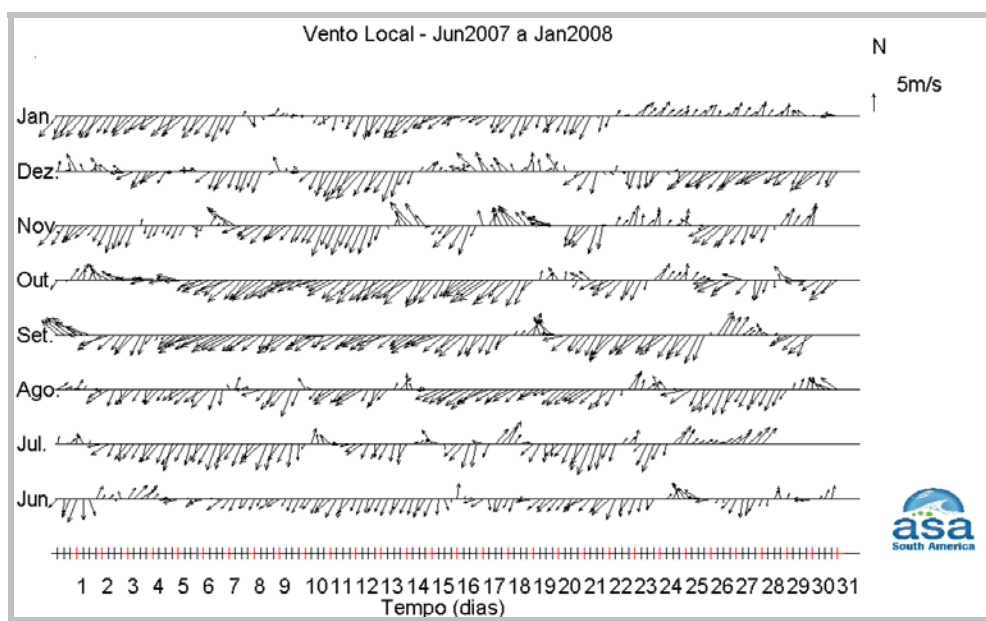
Dado	Latitude	Longitude
Vento	21°53'58,1"S	40°59'10,2"W
Corrente e Ondas	21°49'05,4"S	40°58'21,8"W
Maré	21°38'12,0"S	41°03'00,0"W
Vazão Rio Paraíba	21°45'11,8"S	41°18'01,1"W

O objetivo deste estudo foi obter uma melhor compreensão da dinâmica local e definição de cenários representativos das diferentes condições hidrodinâmicas e meteorológicas encontradas na área.

• VENTO

Para a caracterização dos ventos nos estudos marinhos, foram coletados dados na estação meteorológica localizada próxima a Praia de Açu, durante o período de junho de 2007 a janeiro de 2008 com intervalo amostral de 10min. A **FIGURA 6.3.7.2-2** apresenta o diagrama *stick plot* da média a cada seis horas dos dados de vento.

**FIGURA 6.3.7.2-2
DIAGRAMA STICK PLOT DE DADOS DE VENTO PARA O
PERÍODO DE 01/05/2007 A 31/01/2008**

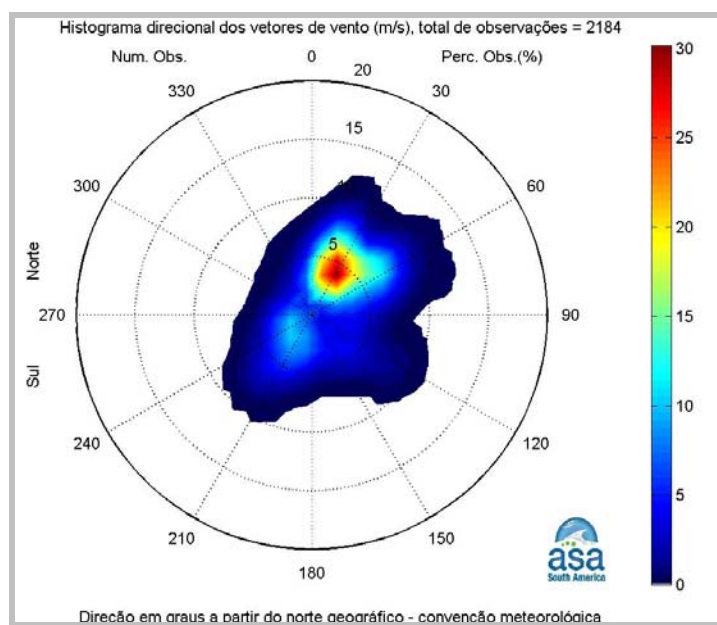


Fonte: ASA (2010)

A seguir são apresentados os histogramas direcionais dos dados de vento para os períodos de junho a agosto (**FIGURA 6.3.7.2-3**) e de novembro a janeiro (**FIGURA 6.3.7.2-4**). A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica, com a intensidade em m/s. Observa-se que, para ambos os períodos, os ventos mais frequentes são provenientes de NNE. As frequências observadas no quadrante SSW estão associadas às perturbações causadas pela passagem de sistemas frontais.

Nas Figuras abaixo que os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que as barras de cores (laterais) indicam o número de observações (num. Obs.) e a porcentagem de incidência (perc. Obs.) Intervalo de amostragem: 1h.

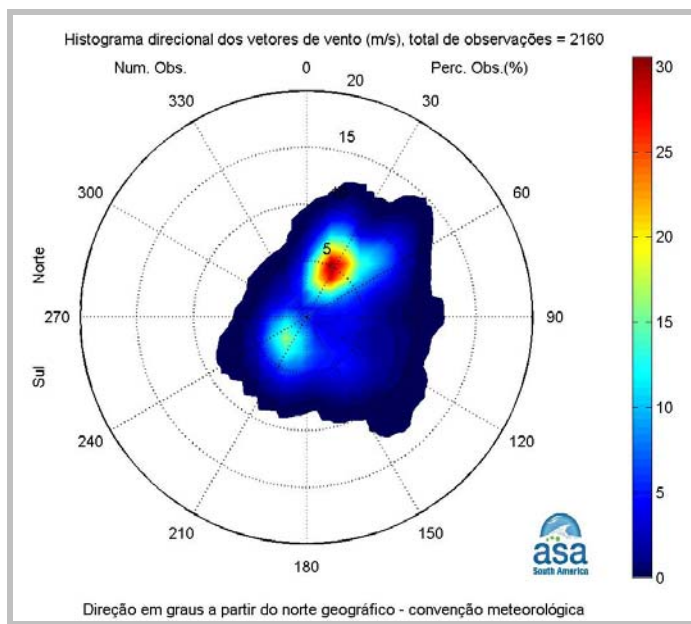
FIGURA 6.3.7.2-3
VETORES DE VENTO - PERÍODO DE JUNHO A AGOSTO/2007 (INVERNO)



Fonte: ASA (2010)

Os ventos mais frequentes vieram de NNE (30,2%) e NE (19,0%). Os ventos com maiores velocidades médias vieram de ENE (5,8 m/s) seguidos de NE (5,5 m/s), os ventos mais intensos registrados também foram provenientes de ENE e NE (10,7 m/s). Do total de registros de ventos, 87% têm intensidades iguais ou inferiores a 7,0 m/s.

FIGURA 6.3.7.2-4
VETORES DE VENTO - PERÍODO DE NOVEMBRO A JANEIRO/2007 (VERÃO)



Fonte: ASA (2010)

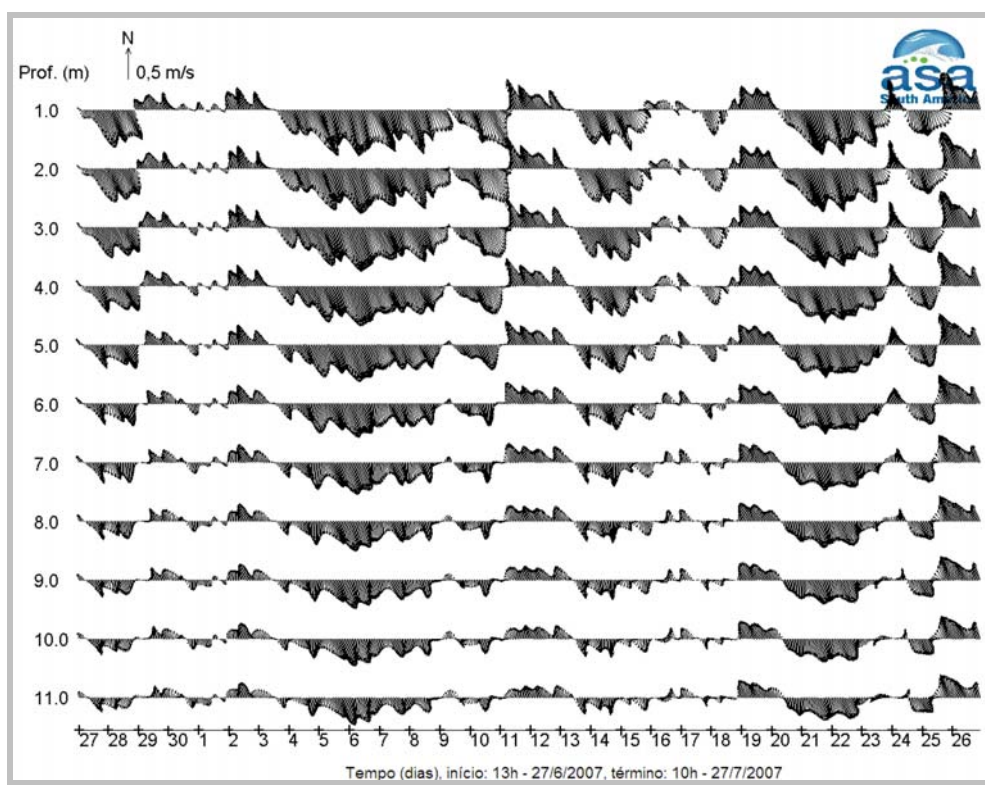
Os ventos mais frequentes para o período de novembro a janeiro vieram de NNE (30,6%) e os ventos com maiores velocidades médias vieram de NE (6,4 m/s) seguidos de ENE (6,0 m/s). Os ventos mais intensos registrados foram provenientes de NE (12,6 m/s). Do total de registros de ventos, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 8,0 m/s.

- CORRENTES MARINHAS**

Os dados de corrente foram fornecidos pelo empreendedor e obtidos através de amostragens com ADCP nas coordenadas indicadas no **QUADRO 6.3.7.1-1**, no período de inverno (27/06/2007 a 27/07/2007) e verão (28/12/2007 a 26/01/2008).

Para o período de inverno, a **FIGURA 6.3.7.2-5** apresenta o diagrama *stick plot* dos vetores de velocidade para as profundidades de 1 a 11 m nesse período, enquanto a **FIGURA 6.3.7.2-6** mostra a série temporal das componentes u (E-W) e v (N-S) do vetor velocidade no período de inverno para a profundidade de 1 m.

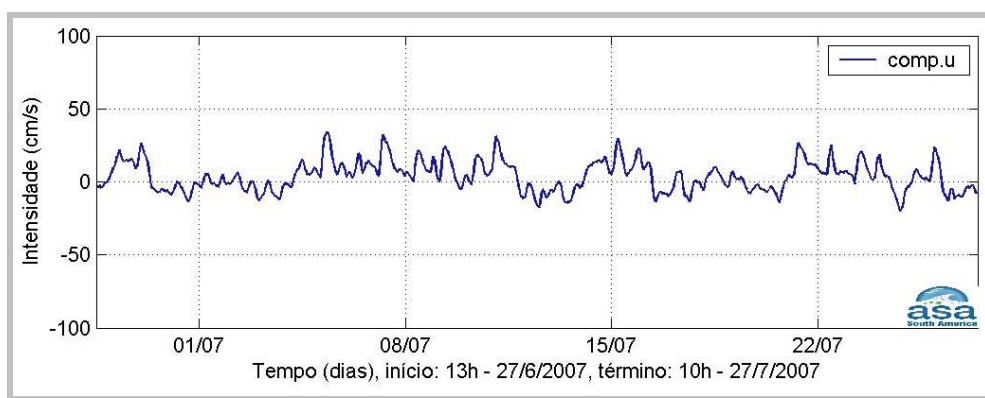
FIGURA 6.3.7.2-5
DIAGRAMA STICK PLOT DOS VETORES DE VELOCIDADE DA CORRENTE (M/S)
E PROFUNDIDADE NO PERÍODO DE 27/06 A 27/07 DE 2007.



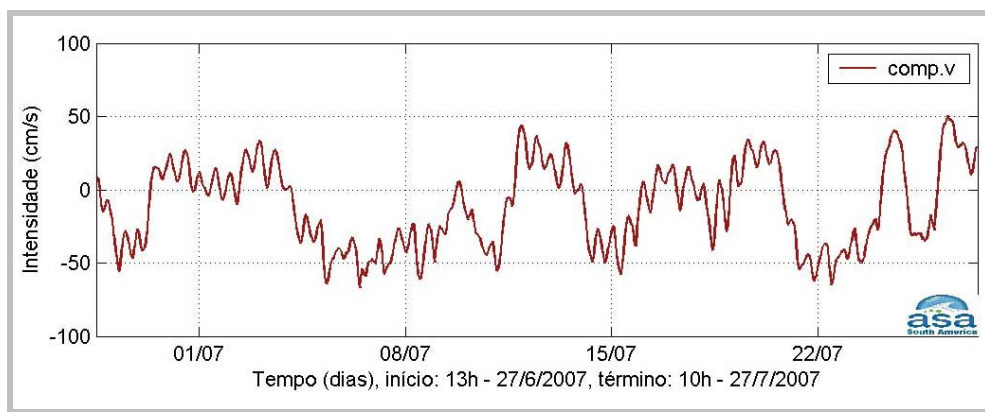
Fonte: ASA (2010)

A FIGURA 6.3.7.2-7 apresenta o histograma direcional dos dados de corrente na superfície, onde a frequência de ocorrência da intensidade e da direção dos vetores de corrente é indicada na forma de iso-superfícies, a barra ao lado indica a frequência de observações. A direção é vetorial, ou seja, indica a direção na qual a corrente se dirige. Os círculos concêntricos indicam os valores da intensidade em m/s.

FIGURA 6.3.7.2-6
SÉRIE TEMPORAL DAS COMPONENTES U (A) E V (B) DO VETOR VELOCIDADE
DA CORRENTE NA SUPERFÍCIE (M/S) NO PERÍODO DE 27/06 A 27/07 DE 2007

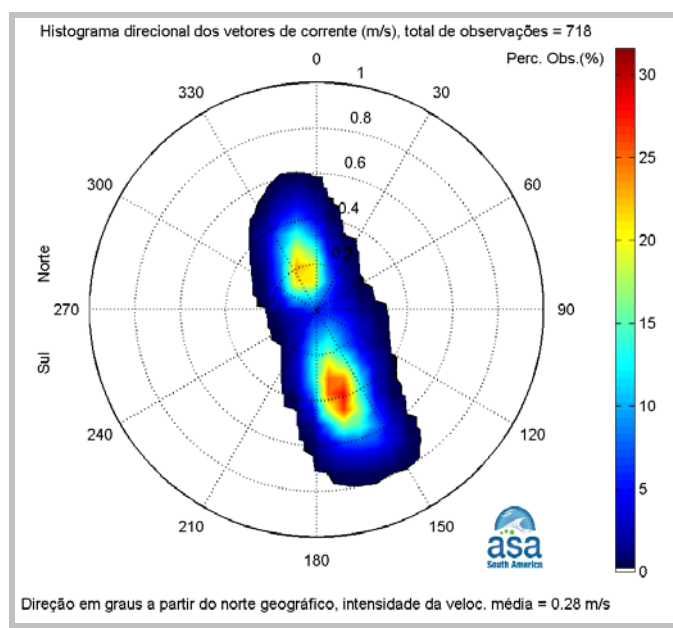


A) Componente U. **Fonte:** ASA (2010)



B) Componente V. **Fonte:** ASA (2010)

FIGURA 6.3.7.2-7
HISTOGRAMA DIRECIONAL DOS DADOS DE CORRENTE COLETADOS NA
PROFUNDIDADE DE 1 METRO, NO PERÍODO DE 27/06 A 27/07 DE 2007.

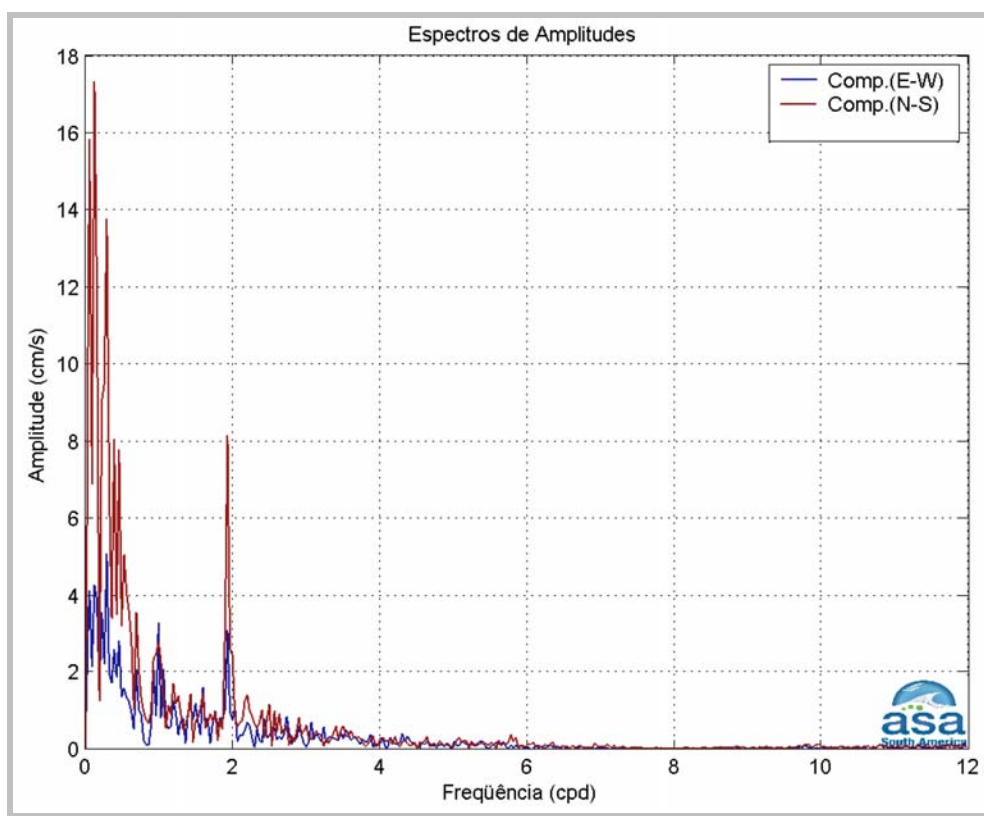


Fonte: ASA (2010)

É possível observar que a corrente, nesta posição e no período amostrado, ocorre principalmente no sentido sul-sudeste e apresenta algumas inversões da corrente, devido a intrusão de sistemas frontais (frente fria), sendo a velocidade na superfície mais intensa que no fundo.

Os espectros de amplitudes das componentes de corrente na superfície são apresentados na **FIGURA 6.3.7.2-8** no período de 27/06 a 27/07 de 2007. Pode-se observar que as variabilidades com maior energia são na componente V, em ciclos superiores a 3 dias, também é possível observar um pico menor na faixa de 2 ciclos por dia correspondente a maré semidiurna.

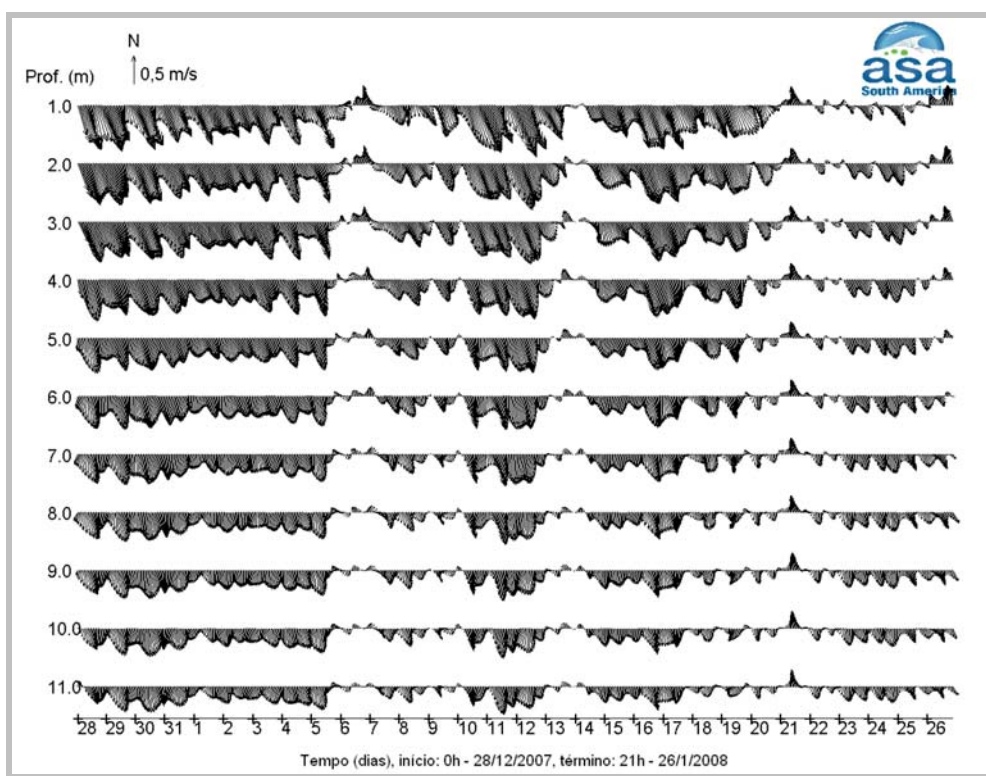
FIGURA 6.3.7.2-8
ESPECTRO DE AMPLITUDES DO MÓDULO DAS COMPONENTES U E V DO
VETOR VELOCIDADE DA CORRENTE SUPERFICIAL



Fonte: ASA (2010)

A análise das correntes para o período de verão (**FIGURA 6.3.7.2-9**) apresenta o diagrama *stick plot* dos vetores de velocidade para as profundidades de 1 a 11 m no período de 28/12/2007 a 26/01/2008, enquanto a **FIGURA 6.3.7.2-10** mostra a série temporal das componentes U (E-W) e V (N-S) do vetor velocidade no período de verão para a profundidade de 1 m.

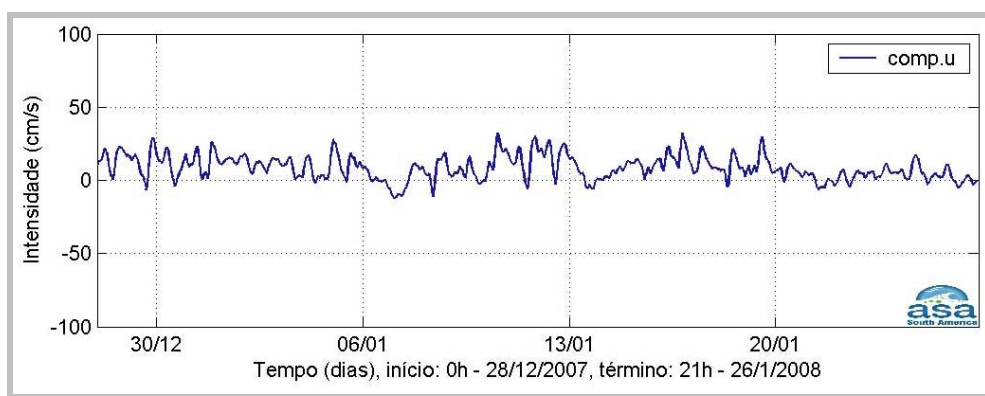
FIGURA 6.3.7.2-9
DIAGRAMA STICK PLOT DOS VETORES DE VELOCIDADE DA CORRENTE (M/S)
E PROFUNDIDADE



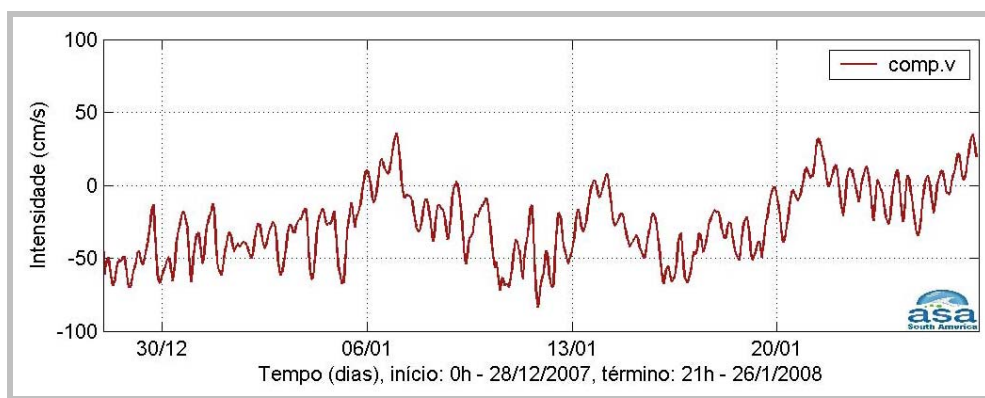
Fonte: ASA (2010)

O histograma direcional dos dados de corrente na superfície, apresentado na **FIGURA 6.3.7.2-11**, indica que a corrente, nesta posição e para este período de amostragem, ocorre principalmente no sentido sul-sudeste, sendo a velocidade na superfície mais intensa que no fundo, e apresenta algumas inversões da corrente, entretanto em uma frequência menor comparado aos dados de inverno.

FIGURA 6.3.7.2-10
SÉRIE TEMPORAL DAS COMPONENTES U E V DO VETOR VELOCIDADE DA
CORRENTE NA SUPERFÍCIE (M/S) NO PERÍODO DE 28/06/2007 A 26/01 DE 2008

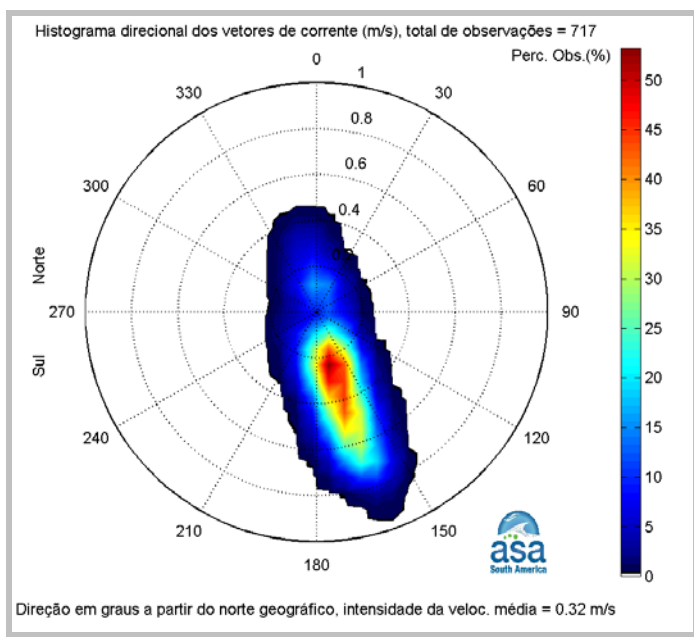


A) Componente U. **Fonte:** ASA (2010).



B) Componente V. **Fonte:** ASA (2010).

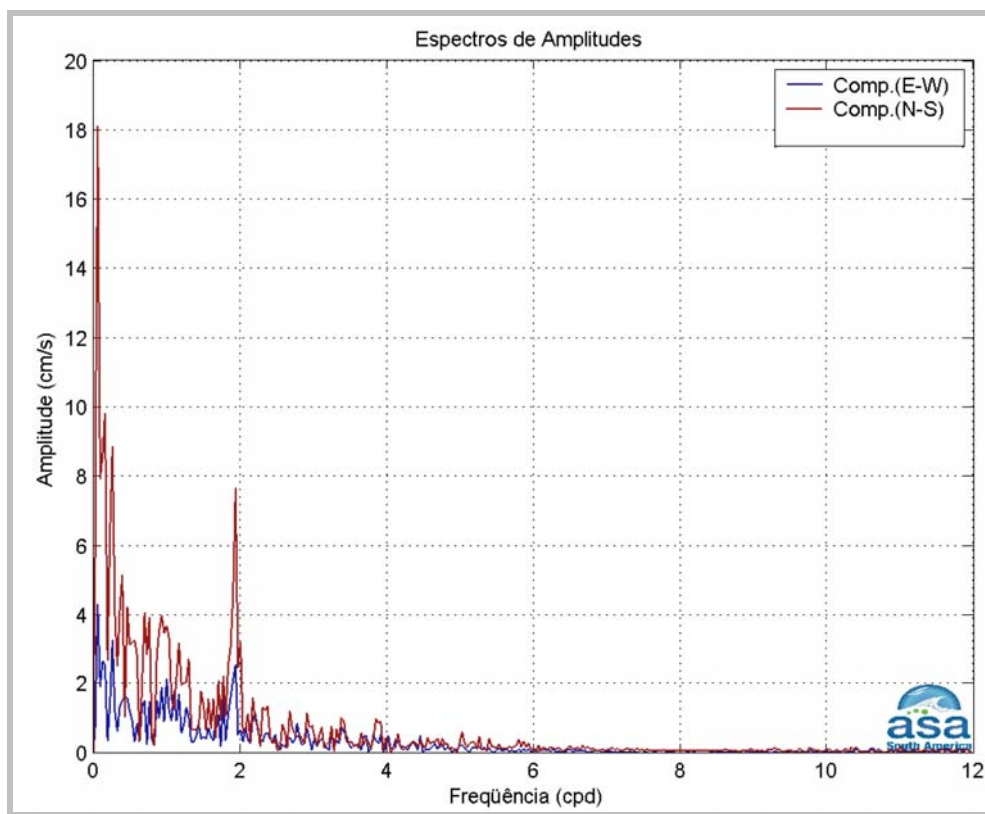
FIGURA 6.3.7.2-11
HISTOGRAMA DIRECIONAL DOS DADOS DE CORRENTE COLETADOS NA
PROFUNDIDADE DE 1 METRO, NO PERÍODO DE 28/12/2007 A 26/01/2008



Fonte: ASA (2010)

Os espectros de amplitudes das componentes de corrente na superfície são apresentados na **FIGURA 6.3.7.2-12**. Pode-se observar que as variabilidades com maior energia são na componente v, em ciclos superiores a 3 dias, também é possível observar um pico menor na faixa de 2 ciclos por dia correspondente a maré semidiurna.

FIGURA 6.3.7.2-12
ESPECTRO DE AMPLITUDES DO MÓDULO DAS COMPONENTES U E V DO
VETOR VELOCIDADE DA CORRENTE SUPERFICIAL,
NO PERÍODO DE 28/12/2007 A 26/01/2008



Fonte: ASA (2010)

- MARÉS**

As constantes harmônicas para a estação maregráfica da FEMAR, localizada em São João da Barra, são apresentadas no **FIGURA 6.3.7.2-13**. As principais componentes para a região são M2 e S2, com amplitudes de 36,4 cm e 16,5 cm, respectivamente, indicando o caráter semidiurno da maré na região. A componente 01 tem amplitude de 7,7 cm, a N2 tem amplitude de 7,3 cm. As demais componentes apresentam amplitudes inferiores a 5 cm.



FIGURA 6.3.7.2-13
AMPLITUDE (CM) E FASE LOCAL (°) DAS PRINCIPAIS COMPONENTES
HARMÔNICAS PARA A ESTAÇÃO MAREGRÁFICA DE SÃO JOÃO DA BARRA (RJ)

Nome da Estação : SÃO JOÃO DA BARRA – RJ					
Localização : No antigo porto					
Organ. Responsável : DNPRC (INPH) / DHN					
Latitude : 21 ° 38,2' S		Longitude : 41 ° 03,0' W			
Período Analisado : 01/09/41 a 30/09/41		Nº de Componentes : 8			
Análise Harmônica : Método Darwin					
Classificação : Maré Semidiurna					
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)		III H 31 min	Nível Médio (Zo): 65 cm acima do NR.		
Média das Preamares Superiores (MHHW) :		118 cm acima do NR.	Média das Preamares Inferiores (MHLN) : 85 cm acima do NR.		
Média das Baixa-mares Superiores (MLHW) :		12 cm acima do NR.	Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) : 45 cm acima do NR.		
CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS					
Componentes	Semi- amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi- amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	-	-	MU ₂	-	-
Ssa	-	-	N ₂	7,3	099
Mm	-	-	NU ₂	-	-
Mf	-	-	M ₂	36,4	099
MTM	-	-	L ₂	-	-
Msf	-	-	T ₂	-	-
Q ₁	1,5	284	S ₂	16,5	109
O ₁	7,7	284	K ₂	4,5	109
M ₁	-	-	MO ₃	-	-
P ₁	1,3	117	M ₃	-	-
K ₁	4,0	117	MK ₃	-	-
J ₁	-	-	MN ₄	-	-
OO ₁	-	-	M ₄	-	-
MNS ₂	-	-	SN ₄	-	-
2N ₂	-	-	MS ₄	-	-
Referências de Nível: Não há registros					
Obs: Não há referências a outros períodos.					

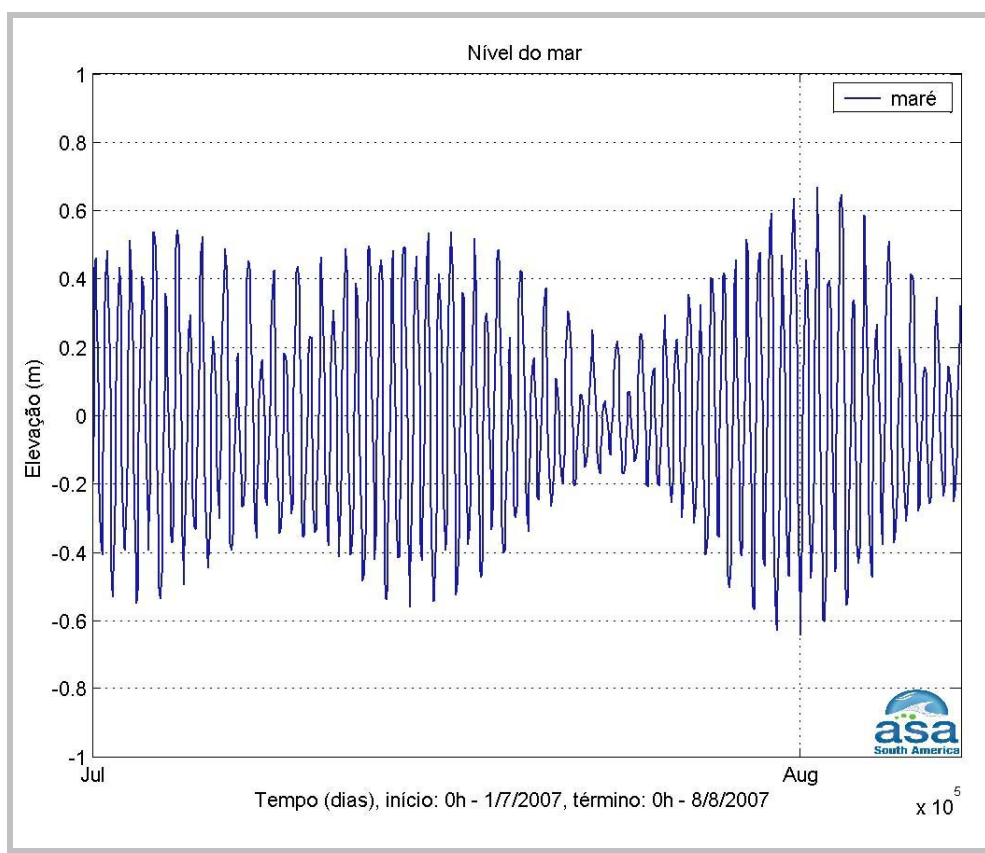
Código BNDO: 50104

Código BNDO: 50104

Fonte: FEMAR (2000)

A partir das constantes harmônicas apresentadas acima foi obtida a previsão de maré para julho de 2007, apresentada na **FIGURA 6.3.7.2-14**.

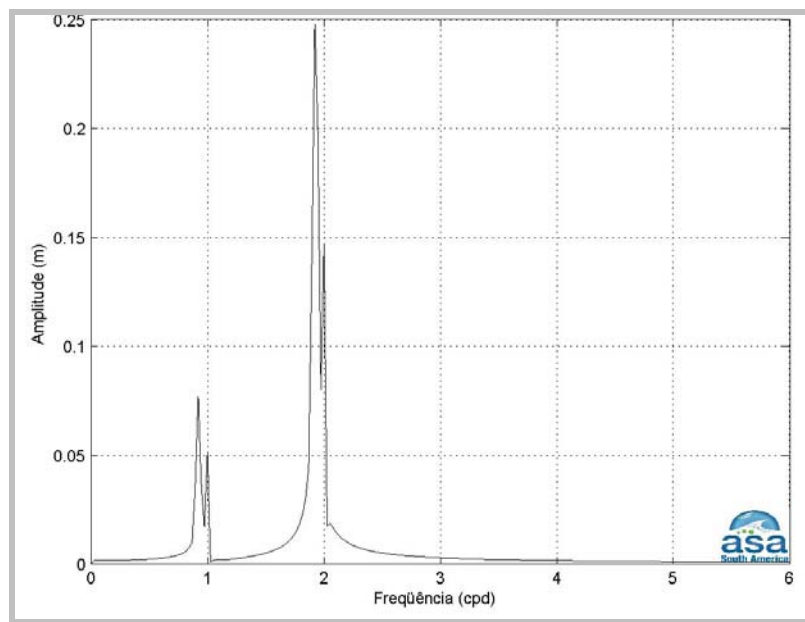
FIGURA 6.3.7.2-14
PREVISÃO DA ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR PARA JULHO DE 2007 NA
ESTAÇÃO MAREGRÁFICA DA FEMAR, EM SÃO JOÃO DA BARRA (RJ).



Fonte: ASA (2010)

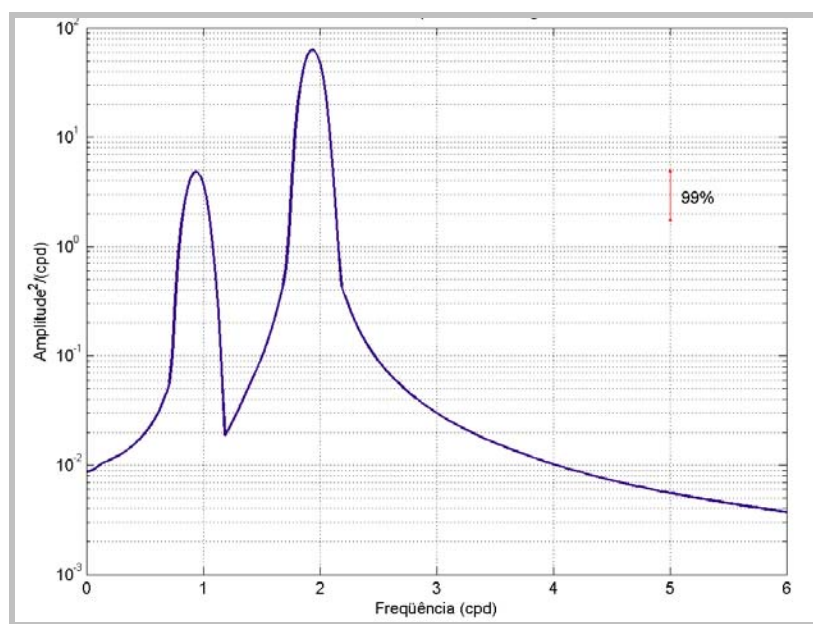
O espectro de amplitude de maré calculado a partir da previsão harmônica de variação de nível do mar para julho de 2006 (**FIGURA 6.3.7.2-15**) apresenta um pico com amplitude de aproximadamente 25 cm na faixa de frequência de dois ciclos por dia, correspondente à maré semidiurna. Um segundo pico menor pode ser observado na faixa de 1 cpd (maré diurna) com amplitude em torno de 7 cm. O mesmo pode ser observado no espectro de energia da maré (**FIGURA 6.3.7.2-16**), com uma concentração significativa de energia na faixa de frequência de 2 cpd, como indica o intervalo de confiança de 99% calculado para esse espectro. Observa-se concentração de energia na faixa de frequência de 1 cpd.

FIGURA 6.3.7.2-15
ESPECTRO DE AMPLITUDES DA ELEVAÇÃO



Fonte: ASA (2010)

FIGURA 6.3.7.2-16
DENSIDADE ESPECTRAL DE ENERGIA

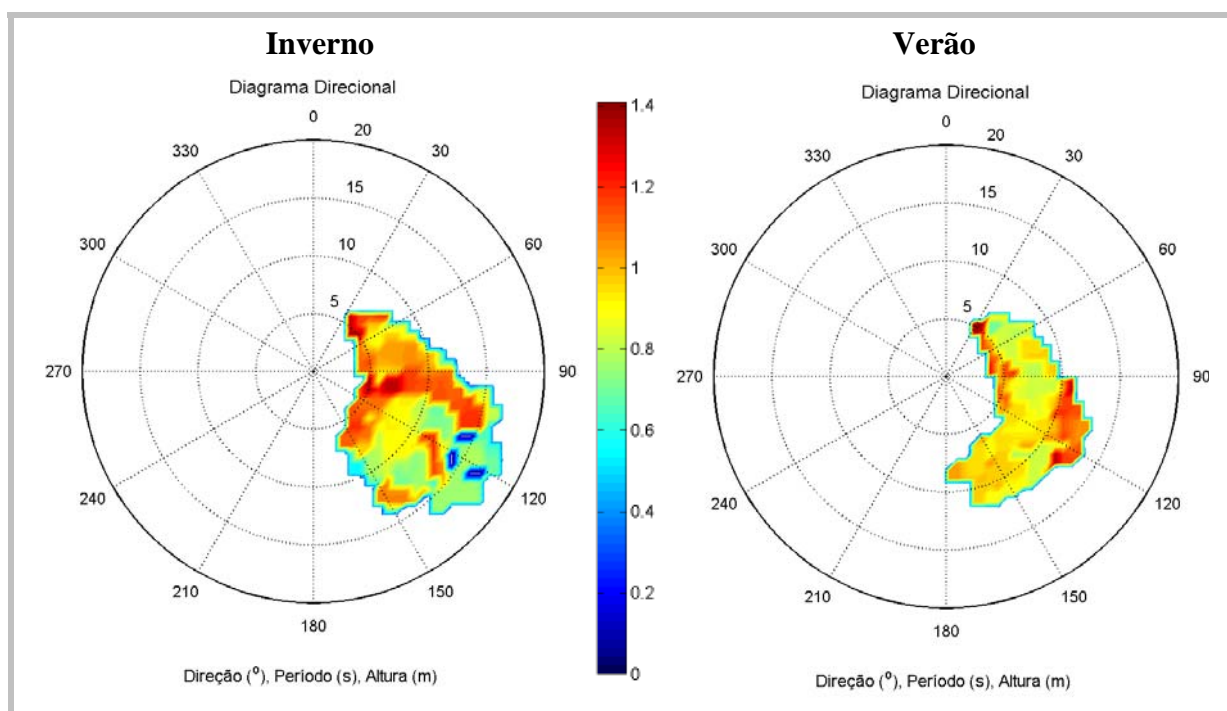


Fonte: ASA (2010)

- ONDAS

A análise dos dados de ondas é dividida em inverno (junho a julho de 2007) e verão (janeiro a março de 2008). A **FIGURA 6.3.7.2-17** apresenta os espectros direcionais de ondas para os períodos de verão e inverno. A altura significativa de onda (H_s – em metros) é expressa através das cores, com os respectivos valores na barra lateral; o período de pico (T_p – em segundos) é indicado através dos círculos concêntricos, e a direção de propagação (D_p – em graus), expressa no círculo externo.

FIGURA 6.3.7.2-17
ESPECTRO DIRECIONAL DOS DADOS DE ONDA PARA O INVERNO E VERÃO



Fonte: ASA (2010)

Em ambas as estações inverno e verão as máximas alturas significativas de ondas, podem ser oriundas de frentes de ondas do quadrante NE ou SE, sendo os valores similares, em torno de 1,5 m de altura. Porém observa-se que estas maiores ondas, quando são de NE possuem períodos menores, em torno de 6 segundos quando comparadas com as do quadrante SE, que possuem períodos em torno de 10 segundos.

O **QUADRO 6.3.7.2-2** apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções das ondas para o período de verão e inverno. Observa-se que no verão, as ondas mais frequentes (32,3%) são do quadrante ESE, sendo as frentes de ondas mais encontradas

nesta direção possuem altura variando entre 1,0 à 1,5 m. Já para o período de inverno, as ondas mais frequentes são dos quadrantes E (27%) e ENE (26,5%) e assim como no verão, as ondas com tamanho de 1,0 à 1,5 m foram as mais frequentes.

QUADROS 6.3.7.2-2

DIAGRAMA DE OCORRÊNCIA CONJUNTA DE INTENSIDADE E DIREÇÃO DE ONDAS

VERÃO

Ocorrência conjunta de altura (m) e direção de Onda.
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.

	D I R E Ç ã O									
Hs (m)	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	Tot.	Perc.	Mea.Dir.
0.5-1.0	48	156	204	318	176	47	0	949	44.1	105
1.0-1.5	38	229	195	351	129	14	3	959	44.6	97
1.5-2.0	17	168	29	26	3	0	0	243	11.3	73
Total	103	553	428	695	308	61	3	2151		
Porc.	4.8	25.7	19.9	32.3	14.3	2.8	0.1			
Hs méd.	1.1	1.3	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0			
Hs máx.	1.8	1.9	1.6	1.7	1.6	1.1	1.0			
Perct...	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			

INVERNO

Ocorrência conjunta de altura (m) e direção de Onda.
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.

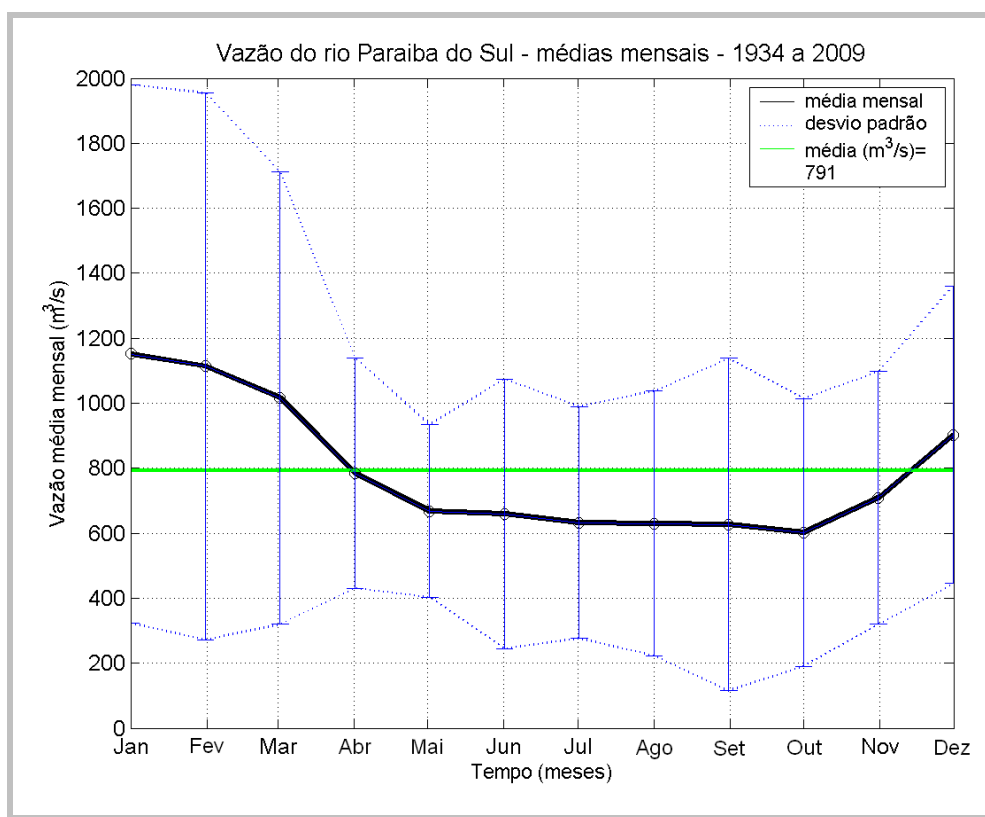
	D I R E Ç ã O									
Hs (m)	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	Tot.	Perc.	Mea.Dir.
0.5-1.0	5	25	97	155	116	41		439	26.8	114
1.0-1.5	26	342	305	163	163	10		1009	61.6	92
1.5-2.0	44	64	38	27	10	0		183	11.2	76
Total	75	431	440	345	289	51		1631		
Porc.	4.6	26.4	27.0	21.2	17.7	3.1				
Hs méd.	NaN	NaN	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	0.9		
Hs máx.	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	1.8	1.5	1.4		
Perct.	0.0	0.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0		

Fonte: ASA (2010)

• VAZÃO DO RIO PARAÍBA

Os dados de vazão para o Rio Paraíba do Sul foram obtidos através da estação fluviométrica Campos – Ponte Municipal (Agência Nacional de Águas), para o período de janeiro de 1934 a dezembro de 2009. A **FIGURA 6.3.7.2-18** apresenta o ciclo sazonal das vazões médias mensais registradas nesta estação.

FIGURA 6.3.7.2-18
CICLO SAZONAL DA VAZÃO MÉDIA MENSAL (m^3/s) DO RIO PARAÍBA DO SUL



Fonte: ASA (2010/ Dados: ANA)

O Rio Paraíba do Sul apresenta uma vazão média mensal máxima de $1.151 \text{ m}^3/\text{s}$ e mínima de $602 \text{ m}^3/\text{s}$. O período de máxima seca ocorre entre os meses de julho a outubro e a máxima cheia de janeiro a março. A vazão média para o período amostrado foi de $791 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.3.7.3 Caracterização Batimétrica dos Fundos Marinhos

Este item apresenta os resultados dos estudos realizados e apresentados no EIA UCN (CRA, 2010b) de acordo com os resultados batimétrico, ensaios geofísicos de sonografia de dupla frequência e perfilagem sísmica contínua na área de interesse no município de São João da Barra (RJ).



A grade numérica implementada representa a região de estudo com a descrição dos processos hidrodinâmicos na região. A especificação desta é feita pela fixação dos pontos de grade ao longo da linha de costa (no plano) e pela batimetria (eixo vertical).

Uma vez que estes pontos ao longo da linha de costa são determinados, as demais características batimétricas são associadas ao domínio.

Foi implementada a grade numérica curvilínea, considerando a configuração atual, com dimensões horizontais de 108x136 pontos e com sete camadas sigma na vertical. O espaçamento horizontal dessa grade varia entre 2.000 m (na região de menor resolução) e 20 m (na região de maior resolução – centrada na região do empreendimento).

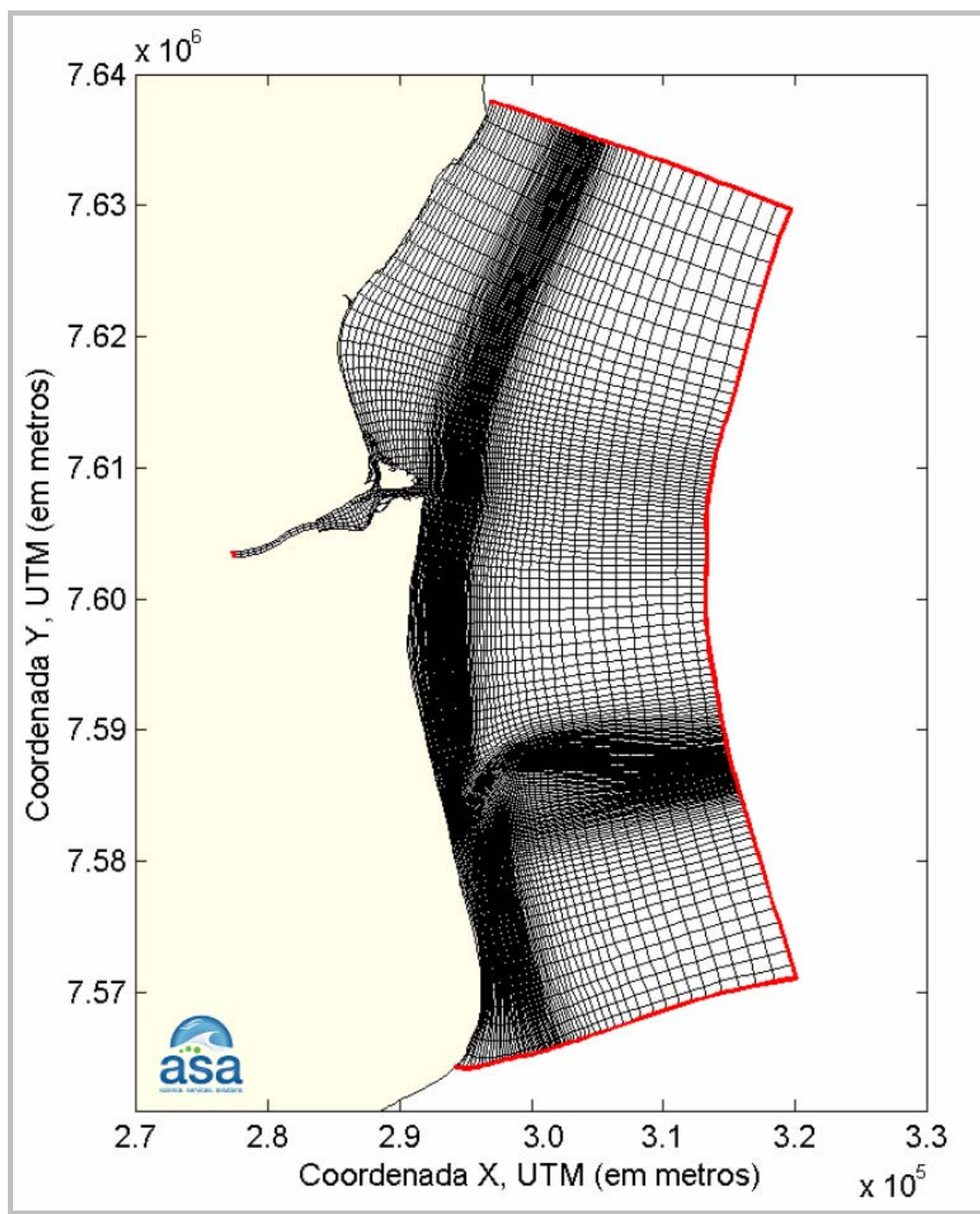
Para a região próxima a implementação do empreendimento foi utilizado um conjunto de dados batimétricos com alta resolução espacial, fornecidos pela contratante. De maneira complementar, aos dados batimétricos anteriormente citados foram utilizados os valores obtidos através da digitalização de cotas batimétricas da carta náutica da DHN, no. 1400. Assim foi considerado um conjunto de dados batimétricos com melhor resolução para a região de implementação do empreendimento.

Visando o ajuste fino da batimetria à linha de costa e as camadas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) foram utilizadas também informações provenientes de imagens de satélite. As cotas batimétricas foram associadas a cada ponto da grade numérica do modelo numérico *Delft3D* através de interpolação triangular.

O sistema de modelos *Delft3D* é capaz de simular a circulação hidrodinâmica como resposta a forçantes baroclínicas e barotrópicas, assim como a transferência de *momentum* ao sistema hidrodinâmico decorrente do sistema de ventos. Além disso, este sistema atualiza a cada passo de tempo as cotas batimétricas decorrentes de alterações geomorfológicas de fundo (erosão e deposição de sedimentos), além do transporte de sedimentos (de fundo e em suspensão na coluna d'água).

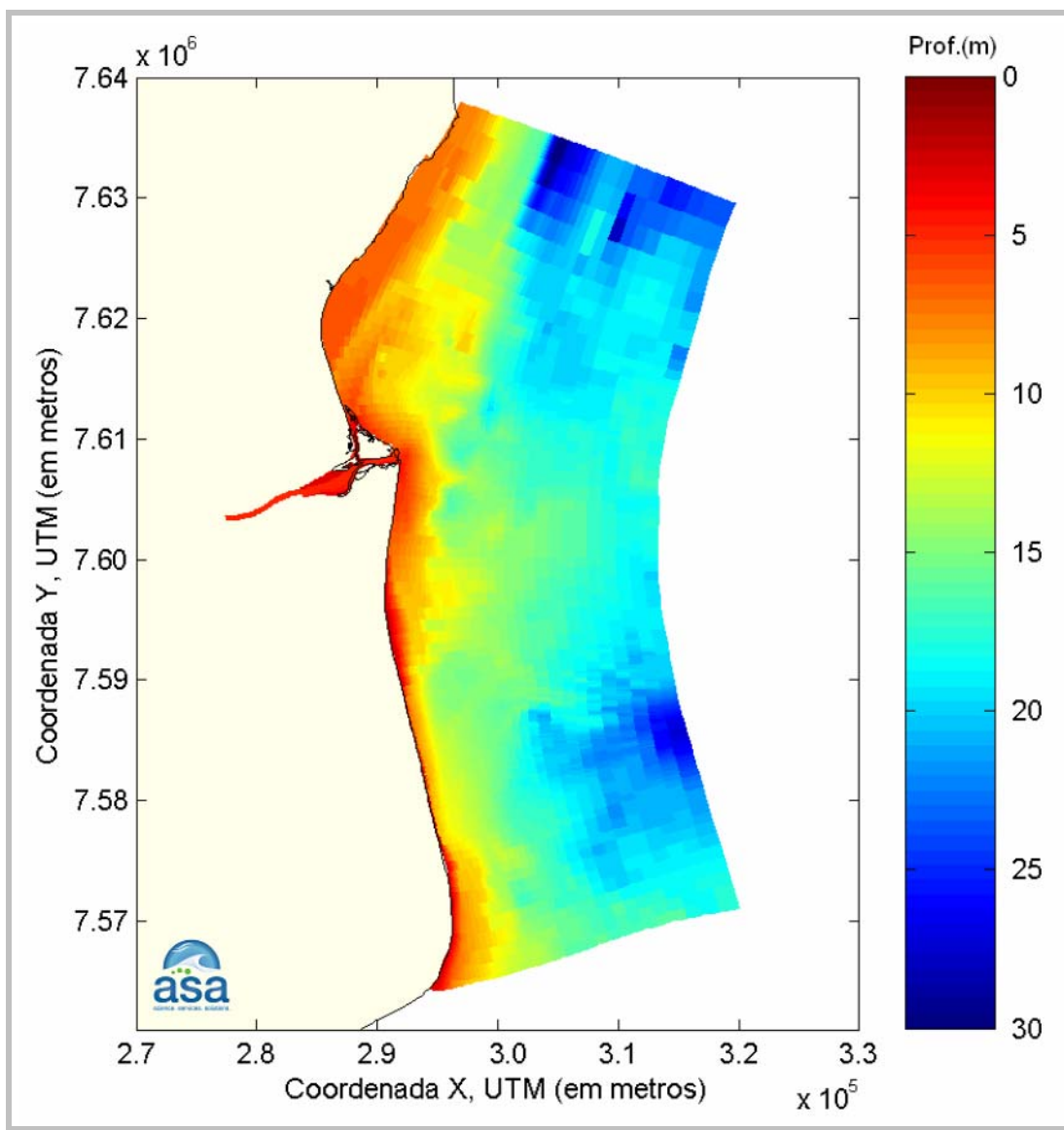
Com isso, estes dados foram incorporados, adequando-os à resolução adotada. Os resultados finais da discretização da área (grade numérica e batimetria) estão ilustrados nas **FIGURAS 6.3.7.3-1 e 6.3.7.3-2.**

FIGURA 6.3.7.3-1
GRADE REGIONAL DO MODELO HIDRODINÂMICO COM A LOCALIZAÇÃO DAS
BORDAS ABERTAS (EM VERMELHO)



Fonte: ASA (2010)

FIGURA 6.3.7.3-2
BATIMETRIA ASSOCIADA À GRADE NÚMERICA, REFERENTE À
CONFIGURAÇÃO ATUAL. A BARRA DE CORES LATERAL APRESENTA A
PROFUNDIDADE LOCAL (EM METROS) PARA CADA ELEMENTO DE GRADE



Fonte: ASA (2010)

Para a região mais próxima ao empreendimento foi realizado 65 km lineares de perfis sísmicos (**FIGURA 6.3.7.3-3**), sendo analisados sob o ponto de vista das três fontes acústicas empregadas, a saber, boomer (0,5- 2kHz), chirp (2-8kHz) e chirp (10-18kHz).

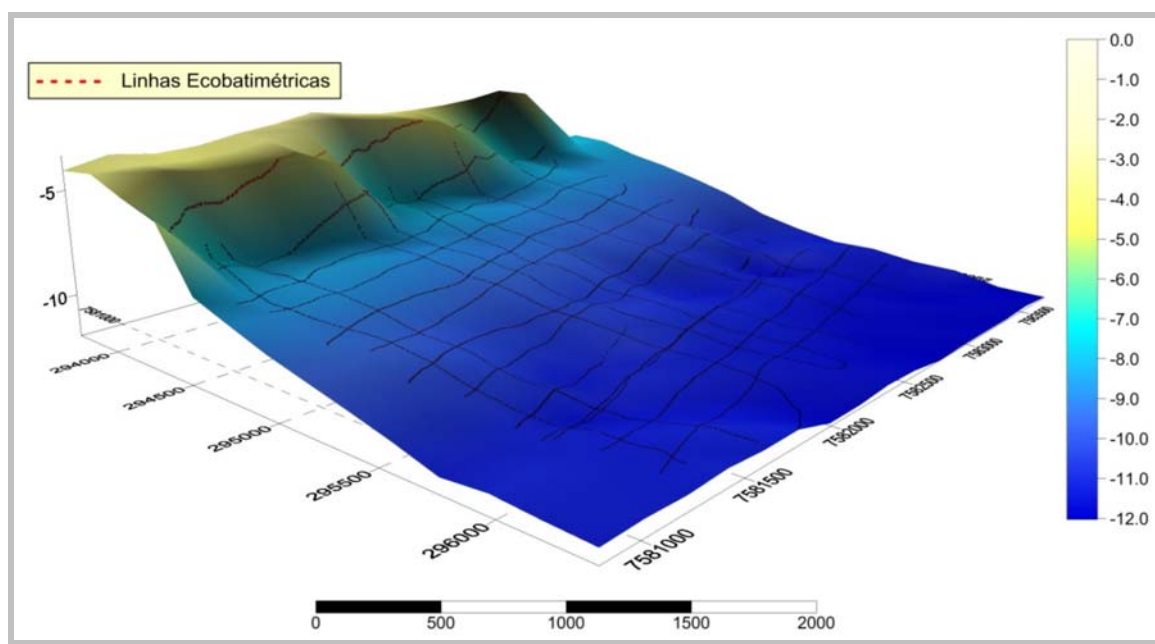
FIGURA 6.3.7.3-3
DETALHE DA LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS GEOFÍSICOS (EM AMARELO)
EXECUTADOS NA ÁREA DE INTERESSE



Fonte: ASA (2010)

De acordo com os dados batimétricos coletados neste levantamento nota-se uma homogeneidade textural e também topográfica da superfície de fundo na área, conforme ilustrado no bloco diagrama da **FIGURA 6.3.7.3-4**.

FIGURA 6.3.7.3-4
IMAGEM TOPOGRÁFICA, RESULTADO DO PROCESSAMENTO DOS DADOS
BATIMÉTRICOS COLETADOS



Fonte: ASA (2010)

6.3.7.4 Dinâmica Praial

Nesta etapa do estudo buscou identificar a planta de equilíbrio da praia, que representa quando o ajuste da sua linha de costa não varia frente à ação das ondas incidentes, constantes no tempo.

É importante ressaltar que a existência de uma praia em equilíbrio, tal como descrito anteriormente, não é possível na natureza, posto que a ondulação está continuamente variando. No entanto, a reduzida velocidade de variação das características das ondulações, faz com que a forma em planta não seja capaz de responder instantaneamente a essas mudanças e tenda a colocar-se, como de descreverá mais adiante, em disposição de equilíbrio com as características médias energéticas da mesma. A praia terá, portanto, uma posição de equilíbrio modal, com oscilações ao redor desta posição.

Para a realização desta parte do estudo, foi utilizado o *Sistema de Modelado Costeiro* (SMC), que se constitui de um conjunto de sistemas de modelos numéricos desenvolvido pelo

Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas (G.I.O.C.) da Universidad de Cantabria, com ferramentas desenvolvidas para o estudo de obras de engenharia costeira.

Os modelos de forma em planta de equilíbrio definem a forma em planta da linha de costa em função das características médias das ondas incidentes. São modelos empíricos que com pouca informação sobre a dinâmica marinha permitem prever a linha de costa de equilíbrio e, portanto, são de grande utilidade em estudos de engenharia costeira e especificamente no desenho de praias.

Em uma praia onde não existe nenhum obstáculo na propagação das ondas, não existirão gradientes de altura de onda e, conseqüentemente, a condição de equilíbrio exige que a praia seja paralela às frentes de onda mais constantes, condição esta encontrada para a praia em estudo. O **QUADRO 6.3.7.4-1** apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções das ondas para o período de um ano, referente aos dados já descritos no item acima. Nele observa-se que as ondas variam principalmente entre os quadrantes NE e SE, com predominância de ondas do quadrante ENE (21,4%).

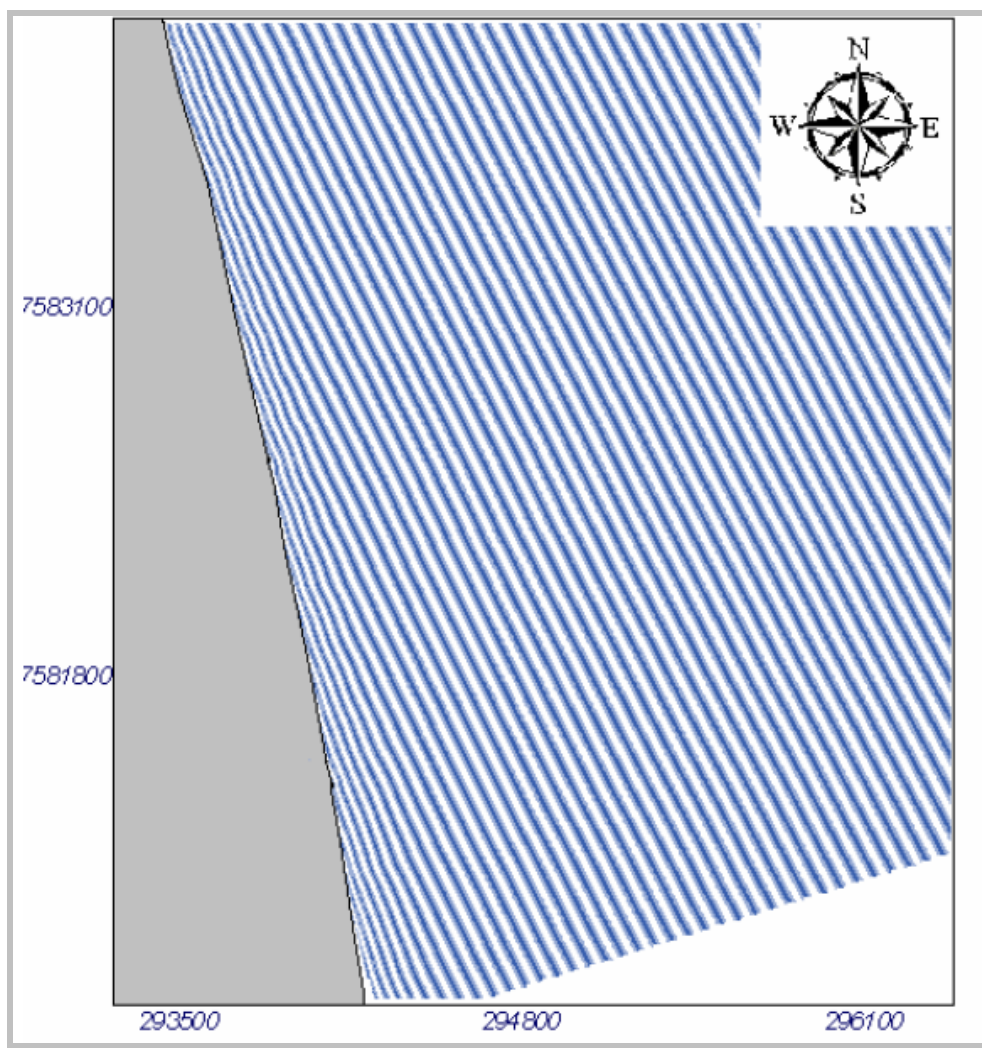
QUADRO 6.3.7.4-1

DIAGRAMA DE OCORRÊNCIA CONJUNTA DE INTENSIDADE E DIREÇÃO DE ONDAS PARA O PERÍODO DE UM ANO

Ocorrência conjunta de altura (m) e direção de Onda.															
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.															
Hs (m)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	Tot.	Perc.	Mea.Dir.
0.0- 0.5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0	54
0.5- 1.0	8	51	245	333	303	351	376	202	35	19	11	3	1958	27.0	101
1.0- 1.5	45	154	507	807	720	542	522	188	49	13	21	8	3620	49.9	88
1.5- 2.0	33	132	268	346	279	156	90	43	2	5	2	1	1372	18.9	73
Total	86	337	1021	1487	1302	1049	988	433	86	37	34	12	952		
Porc.	1.2	4.8	14.7	21.4	18.7	15.1	14.2	6.2	1.2	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.4
Hs méd.	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
Hs máx.	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.8	1.9
Perct.(0.9)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.1	1.0	1.5	1.0	1.2	1.0	1.5	1.5

Analisando a forma da linha de costa da praia atual, verifica-se que a mesma alinha-se paralelamente a direção das frentes de ondas mais constantes (ENE), conforme se observa na **FIGURA 6.3.7.4-1**.

FIGURA 6.3.7.4-1
FRENTES DE ONDA ORIUNDAS DO QUADRANTE PREDOMINANTE (ENE),
CHEGANDO A COSTA NA REGIÃO DE ESTUDO. CASO MONOCROMÁTICO
PROPAGADO: $H_s=1$ m, $T_p=7$ s, Dir = ENE.

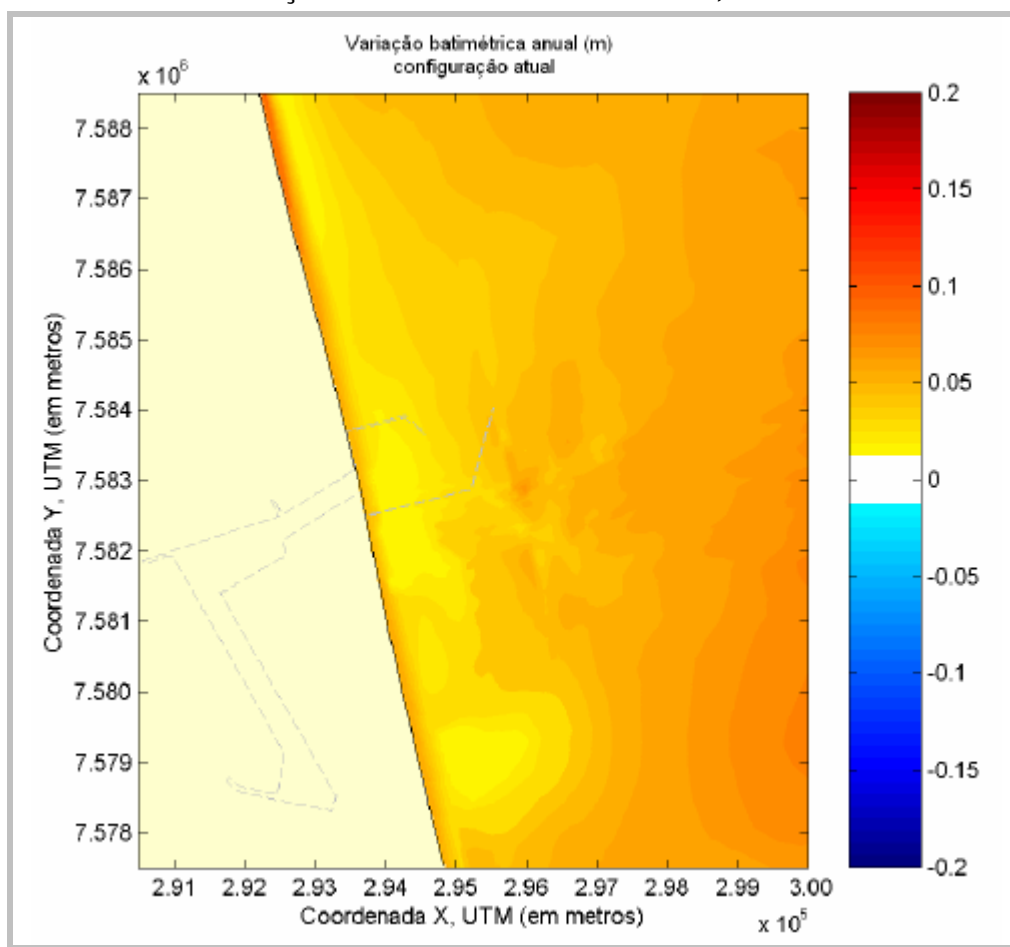


Fonte: ASA (2010)

O sistema de modelos numéricos adotado para a avaliação dos processos hidrodinâmicos e de transporte de sedimentos, considera as características do fundo, assim como a concentração de sedimentos em suspensão. Além disso, este modelo numérico permite uma completa realimentação das mudanças morfológicas de fundo durante o cálculo hidrodinâmico, ou seja, o modelo numérico tem a capacidade de simular a deposição e a remobilização de sedimentos em decorrência das características do fluxo hidrodinâmico.

Como resultados das simulações numéricas, a **FIGURA 6.3.7.4-2** apresenta a taxa anual de deposição de sedimentos na região próxima ao empreendimento.

FIGURA 6.3.7.4-2
VARIAÇÃO BATIMÉTRICA ANUAL (EM METROS), COMO RESULTADO DA
SIMULAÇÃO NUMÉRICA, PARA A REGIÃO DA PRAIA DO AÇU, PARA A
CONFIGURAÇÃO (SITUAÇÃO) ATUAL. VALORES POSITIVOS INDICAM
DEPOSIÇÃO E VALORES NEGATIVOS, EROSIÃO



Fonte: ASA (2010)

6.3.7.5 Balneabilidade

A balneabilidade é atribuída a corpos d'água destinados à recreação de contato primário. A Resolução Conama nº 274/2000 estabeleceu os padrões relativos à classificação dos corpos hídricos, como reproduzido a seguir:



“Art. 2o As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

§ 1o As águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:

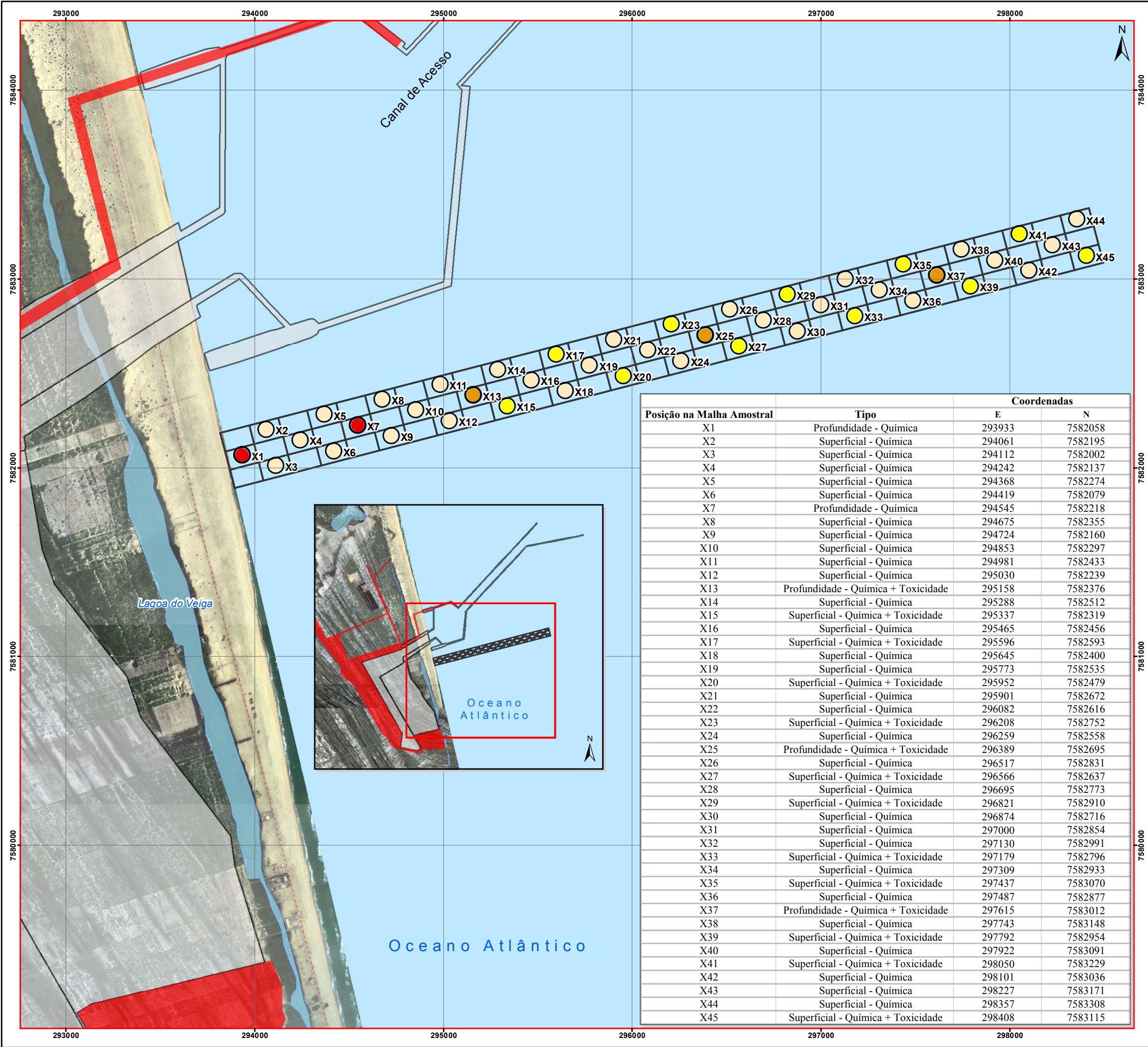
- a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;
- b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;
- c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

(...)

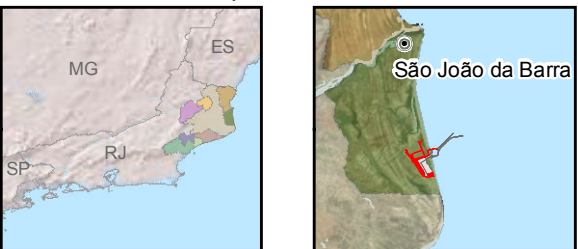
§ 4o As águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros.”

Por ocasião do monitoramento da qualidade da água, ligado aos Programas Ambientais do Porto do Açu (Ecologus, 2009), foram realizadas análises da concentração de *E. coli* em 3 (três) estações de amostragem, com frequência mensal de Novembro de 2007 a Dezembro de 2009. As estações de amostragem estão descritas no **QUADRO 6.3.7.5-1** e apresentadas na **FIGURA 6.3.7.5-1**.



LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Corpo D'água
- Estrada Não Pavimentada

LEGENDA TEMÁTICA

- Terminal Sul
- Malha Amostral
- Ponto de Amostragem de Material a ser Dragado
 - Profundidade - Química
 - Profundidade - Química + Toxicidade
 - Superficial - Química
 - Superficial - Química + Toxicidade

0 250 500 750 1.000 metros



REFERÊNCIA

1 - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
2 - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PREFEITURA DE SÃO JOÃO DA BARRA, 2008.

NOTAS

1 - BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: WGS-84. ZONA DE REFERÊNCIA 24S.
2 - ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 9.2.
3 - MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

A	EMISSÃO INICIAL	E.M.R.	04/2011
---	-----------------	--------	---------



EIA-RIMA TERMINAL SUL

TÍTULO:

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM

PROJ.N.: 10302	PROJ.: B.C.	APROV.: J.P.	DATA: 04/11	ESCALA: 1:20.000	REV.: R0
----------------	-------------	--------------	-------------	------------------	----------

FIGURA 6.3.7.5-1



QUADRO 6.3.7.5-1
LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DE BALNEABILIDADE

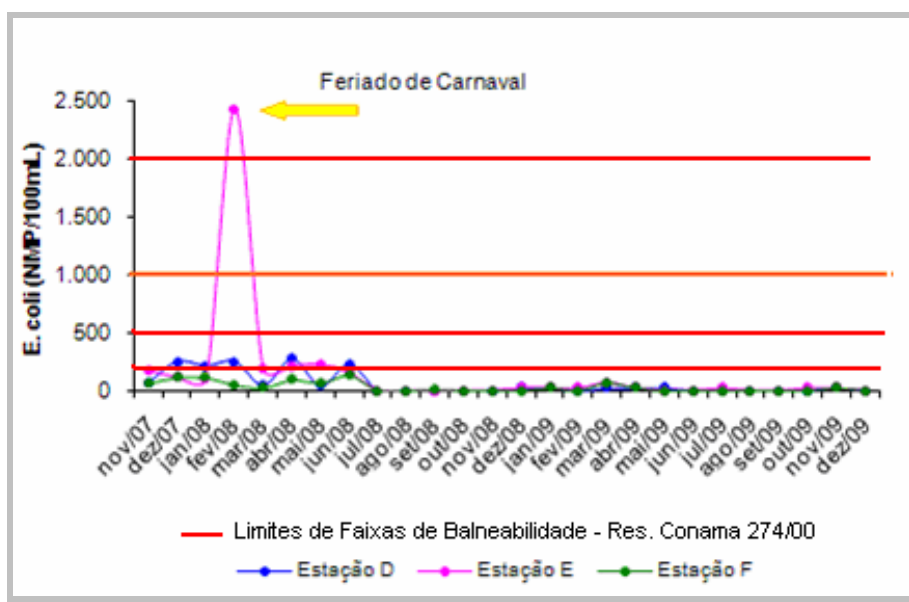
Estação	Localização	Leste	Norte	Lâmina d'água (m)
D	Mar – após a zona de arrebentação em frente à comunidade da Barra do Açu	295.832	7.576.190	10
E	Mar – onde será implantada a ponte de acesso ao píer em frente à Fazenda Saco Dantas	293.800	7.584.095	10
F	Mar – futuro local de descarte das águas do clarificador, junto ao local onde será construído o quebra-mar	295.600	7.586.960	14

Fonte: Ecologus (2009)

Apesar de o conjunto de dados relativo a essas campanhas não ser semanal, como preconizado pela Resolução Conama nº 274, a frequência mensal possibilita a observação de tendências, sendo possível traçar um perfil do ambiente marinho em questão ao longo do ano.

Os resultados da concentração de *E. coli* do monitoramento estão compilados e representados graficamente na **FIGURA 6.3.7.5-2**. Os resultados mostram uma concentração de *E. coli* inferior a 200 NMP/100 mL na maior parte das amostras analisadas. Maiores concentrações estão relacionadas ao período de verão, mais especificamente ao feriado de carnaval de 2008, como destacado na **FIGURA 6.3.7.5-2**. Na época alta temporada, segundo informações das Secretarias de Saúde e do Meio Ambiente de São João da Barra (comunicação pessoal realizada em março de 2010), a população do município aumenta em até 4 vezes. Durante o ano de 2009, não foi registrado pico tão expressivo de *E. coli* durante a alta temporada, como ocorreu no ano de 2008. No caso de fevereiro de 2008, a concentração de *E. coli* registrada foi de 2.419 NMP/100mL, o que a classifica como imprópria, segundo a Resolução Conama nº 274/00, posto que ultrapassou o limite de 2000 NMP/100 mL. De maneira geral, o ano de 2009 apresentou valores mais baixos de *E. coli*, quando comparado ao ano de 2008.

FIGURA 6.3.7.5-2
RESULTADOS DA CONCENTRAÇÃO DE E. COLI - MONITORAMENTO DE
QUALIDADE DA ÁGUA - PROGRAMA AMBIENTAL DO PORTO DO AÇU

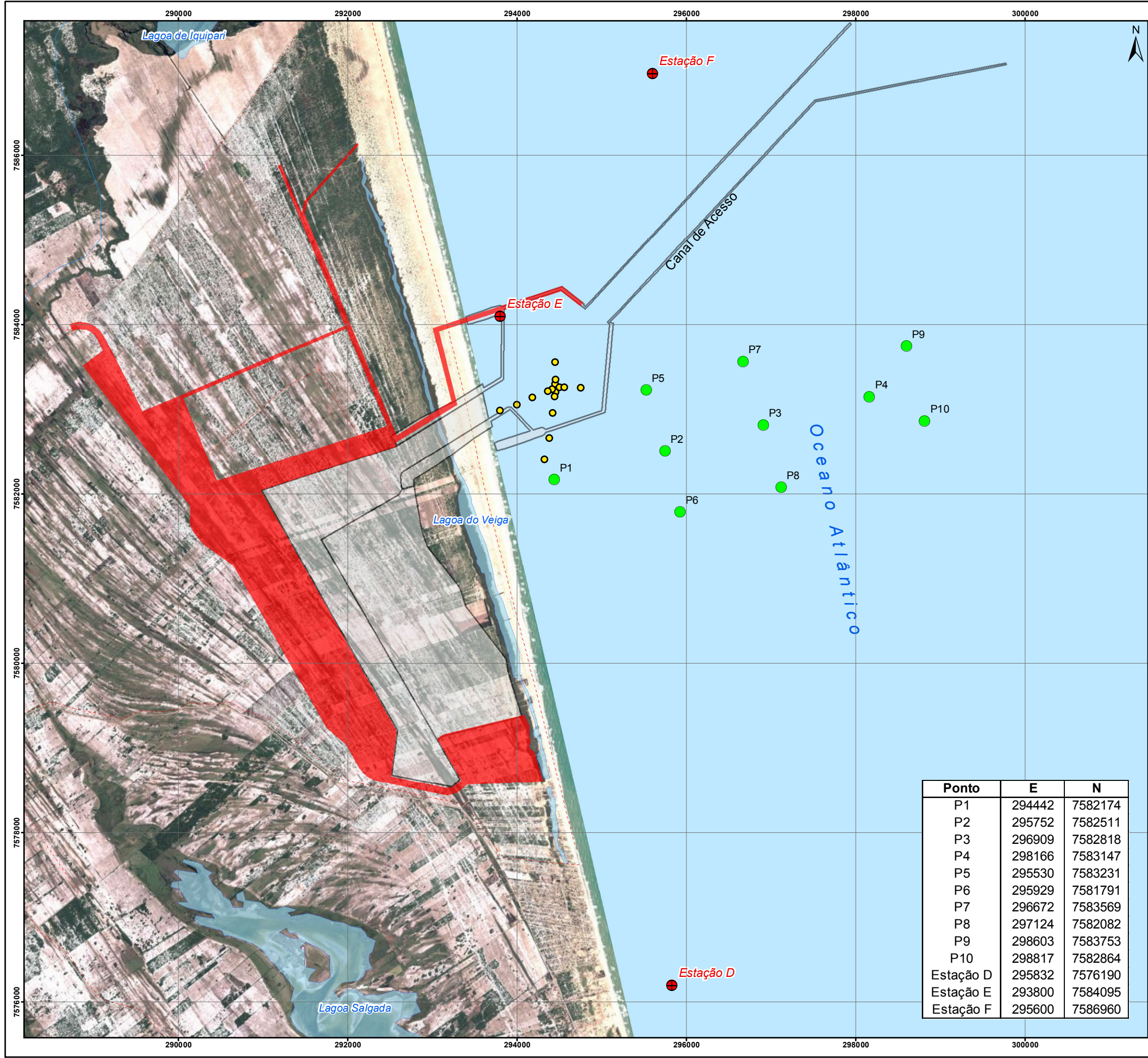


Fonte: Ecologus (2009)

6.3.7.6 Qualidade das Águas Marinhas

O diagnóstico da qualidade das águas marinhas utilizou os dados obtidos por meio do Diagnóstico Complementar do Ambiente Marinho, do EIA UTE Porto do Açu I (CRA, 2009), do EIA UCN Açu (CRA, 2010b) e dados do monitoramento de qualidade de água do Porto do Açu (Ecologus, 2009).

A **FIGURA 6.3.7.6-1** apresenta a localização de todos os pontos analisados para a avaliação da qualidade da água marinha.



Ponto	E	N
P1	294442	7582174
P2	295752	7582511
P3	296909	7582818
P4	298166	7583147
P5	295530	7583231
P6	295929	7581791
P7	296672	7583569
P8	297124	7582082
P9	298603	7583753
P10	298817	7582864
Estação D	295832	7576190
Estação E	293800	7584095
Estação F	295600	7586960

LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

LEGENDA TEMÁTICA

0 0,5 1 1,5 2 Km

REFERÊNCIA

1 - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).

2 - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PREFEITURA DE SÃO JOÃO DA BARRA, 2008.

3 - CARACTERIZAÇÃO COMPLEMENTAR DO AMBIENTE MARINHO – UTE PORTO DO AÇÚ I (CRA, 2009).

NOTAS

1 - BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: WGS-84. ZONA DE REFERÊNCIA 24S.

2 - ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 9.2.

3 - MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

A	EMIÇÃO INICIAL	E.M.R.	04/2011

EIA-RIMA DO TERMINAL SUL

TÍTULO:

MAPA DA MALHA AMOSTRAL DE QUALIDADE DAS ÁGUAS MARINHAS

PROJ.N.: 10302	PROJ.: B.C.	APROV.: J.P.	DATA: 04/11	ESCALA: 1:45.000	REV: R0
----------------	-------------	--------------	-------------	------------------	---------

FIGURA 6.3.7.6-1



Os resultados destas campanhas de qualidade de água marinha foram confrontados com os valores orientadores da Resolução Conama nº 357/05, a qual dispõe sobre a “*Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*”. O ambiente em questão foi considerado como águas salinas Classe 1. Isto porque não existe enquadramento específico para esse corpo hídrico até o momento, de modo que foi seguida a diretriz disposta no Art. 42 da referida legislação, a saber: “Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinara a aplicação da classe mais rigorosa correspondente”.

- Monitoramento da Qualidade da Água - Programas Ambientais do Porto do Açu (Ecologus, 2009)

Especificamente para a porção marítima localizada próxima ao Porto do Açu é realizado desde 2008 o monitoramento da Qualidade da Água Marinhas, estando no “Nono Relatório Trimestral da Implementação dos Programas Ambientais do Porto do Açu: Programa de Monitoramento da Qualidade da Água” (Ecologus, 2009). Ressalta-se que os pontos amostrados coincidem com as estações analisadas para a balneabilidade, já apresentados na **FIGURA 6.3.7.5-1**.

As seguintes considerações podem ser feitas com base no conjunto de dados do monitoramento da qualidade das águas:

- 1) O pH do ambiente marinho em questão é, no geral, próximo de 8,0 durante todo período;
- 2) Os valores de OD são em média pouco superiores ao limite mínimo estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salinas Classe 1, isto é, 6,0 mg/L, durante todo o período;
- 3) Os valores de COT são altos, acima do máximo permitido pela legislação (3,0 mg/L) durante o período. Além disso, há indicação de influência do período de chuvas sobre este parâmetro, em decorrência do maior aporte fluvial;
- 4) De maneira geral, a concentração de ferro dissolvido no ambiente marinho fica abaixo do valor máximo permitido pela legislação (0,3 mg/L), com exceção das amostras coletadas em outubro e novembro de 2008 e abril de 2009. Esses eventos de elevação no teor de ferro na água podem também ter relação com o aumento do aporte fluvial, por coincidirem com a época de chuvas.

- Estudos Complementares - EIA UTE do Porto do Açú I (CRA, 2008)

Em setembro de 2008 foi realizada a campanha de amostragem para compor os Estudos Complementares ao EIA da UTE Porto do Açú I (CRA, 2008), em 17 pontos amostrais. A **FIGURA 6.3.7.5-1**, já apresentada, demonstra a localização dos pontos de amostragem dessa campanha. Nessa ocasião, foi observada homogeneidade tanto vertical como horizontalmente da água, no que tange a temperatura, a salinidade e a condutividade elétrica. Os valores médios de temperatura, salinidade e condutividade elétrica foram, respectivamente, 23,33°C, 36,16 e 54,57 mS/cm. Esta faixa de temperatura, com valores bastante homogêneos, é normalmente encontrada nas águas marinhas rasas da plataforma continental do Atlântico Sul que banham a região sudeste do Brasil ao final do período de inverno e início da primavera (Harari *et al.*, 1993; Niencheski *et al.*, 1999; Paranhos, 2001).

Em uma análise horizontal, observou-se que a maioria das leituras de OD realizadas na água de meio e fundo (aproximadamente a 6 m e a 9 - 11 m de profundidade, respectivamente) apresentaram valores não conformes com o padrão de qualidade adotado, enquanto que nas superficiais a concentração de oxigênio registrada foi superior a 6,0 mg/L, como preconiza a Resolução Conama n° 357/05. No ponto E-04, foram registrados tanto o valor máximo como mínimo de OD, a 11 m de profundidade (4,48 mg/L) e a 1 m de profundidade (6,21 mg/L).

Segundo a Resolução Conama n° 357/05, águas salinas de Classe 1 devem ter pH de 6,5 a 8,5, não havendo mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades. No caso dos dados levantados nesta campanha, o valor médio de pH foi de 8,80, sendo o mínimo de 8,38 (ponto E-04, superfície) e o máximo de 9,27 (ponto E-08, superfície). De maneira geral, o pH mostrou tendência de diminuição da superfície em direção ao fundo, exceto no ponto E-04.

Valores de pH básicos podem ocorrer em casos de florações algais, pois, ao realizar fotossíntese, as algas retiram o CO₂ dissolvido na água e alteram sistema tampão do carbonato/bicarbonato, provocando um aumento dos íons hidroxila na água, com consequente aumento no pH. Esse fenômeno acontece, principalmente, na água superficial, até onde existe disponibilidade de luz, ocasionando um gradiente vertical de pH e de oxigênio dissolvido.

Quanto aos metais, somente ferro, zinco e cobre totais foram detectados nas amostras de água marinha, mas em concentrações abaixo dos padrões de qualidade da Resolução Conama n° 357/05.



Os valores de sólidos suspensos totais variaram entre 15 e 147 mg/L, com valor médio de 82 mg/L. Os valores obtidos podem ser (a princípio) considerados elevados se comparados às concentrações de material particulado em suspensão (MPS) do rio Paraíba do Sul. Por exemplo, neste rio a concentração média de MPS, na região de Campos e para o mês de setembro (mês da realização da coleta) é de cerca de 10 mg/L (LCA, dados não publicados). Levando-se em conta a diluição desta carga ao aportar à região costeira, valores relativamente elevados poderiam ser ocasionados por ressuspensão de sedimentos de fundo em função de processos de advecção vertical, e turbulência causada por maré, ventos e correntes marinhas na área de estudo (Ovalle *et al.* 1999).

As análises microbiológicas demonstraram ausência de contaminação por esgoto doméstico, uma vez que em praticamente todas as amostras de água não foi possível detectar coliformes fecais ou termotolerantes. A única amostra em que foram detectados coliformes fecais, ponto E-06 na superfície, havia 6,1 NPM/100 mL, valor muito abaixo do exigido pela Resolução Conama nº 357/05 (1000 NPM/100 mL).

Para os poluentes orgânicos, foram obtidas concentrações abaixo dos limites de detecção do método analítico, apresentando-se em conformidade com os padrões de qualidade adotados. Os demais parâmetros analisados nas amostras apresentaram-se em conformidade com os padrões de qualidade adotados.

- Campanha de amostragem de água marinha da UCN Açú (CRA, 2010b)

A amostragem de água marinha foi realizada no dia 6 de julho de 2010. Nesse dia, as condições climáticas eram de ventos fracos do quadrante nordeste, céu claro e ausência chuvas. A maré no dia da campanha de amostragem foi de quadratura. A tábua de marés para o Porto de Imbetiba, município de Macaé, a aproximadamente 150 km ao sul da área de interesse, apresentou horário de Baixamar às 5:09 h e 17:56h, com altura mínima de 0,5m, e horários de preamar às 11:56h e 23:53h, com altura máxima de 1,1m.

Os parâmetros físico-químicos de qualidade de água analisados *in situ* foram: temperatura, oxigênio dissolvido e seu percentual de saturação, pH, turbidez, salinidade e condutividade. Esses parâmetros foram determinados com o emprego de uma sonda portátil, modelo Quanta da Hydrolab, em três profundidades na coluna d'água: a 0,5 m da superfície, meio e a 0,5 m do fundo.

A seguir são apresentadas as **FOTOS 6.3.7.6-1 a 6.3.7.6-4** referentes ao procedimento de amostragem.



FOTO 6.3.7.6-1: Bote inflável utilizado e equipe responsável pela amostragem de água marinha.
Fonte: CRA, 2010b.



FOTO 6.3.7.6-2: Procedimento de amostragem de água, por meio de garrafa de Van Dorn: lançamento da garrafa. **Fonte:** CRA, 2010b.



FOTO 6.3.7.6-3: Procedimento de leitura de parâmetros in situ, por meio de sonda multiparâmetro. **Fonte:** CRA, 2010b.



FOTO 6.3.7.6-4: Procedimento de leitura de parâmetros in situ, por meio de sonda multiparâmetro. **Fonte:** CRA, 2010b.

Foram realizadas análises descritivas (**QUADROS e FIGURAS**), sobre as concentrações e/ou valores dos parâmetros monitorados no intuito de analisar e verificar os *Padrões de Variação Espacial* (Comparação de valores entre os pontos amostrados). Também foram realizadas análises estatísticas (Análises Paramétricas de Variância Univariadas - ANOVAs) sobre os parâmetros avaliados, a fim de analisar a significância existente entre os pontos amostrados. O nível de significância dos testes estatísticos foi estipulado em 95%; desta forma, para os resultados de ANOVA com $P \leq 0,05$, foi aceita a hipótese de diferença



significativa entre os dados, enquanto os resultados de ANOVA com $P > 0,05$ foi rejeitada a hipótese anterior, aceitando-se assim a hipótese alternativa de que os dados não apresentam diferenças significativas.

Além da devida sistemática de tratamento de dados, os parâmetros de qualidade de água analisados foram confrontados com os limites preconizados pela Resolução Conama nº 357/05. Como já explicado, as águas marinhas do ambiente em questão foram consideradas como classe 1.

Resultados de Qualidade de Água Marinha

Os **QUADROS 6.3.7.6-1** e **6.3.7.6-2** apresentam os resultados dos parâmetros registrados nos trabalhos pretéritos. Em seguida, os parâmetros são analisados individualmente.

QUADRO 6.3.7.6-1
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS ANALISADOS *IN SITU*
NAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM

ID Ponto	PARÂMETROS						
	pH	OD (mg/L)	OD (%Sat)	Sal. (‰)	Cond. (mS)	Temp. (°C)	Turb. (UNT)
P01 - Superfície	9,67	6,80	67,90	29,58	45,80	23,02	23,20
P01 - Meio	9,70	4,50	38,70	31,68	48,70	23,06	40,30
P01 - Fundo	9,84	3,80	36,30	31,75	48,07	23,04	56,70
P02 - Superfície	9,40	6,95	82,00	30,30	46,80	23,14	2,20
P02 - Meio	9,56	5,78	69,10	31,68	48,70	23,10	8,70
P02 - Fundo	8,56	3,67	38,70	31,75	48,80	23,06	52,50
P03 - Superfície	7,75	8,52	88,50	30,52	47,20	23,08	0,00
P03 - Meio	7,63	6,32	67,10	31,75	48,80	23,15	0,00
P03 - Fundo	7,91	3,22	45,80	31,75	48,80	23,09	25,20
P04 - Superfície	8,12	8,35	81,20	30,54	47,10	23,50	4,30
P04 - Meio	8,15	6,33	61,60	31,10	47,80	23,15	6,60
P04 - Fundo	8,18	4,15	58,20	31,75	48,80	23,08	34,70
P05 - Superfície	8,61	8,17	83,90	30,23	46,70	23,20	7,80
P05 - Meio	7,69	6,03	64,10	31,75	48,90	23,70	12,50
P05 - Fundo	7,78	3,97	42,30	31,75	50,10	23,01	143,20
P06 - Superfície	7,69	7,24	80,50	30,30	46,80	23,17	0,00
P06 - Meio	7,77	6,15	64,00	31,75	48,90	23,09	3,20
P06 - Fundo	7,86	3,05	43,60	31,35	48,80	23,06	21,80



ID Ponto	PARÂMETROS						
	pH	OD (mg/L)	OD (%Sat)	Sal. (‰)	Cond. (mS)	Temp. (°C)	Turb. (UNT)
P07 - Superfície	7,87	7,58	79,60	30,45	47,00	23,15	0,00
P07 - Meio	7,90	6,47	68,60	31,76	48,90	23,08	0,00
P07 - Fundo	7,99	3,35	47,40	31,75	48,80	23,07	126,00
P08 - Superfície	7,65	8,51	87,70	30,67	48,30	23,22	0,00
P08 - Meio	7,82	6,20	67,30	31,75	48,80	23,10	6,30
P08 - Fundo	7,89	3,13	44,30	31,68	48,90	23,00	231,00
P09 - Superfície	7,97	8,84	83,90	30,67	47,30	23,24	0,00
P09 - Meio	8,01	6,63	62,40	31,76	48,80	23,18	0,00
P09 - Fundo	8,07	3,63	51,50	31,75	48,90	23,13	6,30
P10 - Superfície	8,11	8,36	79,80	30,68	47,30	23,37	27,60
P10 - Meio	8,14	6,20	68,60	31,76	48,90	23,18	28,3
P10 - Fundo	8,19	4,04	56,90	31,75	48,80	23,09	66,30
VMP - Resolução Conama n° 357/05	6,5 – 8,5	6,0	-	-	-	-	-



QUADRO 6.3.7.6-2
RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÁGUA MARINHA - JULHO/ 2010

ID Ponto de Amostragem		unidade	Conama n° 357/05*	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	P-07	P-08	P-09	P-10
Parâmetros Físicos e Químicos	Óleos e Graxas	mg/L	virtualmente ausente	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Cor Verdadeira	Pt/Co	-	16	5	<5	<5	6	6	8	7	6	5
	E.Coli	NMP/100mL	1000	29	6	8	9	28	13	5	5	5	6
	Coliformes Totais	-	-	36	13	12	15	41	16	10	16	9	8
	Fósforo Total	mg/L	0,062	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01
	Nitrato	mg/L	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Nitrito	mg/L	0,07	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
	Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,4	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Nitrogênio Total	mg/L	-	14	7,5	14	14	13	13	16	9,6	16	16
	Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	-	14	7,5	14	14	13	13	16	9,6	16	16
	Sólidos Totais	mg/L	-	34053	34940	35039	35498	35931	38164	33688	37861	35248	36257
	Sólidos Totais Fixos	mg/L	-	31066	31571	31541	32021	32841	34264	30293	34220	32006	32847
	Sólidos Totais Voláteis	mg/L	-	2987	3369	3498	3477	3090	3900	3395	3641	3242	3410
	Índice de Fenóis	mg/L	0,06	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
	CO Total	mg/L	3	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
	Clorofila A	µg/l	-	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Metais	Al dissolv.	mg/L	1,5	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0259	<0,0001	<0,0001
	Cu dissolv.	mg/L	0,005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Fe dissolv.	mg/L	0,3	0,0888	0,0001	0,204	0,124	0,16	0,104	0,101	0,157	0,0928	0,154
	As	mg/L	0,01	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	BA	mg/L	1	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
	Bo	mg/L	5	4,1	3,9	4	4,2	4,1	3,7	4	4,3	4,2	4,1
	Cd	mg/L	0,005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	PB	mg/L	0,01	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
	Cr	mg/L	0,05	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Fe	mg/L	-	0,09	0,0001	0,21	0,208	0,175	0,171	0,113	0,174	0,129	0,171
	Mn	mg/L	0,1	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Hg	mg/L	0,0002	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
	Ni	mg/L	0,025	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	U	mg/L	0,5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

* Valores Máximos Permitidos para água salgada Classe 1



Potencial Hidrogeniônico - pH

Os valores de pH registrados em campo se encontraram dentro da faixa estabelecida pela Resolução Conama nº 357/05 ($6,5 < \text{pH} < 8,5$), exceto nos pontos 1 e 2, cujas médias foram de 9,74 e 9,17, respectivamente.

Os resultados obtidos por meio das Análises Paramétricas Univariadas indicam que existem diferenças significativas entre os valores de pH registrados nos diferentes pontos de monitoramento ($P=0,001$). Contudo, quando avaliada a diferença entre as profundidades não foram constatadas diferenças significativas entre os medidos em campo.

Na campanha de amostragem realizada em setembro de 2008, também foram constatados valores alcalinos de pH, variando entre 8,38 e 9,27 (CRA, 2009). Possivelmente, o ambiente em questão possui alta taxa fotossintética, de forma que o ácido carbônico é retirado da água, mexendo no equilíbrio iônico e elevando o pH.

Oxigênio Dissolvido (OD)

Os valores registrados de OD, para todas as amostras de superfície e de meio, exceto as amostras de meio dos pontos 1 e 2, apresentaram-se acima do limite mínimo estabelecido pela legislação (6,0 mg/L). A média de OD registrada na superfície foi de 7,93 mg/L, nas amostras de meio 6,06 mg/L e nas amostras de fundo 3,6 mg/L.

Os valores menores registrados no fundo já eram esperados, uma vez que, devido à menor disponibilidade de luz solar, a produção primária nas camadas inferiores da coluna d'água é significativamente menor que nas camadas superiores e consequentemente a produção de oxigênio também é menor nessas camadas.

Os testes estatísticos indicaram diferenças significativas ($P=0,001$) do parâmetro OD entre as profundidades consideradas, mostrando que há uma boa correlação entre o parâmetro e a profundidade da coluna d'água. Entretanto, não foram registradas diferenças significativas nesses valores entre os pontos de monitoramento.

A campanha de amostragem realizada em setembro de 2008 mostrou padrão semelhante, com concentração de OD inferior ao limite mínimo estabelecido pela legislação em praticamente todas as amostras de fundo (CRA, 2009). Naquela ocasião, foram registrados valores de OD variando entre 4,48 mg/L (11 m de profundidade) e 6,21 mg/L (1 m de profundidade).

Salinidade e Condutividade

Os valores de salinidade registrados foram valores típicos para água marinha, apresentando média de 30,39 nas amostras de superfície, 31,67 nas amostras de meio e 31,70 nas amostras coletadas no fundo. Os resultados mostraram pouca variação entre os valores de salinidade medidos nos pontos de amostragem. Os valores de condutividade registrados variaram entre 45,80 mS/cm e 48,30 mS/cm na superfície, entre 47,80 mS/cm e 48,90 mS/cm nas amostras de meio, e entre 48,07 mS/cm e 50,10 mS/cm no fundo.

Na **FIGURA 6.3.7.6-1** pode ser observado a estratificação da coluna d'água nos pontos amostrados, nos quais os valores da salinidade apresenta-se maior para as amostras de fundo, o que já era esperado, quando considerado que quanto maior a salinidade da massa d'água, maior sua densidade. Não existem diferenças significativas entre os valores de salinidade registrados nos diferentes pontos de amostragem. Por outro lado, os testes estatísticos mostraram diferenças significativas ($P=0,001$) da salinidade entre as distintas profundidades, indicando forte correlação entre o parâmetro e a posição de medição na coluna d'água. Resultados similares foram encontrados na análise estatística do parâmetro condutividade, que apresentou diferenças significativas entre as profundidades ($P=0,001$), este resultado (significância) entre os pontos de amostragem (**FIGURA 6.3.7.6-2**).

FIGURA 6.3.7.6-1
VALORES DE SALINIDADE MEDIDOS *IN SITU* NOS PONTOS AMOSTRADOS

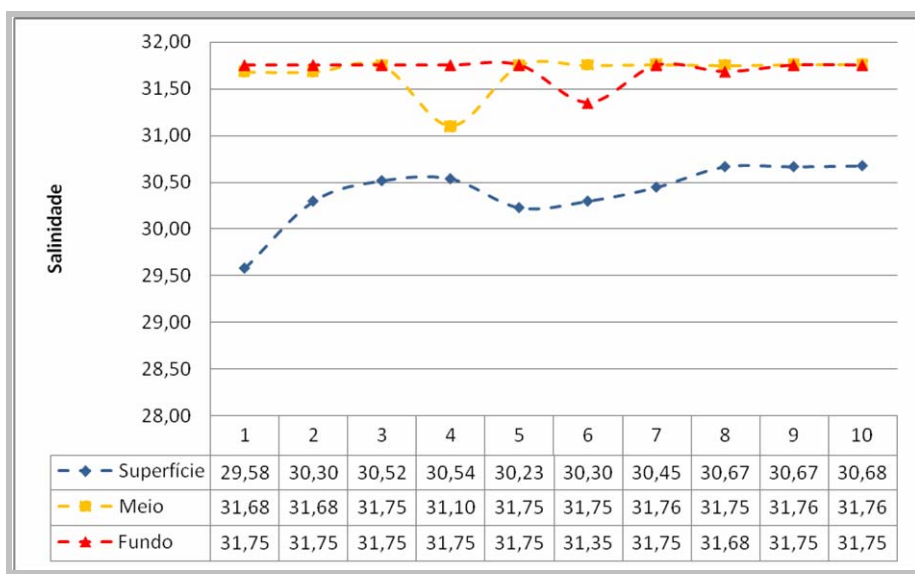
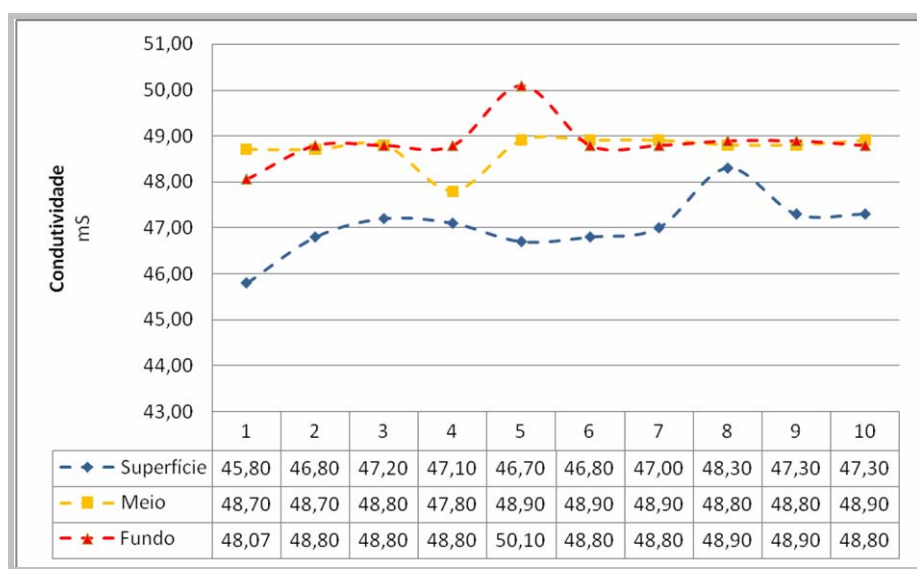


FIGURA 6.3.7.6-2
VALORES DE CONDUTIVIDADE MEDIDOS *IN SITU* NOS PONTOS
AMOSTRADOS



Na campanha de setembro de 2008, os valores médios salinidade e condutividade elétrica foram, respectivamente, 36,16 e 54,57 mS/cm (CRA, 2009), portanto superiores aos valores observados na campanha ora apresentada.

Temperatura

O principal efeito da elevação da temperatura da água é a diminuição da solubilidade de gases na água, ocasionando perda de oxigênio dissolvido.

A temperatura medida em campo não apresentou grande variação entre os pontos amostrados e entre as diferentes profundidades, variando entre 23,0 à 23,70 °C, obtendo-se uma média de 23,15°C.

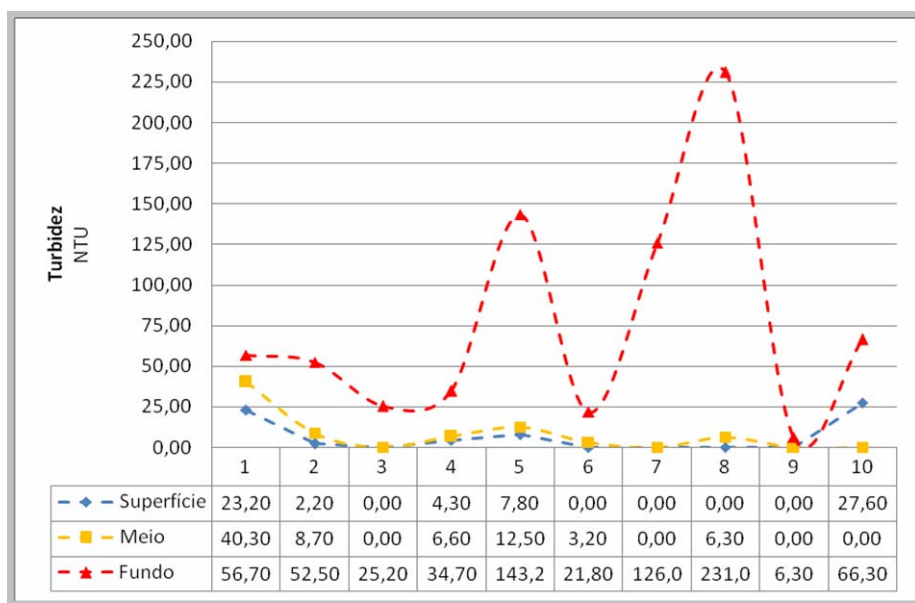
Na campanha de setembro de 2008, foram observados valores médios de temperatura de 23,33°C (CRA, 2009), portanto próximo aos registrados na campanha ora em voga.

Turbidez

Os valores de turbidez se apresentaram maiores nas amostras de fundo, onde foram obtidos valores entre 25,20 UT e 231,00 NTU, e menores nas amostras de superfície, que variaram de 0,00 UT a 27,60 NTU. Esse resultado é natural, e está relacionado à

ressuspensão dos sedimentos do fundo, aumentado o teor de materiais suspensos e consequentemente o valor da turbidez registrada. Nas amostras de meio esses valores variaram entre 3,20 e 40,30. A **FIGURA 6.3.7.6-3** apresenta os valores medidos de turbidez nos pontos de amostragem.

FIGURA 6.3.7.6-3
VALORES DE TURBIDEZ MEDIDOS *IN SITU* NOS PONTOS AMOSTRADOS



Nos testes estatísticos realizados foram obtidas diferenças significativas da turbidez entre as diferentes profundidades ($P < 0,05$), porém entre as estações de amostragem não foram registradas diferenças significativas.

Os dados da campanha de setembro de 2008 apontam menor turbidez, com valores variando entre 0,52 e 9,72 NTU. Porém, nessa ocasião, a turbidez foi medida em laboratório, o que pode causar divergências de resultados medidos *in situ*.

Coliformes Totais e Escherichia coli

De modo a avaliar a qualidade microbiológica das amostras coletadas, foi realizada em laboratório a determinação das concentrações de coliformes Totais e *Escherichia coli*.

Com relação às análises de coliformes totais e *Escherichia coli*, os resultados apresentaram valores com máximo de 41 NMP/100ml para Coliformes Totais e 29 NMP/100ml para *Escherichia coli*, abaixo do valor máximo estabelecido pela Resolução Conama 357/05 que é

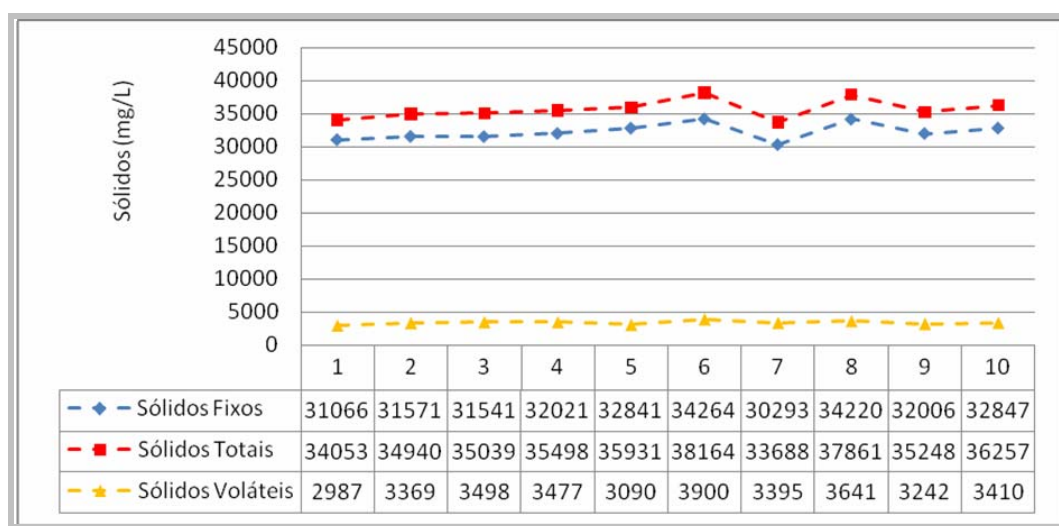
de 1000 NMP/ 100mL para *E. coli*. Para coliformes totais, não existe padrão na referida legislação.

Em comparação com a campanha realizada em setembro de 2008, os valores de coliformes fecais foram superiores. Naquela ocasião, a concentração de coliformes fecais variou de <1 a 6,1 NPM/100 mL (CRA, 2008).

Sólidos Totais, Voláteis e Fixos

Os resultados das análises de Sólidos Totais, Sólidos Fixos e Sólidos Voláteis estão apresentados na **FIGURA 6.3.7.6-4**. A média dos valores de Sólidos Totais obtidos foi de 35.667,9 mg/L. Os resultados mostram que a maior parcela de sólidos totais é constituída de sólidos fixos (média obtida igual a 32.267 mg/L) e uma pequena parcela é composta de sólidos voláteis (média obtida igual a 3.400,9 mg/L). Este resultado indica a predominância de sólidos inorgânicos na massa d'água na região monitorada.

FIGURA 6.3.7.6-4
RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SÓLIDOS TOTAIS, SÓLIDOS FIXOS E SÓLIDOS VOLÁTEIS OBTIDOS NOS PONTOS AMOSTRADOS





Série de Nitrogênio (Amônia, Nitrato, Nitrito e Nitrogênio Total Kjeldahl)

Para a série de nitrogênio, as análises dos parâmetros Nitrito, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal não detectaram concentrações dos mesmos acima do limite de quantificação do método (0,1 mg/L para nitrato e nitrogênio amoniacal, e 0,006 mg/L para Nitrito), atendendo os limites preconizados pela Resolução Conama nº 357/05 (0,4 mg/L - Nitrato e Nitrogênio amoniacal, e 0,07 mg/L para Nitrito).

Não existe limite para o parâmetro na legislação atual, porém os resultados obtidos indicam que não há interferência de despejos urbanos e industriais na qualidade da água caracterizada, em função das baixas concentrações.

Os dados referentes ao mês setembro de 2008 não apontaram valores de compostos nitrogenados em concentrações superiores ao máximo permitido pela legislação.

Fósforo Total

Os resultados das análises de Fósforo Total obtidos apresentaram-se todos abaixo do limite estabelecido pela legislação (0,062 mg/L), assumindo valor máximo de 0,02 mg/L no Ponto 03. Em todos os outros pontos o valor obtido foi de 0,01 mg/L.

Os dados referentes a setembro de 2008 não apontaram valores de fósforo total em concentrações superiores ao máximo permitido pela legislação.

Cor

A cor de uma amostra de água está associada à presença de sólidos dissolvidos, principalmente materiais em estado coloidal orgânico e inorgânico.

As análises de cor verdadeira obtiveram valores entre 5 e 16 Pt/Co. O maior valor (16 Pt/Co) foi obtido no Ponto 1, mais próximo da linha de costa, indicando o acúmulo de materiais carregados pelas correntes marinhas até a região costeira e a influência de materiais de origem continental na qualidade da água. A legislação não possui padrão de qualidade para este parâmetro.

Em setembro de 2008, os valores obtidos para cor verdadeira foram entre 5 e 106 Pt/Co, revelando maiores valores de cor e maior variabilidade dos dados.



Óleos e Graxas e índice de Fenóis

A caracterização da contaminação ambiental por hidrocarbonetos pode ser realizada em diferentes níveis, dependendo da metodologia analítica empregada e da estratégia de coleta de amostras. Em levantamentos preliminares, podem ser usados métodos mais simples, que se limitam à quantificação da concentração total de um grupo não específico de substâncias, tal como os “Óleos e graxas”.

Nas águas naturais, os óleos e graxas acumulam-se nas superfícies, podendo trazer sérios problemas ecológicos por dificultar as trocas gasosas que ocorrem entre a massa líquida e a atmosfera, especialmente a de oxigênio. Os fenóis, estes e seus derivados são tóxicos ao homem e aos organismos aquáticos, e aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes industriais.

Em todas as amostras coletadas não foram detectadas concentrações de óleos e graxas e índice de fenóis acima do limite de quantificação do método de análise (0,001 mg/L para fenóis e 1 mg/L para óleos e graxas). Este resultado indica que não há contribuição de efluentes industriais ricos em substâncias oleosas, fenóis e seus derivados.

Os dados das análises de água coletadas em setembro de 2008 também não apontaram contaminação por óleos e graxas, ou qualquer contaminante orgânico, já que os valores das análises mostraram concentrações abaixo do limite de detecção do método.

Carbono Orgânico Total e Clorofila a

Nas análises de Carbono Orgânico Total e Clorofila a, cujo limite de quantificação é de 2,5 e 3 mg/L, respectivamente, não foram detectadas concentrações destes parâmetros acima do limite de quantificação do método de análise química. Os resultados mostram que a região de interesse apresenta qualidade de água natural, sem interferência de descarte de efluentes ricos em matéria orgânica.

Metais

Em todas as amostras coletadas, as análises de metais não detectaram concentrações acima do limite de quantificação para os elementos cobre, arsênio, bário, chumbo, cromo, manganês, mercúrio e níquel.

Os resultados de Ferro Dissolvido apresentaram abaixo de 0,25 mg/L, abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação (0,3mg/L).



Com relação aos resultados das análises de Boro, estes apresentaram-se abaixo de 4,5 mg/L, respeitando o limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 de 5,0 mg/L.

Os resultados de Al dissolvido apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação do método de análise, exceto no Ponto 8 que apresentou concentração de 0,0259 mg/L. Todas abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação de 1,5mg/L.

Foram também analisados os teores de Urânio nas amostras coletadas. Todos os resultados obtidos apresentaram-se abaixo do limite de quantificação do método de análise química empregado (0,001 mg/L), respeitando assim o limite máximo determinado pela Resolução Conama nº 357/05 (0,5 mg/L).

Em comparação com a campanha realizada em setembro de 2008, os dados da presente campanha estão compatíveis; naquela ocasião, somente ferro, zinco e cobre totais foram detectados nas amostras de água, mas em concentrações abaixo dos padrões de qualidade da Resolução Conama nº 357/05 (CRA, 2009).

- **Conclusões**

A análise de *E. coli* no ambiente marinho pelo monitoramento mensal (Programas Ambientais do Porto do Açu – Ecologus, 2009) evidenciou a influência da alta temporada, em especial do feriado de carnaval, atingindo em 2008 a concentração de *E. coli* de 2419 NMP/100 mL, porém os resultados mostram uma concentração inferior a 200 NMP/100 mL na maior parte das amostras analisadas no período de novembro de 2007 a dezembro de 2009.

Dentre os parâmetros avaliados na campanha específica para o presente estudo de qualidade das águas marinhas, todos os valores obtidos nas análises laboratoriais e a maior parte das medições *in situ* encontraram-se dentro do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salinas classe 1. Exceções foram observadas para nos Pontos 01 e 02, com valores de pH acima de 8,5 e valores de OD abaixo de 6,0 mg/L na água de meio e de fundo (não atendendo a faixa estabelecida pela referida Resolução). Ainda com relação ao OD, a água de fundo apresentou valor inferior a 6,0 mg/L em todas as estações de amostragem. Esse resultado já era esperado uma vez que a produção primária em camadas mais profundas da coluna d'água é menor devido à menor disponibilidade de luz solar. Nas amostras de meio e superfície o parâmetro se apresentou acima do limite mínimo.



Esse padrão (tanto referente ao pH quanto ao OD) foi também observado na campanha de amostragem da água marinha realizada em setembro de 2008 para compor os Estudos Complementares do EIA UTE Porto do Açu I (CRA, 2009).

Os resultados mostraram a ausência de contaminação por óleos e graxas, metais pesados e organismos patogênicos (*E. Coli*).

Pode-se concluir que a região marinha avaliada apresenta características de regiões costeiras, cuja qualidade da água não sofreu alterações devido a interações de seus parâmetros químicos, físicos e biológicos com despejos de efluentes industriais e sanitários.

6.3.7.7 Caracterização do Sedimento Marinho

Para a caracterização dos sedimentos marinhos foram utilizados os dados do EIA UCN Açu (CRA, 2010b), sendo avaliadas 45 estações amostrais, de forma a analisar a qualidade dos sedimentos na região do empreendimento.

A porção marítima avaliada corresponde a um polígono retangular, com início na linha de praia (cota batimétrica zero), antes da zona de quebra-mar (início do supra-litoral) e fim na cota batimétrica 14,5 m (a cerca de 4.700 m da costa), e largura de 300 m. Dentro desta área, foram estabelecidas estações de amostragem, em uma malha regular (**FIGURA 6.3.7.7-1**).

As 45 estações amostrais superficiais foram distribuídas em uma malha regular ao longo do polígono estudado, e 5 perfis, sendo 45 amostras superficiais e 13 amostras de sub-superfície, totalizando 58 amostras.

A Resolução Conama nº 344/04 estabelece diretrizes para a caracterização do material a ser dragado, por meio de uma estrutura de tomada de decisão. Desta forma, destacam-se 3 etapas, a saber, 1ª Etapa: Caracterização Física; 2ª Etapa: Caracterização Química e; 3ª Etapa Caracterização Ecotoxicológica.

O pegador tipo Petersen se enquadra na categoria de dragas “busca-fundo” e foi, portanto, utilizado para a amostragem de sedimento superficial em todos os pontos de amostragem. Para o caso de amostragem em perfil, foi utilizado amostrador tipo *jet-probe*.

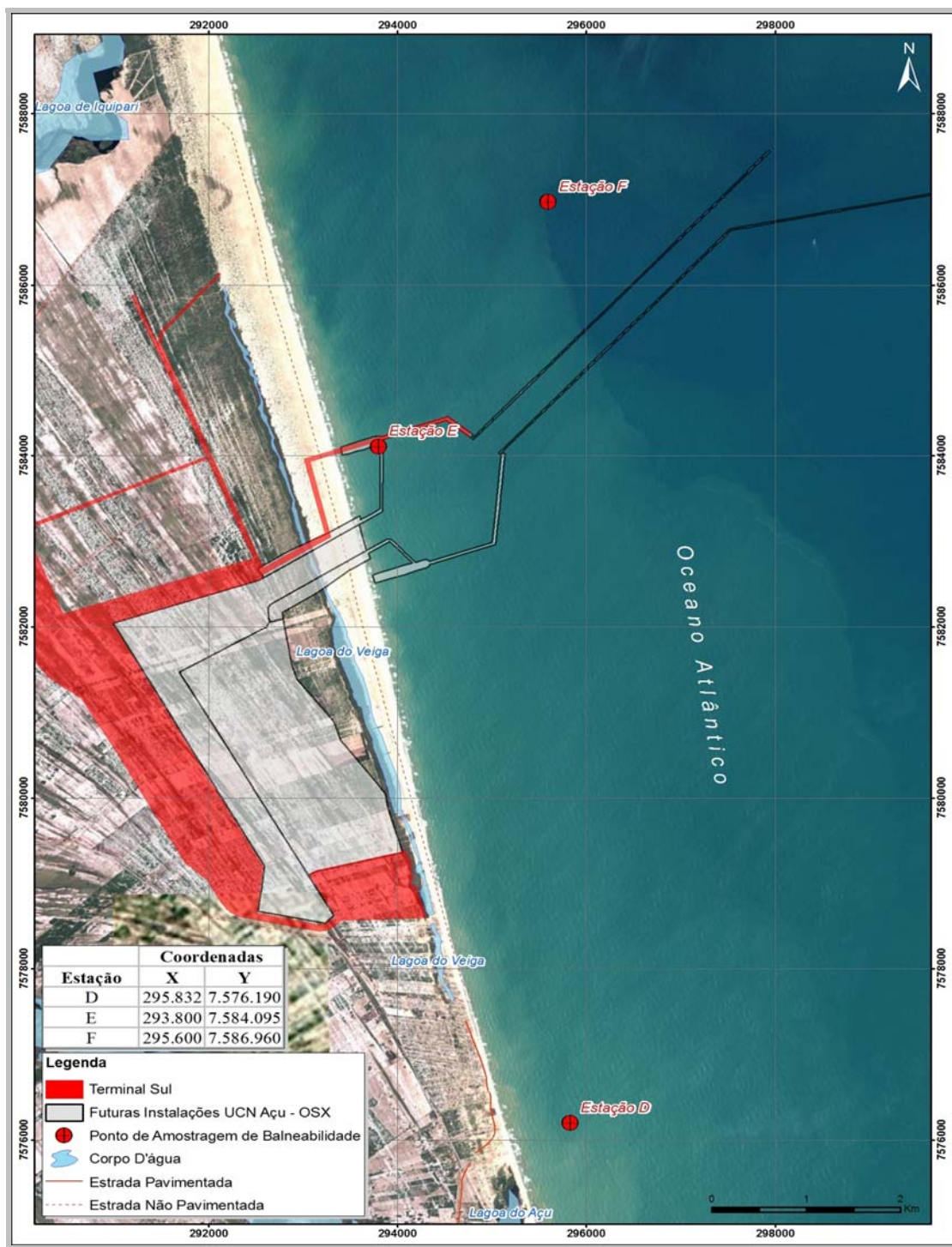
Todas as amostras de sedimento foram analisadas para parâmetros físicos e químicos. Para a realização de análise ecotoxicológica, foram selecionadas 19 amostras.



As amostras de sedimento superficial foram coletadas com o auxílio de uma draga tipo Petersen com volume de 5 litros. Os perfis de sondagem foram realizados por meio de mergulho dependente utilizando-se a técnica de *jet-probe*. As amostras para análises foram realizadas, em cada profundidade estabelecida, por meio de amostrador de 2" de diâmetro e 50 cm de comprimento. O sistema de sondagem por *jet-probe* utiliza um tubo de revestimento externo que é cravado no sedimento. Outro tubo com um jato d'água é inserido de forma solubilizar e "perfurar" o sedimento expulsando-o para cima (pelo revestimento) e permitindo que o revestimento desça cada vez mais. Esta metodologia é mais aplicada em fundos em que a cravação de testemunhos é difícil (ex. areia ou silte). A velocidade de descida foi controlada e, em intervalos pré-determinados, a sondagem foi pausada com a água e se retirou amostras com um amostrador por percussão. Essas são as amostras (não lavadas) que serão analisadas.

O procedimento de amostragem no ponto de coleta localizado na linha de praia obedeceu ao mesmo processo de coleta dos demais em perfil, porém, foi realizado fora d'água. Na região de linha de praia foi cravado um tubo de revestimento e iniciada a lavagem do material sendo coletada uma amostra a cada 2 metros de profundidade. Para tanto foi utilizada uma motobomba acionada por um motor a gasolina que forneceu água do mar (captada pela tubulação azul nas fotos) sob pressão para a sondagem (mangueira branca). A recuperação do revestimento foi realizada posteriormente com o uso de uma base em aço e uma talha manual.

FIGURA 6.3.7.7-1
LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM



As FOTOS 6.3.7.7-1 A 6.3.7.7-6 ilustram o equipamento utilizado e os procedimentos de amostragem.



FOTO 6.3.7.7-1: Amostragem de sedimento por meio de draga tipo Petersen - sedimento superficial



FOTO 6.3.7.7-2: Amostrador de sedimento tipo *jet-probe*, utilizado para as amostras em perfil



FOTO 6.3.7.7-3: Detalhe do sedimento amostrado com *jet-probe*.



FOTO 6.3.7.7-4: Instalação do equipamento para amostragem na linha de praia. Tubulação em azul para captar água do mar.



FOTO 6.3.7.7-5: Procedimento de amostragem – retirada da amostra de dentro do tubo de perfuração.



FOTO 6.3.7.7-6: Amostra de linha de praia depois de retirada de dentro do tubo de perfuração.

Para cada amostra coletada foram adquiridas réplicas para armazenamento como contraprovas sendo armazenadas em refrigerador para eventuais análises. Todas as amostras coletadas foram armazenadas em sacolas plásticas e vidros, de acordo com os parâmetros a serem analisados, acondicionadas em ambiente refrigerado e posteriormente encaminhadas para o laboratório.

As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos ou sacos plásticos apropriados para cada análise, resfriadas, colocadas em caixas de isopor e encaminhadas por transporte terrestre para análises físicas e químicas no laboratório Bioagri Ambiental, localizado em Piracicaba - SP e, análises ecotoxicológicas no laboratório Aplysia, localizado em Vitória-ES. O laboratório Bioagri Ambiental possui cadastro junto ao INEA; e ambos os laboratórios possuem acreditação INMETRO NBR ISO/IEC 17025.

A caracterização física dos sedimentos, realizadas pelas análises granulométricas, indicaram duas áreas com faciologias distintas, caracterizadas por um predomínio de sedimentos finos (argilas) próximos à linha de costa e granulometria mais grossa (areias litoclásticas) com o aumento da profundidade. A distribuição vertical da granulometria nos perfis realizados indicou conformidade com os resultados obtidos para os sedimentos superficiais.

As concentrações de metais obtidas para todas as análises situaram-se abaixo do Nível I indicado pela Conama 344/04 para águas salobras, com exceção das amostras X6 e X37-2 que apresentaram valores de concentração de zinco entre o Nível I (150,0 mg/kg) e o Nível



II (410,0 mg/kg) da Conama 344/04, sendo 275 mg/kg (X6) e 176 mg/kg (X37-2). Para o zinco, somente há previsão de efeito adverso à biota quando as concentrações estão acima do Nível II. O valor médio, de todas as amostras, ficou em torno de 41,31 mg/kg.

As fontes de zinco para o meio marinho pode estar relacionada as matrizes geológicas devido aos seus semelhantes comportamentos geoquímicos. O uso do zinco, em sua forma metálica ou em sais do metal, é comum nos mais diversos ramos industriais. Além do uso industrial, o zinco está presente nas habitações (telhas, utensílios) e em produtos diversos, ocorrendo, portanto, no lixo e nos esgotos domésticos.

Os resultados obtidos para as análises de pesticidas organoclorados, bifenilas policlorados (PCBs) e hidrocarbonetos poliaromáticos (PAHs), apresentaram concentrações abaixo dos limites de detecção dos métodos utilizados, indicando ausência de contaminação desses compostos na área de estudo.

Os resultados obtidos para as análises de Carbono Orgânico Total (COT) e nutrientes apresentaram valores considerados dentro dos limites esperados para regiões com características semelhantes (Lacerda *et al.* (2003); Carvalho *et al.* (1993a, 1993c); Rezende *et al.* (2002); Freire *et al.* (2004); Lacerda *et al.* (2005), Ovalle *et al.* (2000); Maia (2004) e Martins *et al.* (2004b). As concentrações de COT, nitrogênio e fósforo total ficaram abaixo do valor de alerta estabelecido pela Resolução Conama nº 344/04.

De forma geral, pode-se concluir pelos resultados obtidos que os sedimentos marinhos na região estudada apresentam características compatíveis com ambientes de plataforma continental interna com contribuição de sedimentos terrígenos e composição geoquímica indicando baixa contribuição de poluentes de origem antrópica pela ausência de fontes diretas de efluentes industriais e sanitários.

6.3.8 Dinâmica Superficial

Neste item do diagnóstico será apresentado o comportamento dos terrenos quanto à sua estabilidade aos processos de dinâmica superficial atuantes, ao comportamento geotécnico e à vulnerabilidade dos aquíferos, considerando-se inclusive as modificações antrópicas a qual a área já foi submetida, como, por exemplo: supressão da cobertura vegetal, modificações na morfologia do terreno, alteração dos sistemas de drenagens naturais, entre outras.

Enfatizam-se aqui os aspectos relativos aos processos do meio físico, sem perder de vista a interação deste meio com o meio biótico e socioeconômico.



6.3.8.1 Procedimentos Metodológicos

Para a caracterização da dinâmica superficial da área de interesse à implantação do empreendimento Terminal Sul, foram compilados dados secundários existentes na literatura, bem como levantamentos diretos com base nas sondagens geotécnicas realizadas e na implantação de poços de monitoramento, já apresentados.

Foi utilizado também o estudo realizado pela SECPLAN e pela Fundação CIDE (1995) e do Projeto Rio de Janeiro, CPRM (2000), na integração dos temas referentes à geologia, geomorfologia, pedologia e recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

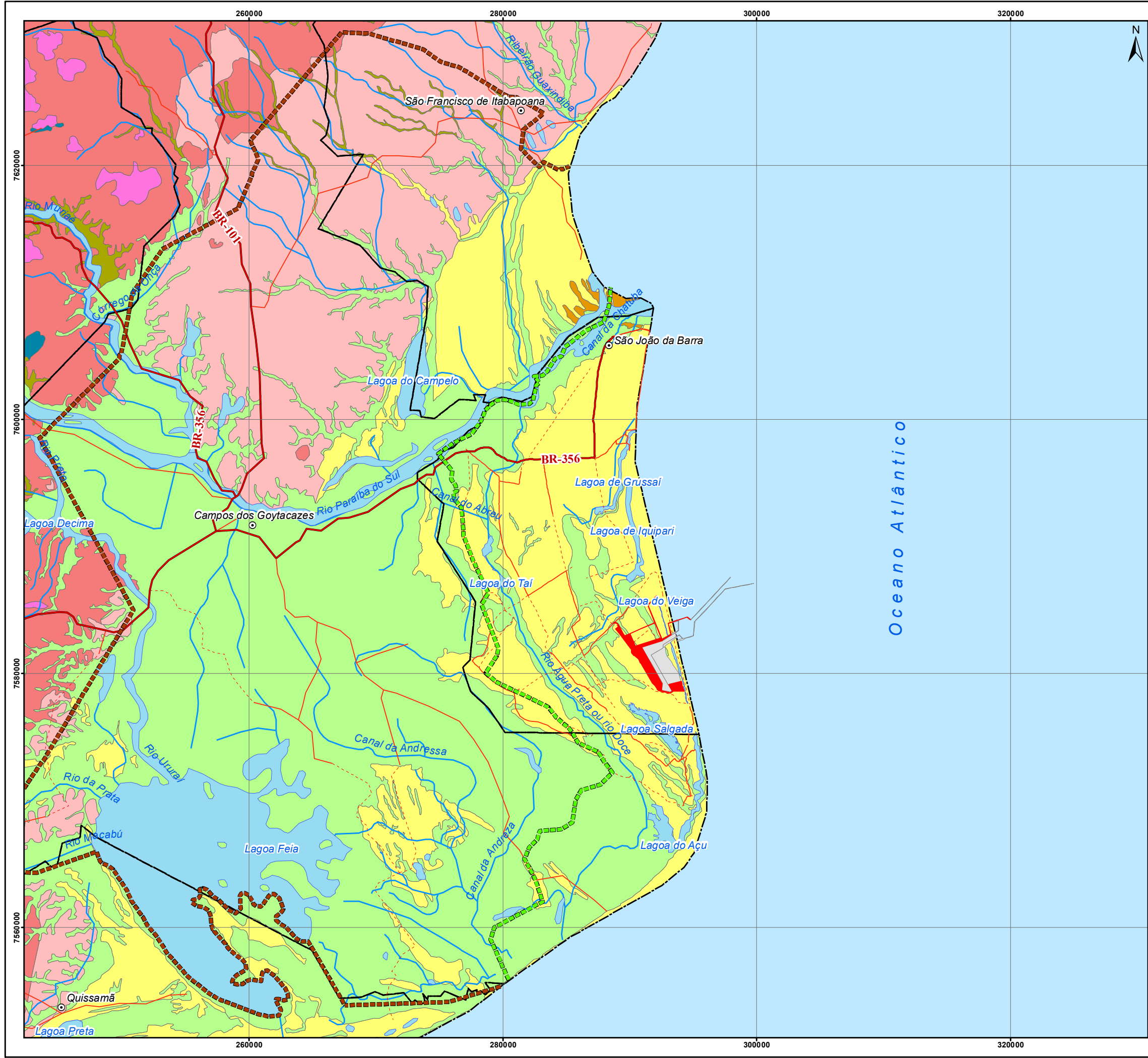
Também foram utilizados o Plano de Macrodrenagem do Município de São João da Barra, elaborado por solicitação da LLX AÇU Operações Portuárias S/A (RELATÓRIO ZIP-0-1520-1237 RE, 2009) e o relatório “Concepção e projeto do trecho final do Canal Campos-Açu, considerando a implantação de Estaleiro junto à sua foz e a possibilidade de ampliação da proposta original para o trecho de canal entre o São Bento e o Quitungute” (Fundação COPPETEC/UFRJ, 2010).

Além do Mapa Síntese dos Condicionantes Físico-Ambientais (CIDE; SECPLAN, 1995 e CPRM 2000) apresentado para as Áreas de Influência Indireta e Direta na escala 1:100.000.

6.3.8.2 Caracterização da AII e Região

De acordo com estudo realizado pela SECPLAN e CIDE (1995) e CPRM (2000), foram identificadas quatro unidades físico-ambientais na Área de Influência Indireta, caracterizadas com base no relevo, na sua constituição, no uso do solo e nos processos de dinâmica superficial, conforme apresentado na **FIGURA 6.3.8.2-1** Mapa Síntese dos Condicionantes Físico - Ambientais.

As unidades identificadas foram: Restingas, Alagadiços, Mangues e Colinas e Morrotes em Sedimentos Terciários. A ADA compreende apenas as unidades de Restingas e Alagadiços. O **QUADRO 6.3.8.2-1** apresenta as principais características das unidades físico-ambientais citadas.



LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sede Municipal
- Curso D'água
- Corpo D'água
- Rodovia
- Estrada Pavimentada
- Estrada Não Pavimentada
- Limite Municipal

LEGENDA TEMÁTICA

- Terminal Sul
- Futuras Instalações UCN Açú - OSX
- AID - Área de Influência Direta
- AI - Área de Influência Indireta

Condiçantes Físico-Ambientais

- I - Restingas
- IIa - Alagadiços
- IIb - Mangues
- III - Aluviões
- IV - Colinas e Morrotes em Sedimentos Terciários
- V - Colinas e Morrotes com Substrato Cristalino
- VIIa - Morros com Substrato de Migmatitos / Gnaisses / Xisto / Filitos
- VIII - Montanhas e Escarpas

0 5 10 15 20 Km

REFERÊNCIA

1 - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
2 - CIDE - SECPLAN, 2005.

NOTAS

1 - BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: WGS-84. ZONA DE REFERÊNCIA 24S.
2 - ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 9.2.
3 - MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

A	EMIÇÃO INICIAL	E.M.R.	04/2011

EIA-RIMA DO TERMINAL SUL

TÍTULO:
MAPA SÍNTESE DOS CONDIÇANTES FÍSICO-AMBIENTAIS

PROJ.N.: 10302	PROJ.: B.C.	APROV.: J.P.	DATA: 04/11	ESCALA: 1:300.000	REV.: R0
-------------------	----------------	-----------------	----------------	----------------------	-------------

FIGURA 6.3.8.2-1

QUADRO 6.3.8.2-1
PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES FÍSICO-AMBIENTAIS DA AII

	Características de Interesse do Meio Físico	Aspectos do Uso do Solo	Processos Existentes e/ou Potenciais	Recomendações
UNIDADE I - RESTINGAS	<ul style="list-style-type: none">- Terrenos de baixa declividade, formando cordões, dunas, bancos arenosos, praias e restingas, constituídos por areias marinhas, pobres em argila, com intercalações eventuais de solos argilosos de dimensão variável;- Terrenos suscetíveis à erosão eólica, quando desmatados;- Horizonte pedológico A, pouco espesso ou ausente, podendo apresentar horizonte B de acumulação de óxido de ferro e/ou matéria orgânica; e- Terrenos permeáveis com nível freático elevado (menos de 2 metros) sujeito a contaminação. Apresenta aquíferos livres, rasos, com potencial restrito e águas frequentemente salinizadas;	<ul style="list-style-type: none">- Áreas junto às praias com ocupações urbanas antigas e em expansão no entorno;- Exploração clandestina de areia;- Áreas de restinga, cultura e pasto, sendo substituídas por loteamentos;- Ocorrência generalizada de terraplenagem e saneamento através de fossas sépticas ou negras.	<ul style="list-style-type: none">- Problemas eventuais de fundação ligados, principalmente, a recalques em terrenos com presença de lentes argilosas;- Assoreamento e poluição das drenagens, lagoas e praias em consequência de construção sem controle de aterros, lançamento de efluentes domésticos e aporte de resíduos provenientes de correntes costeiras e marés;- Instabilidade das paredes de escavação na presença de nível d'água raso;- Problemas de aproveitamento da água subterrânea causados pela presença da cunha salina;- Contaminação do lençol freático e de poços por fossas;- Alagamentos, restritos, por águas pluviais, em consequência de ocupação inadequada nos terrenos planos desta unidade;- Modificação na dinâmica de sedimentação/erosão costeira por atividades de terraplenagem.	<ul style="list-style-type: none">- Realizar investigações geológico-geotécnicas específicas na construção de edificações e aterros, para identificar a possibilidade de recalques e escorregamentos;- Executar sistemas de drenagem adequados às condições de baixa declividade dos terrenos;- Implantação de sistema de tratamento de efluentes e rede coletora eficaz, evitando a infiltração de efluentes não tratados nos terrenos;- Eliminar o abastecimento por poços domésticos através da extensão da rede de abastecimento de água tratada;- Racionalizar a exploração das águas do lençol subterrâneo, para pequenas vazões, a fim de evitar o avanço da cunha salina;- Adotar, nas vias urbanas, preferencialmente, pavimentos articulados ou outros adequados a este tipo de terreno;- Subordinar a implantação de loteamentos e a mineração de areia a um estudo prévio de impacto ambiental e, se já em atividade, a exigência de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.
UNIDADE IIa - ALAGADIÇOS	<ul style="list-style-type: none">- Solos moles de origem flúvio-lagunar e ambiente marinho, com espessura normalmente inferior a 3 metros;- Ocorrem nas cotas mais baixas das planícies litorâneas, com concentração na faixa sudoeste/centro da área, próximo a drenagens e lagoas, destacando no entorno da Lagoa Feia;- Nível d'água raso, com potencial restrito e frequentemente salinizadas;- Terrenos de declividade muito baixa, inundáveis e com baixa capacidade de carga.- Argilas orgânicas de elevados índice de vazios, baixa capacidade de suporte (SPT<2) e baixa permeabilidade;- Solos compressíveis, com alta plasticidade, podendo sofrer efeitos da ação das marés com altos teores de sais e enxofre;- Intercalações de lentes e camadas arenosas, com muita matéria orgânica, chegando a apresentar constituição turfosa.	<ul style="list-style-type: none">- Terrenos com matas, pastagens, culturas perenes/temporárias e com ocupação urbana sendo incrementada nesta unidade sem infra-estrutura adequada.	<ul style="list-style-type: none">- Inundações e alagamentos frequentes durante os períodos mais chuvosos, devido às dificuldades de escoamento das águas superficiais nesta unidade. Isto ocorre em razão da baixa declividade e da má drenabilidade dos terrenos, além de obstruções do fluxo das águas por ocupação com sistema de drenagem inadequado;- Recalques localizados em fundações, aterros, infra-estrutura subterrânea e pavimentos viários por adensamento de solos moles;- Assoreamento do sistema de drenagem, acentuando as condições de inundação e comprometendo, até mesmo, a qualidade das praias adjacentes;- Instabilidade das paredes de escavação dos terrenos; e- Contaminação do lençol freático por fossas e águas servidas.	<ul style="list-style-type: none">- Adotar obras e medidas específicas voltadas principalmente à drenagem e à fundação, para ocupação urbana dos terrenos desta unidade;- Evitar a utilização de fossas sépticas e valas negras;- Instalar, obrigatoriamente, rede coletora de esgoto nas áreas ocupadas, excluindo qualquer alternativa que leve à infiltração local de resíduos domésticos e industriais;- Instalar tubulação estaqueada na rede de abastecimento de água;- Executar prospecção detalhada do subsolo para edificações ou obras de qualquer porte, considerando a possibilidade de recalques das obras projetadas;- Adotar nas vias urbanas preferencialmente pavimentos articulados ou outros adequados a este tipo de terreno;- Subordinar a implantação de loteamentos a um estudo prévio de impacto ambiental ou exigência de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, se já instalados.

QUADRO 6.3.8.2-1 (CONTINUAÇÃO)
PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES FÍSICO-AMBIENTAIS DA AII

	Características de Interesse do Meio Físico	Aspectos do Uso do Solo	Processos Existentes e/ou Potenciais	Recomendações
UNIDADE IIb - MANGUES	<p>- Ocorrência bastante restrita, com área representativa na escala 1:100.000 apenas na foz do rio Paraíba do Sul, na ilha de Lima;</p> <p>- Terrenos baixos e planos com nível d'água aflorante, associados à inundação por variação das marés;</p> <p>- Sedimentos argilosos, com matéria orgânica e restos de conchas e vegetais, com intercalações de areias finas;</p> <p>- Terrenos com baixa capacidade de suporte (SPT=1 A 2);</p> <p>- A vegetação típica de mangue tem papel determinante na deposição e fixação dos sedimentos. O equilíbrio entre erosão e deposição contribui decisivamente na manutenção de calado dos canais e cursos d'água.</p>	<p>- Área protegida por lei (preservação permanente);</p> <p>- Degradação do mangue por ocupação e assoreamento.</p>	<p>- Inundações diárias devido ao ciclo das marés;</p> <p>- Recalques em fundações e aterros;</p> <p>- Erosão e assoreamento dos canais e cursos d'água dependentes das condições de vegetação típica, responsável pela fixação dos sedimentos;</p> <p>- Degradação do mangue por lançamento de esgoto doméstico e industrial.</p>	<p>- Promover a preservação destas áreas protegidas por lei e de áreas próximas, cuja ocupação afeta a existência desse ecossistema;</p> <p>- Caso se estabeleça ocupação no mangue e/ou na sua bacia de contribuição, deverão ser tomados cuidados especiais quanto a:</p> <ul style="list-style-type: none">• fundação da obra, incluindo obrigatoriamente no projeto a execução de prospecção detalhada do subsolo para edificação de qualquer porte;• proteção contra inundação, considerando o nível máximo das marés e das enchentes;• drenagem da obra de modo que não haja barramento das águas, tanto fluviais quanto das correntes da maré;• saneamento básico, impedindo efetivamente o lançamento de esgoto doméstico/industrial, que deve estar subordinado à determinação específica da capacidade de depuração de cada porção do mangue, considerando-o como corpo d'água receptor;• monitoramento do assoreamento e da erosão resultantes da ocupação do mangue e/ou sua bacia de contribuição, de modo a subsidiar medidas preventivas e corretivas para impedir a destruição do seu ecossistema.
UNIDADE IV - COLINAS E MORROTES EM SEDIMENTOS TERCIÁRIOS	<p>- Relevo de colinas, subordinadamente morrotes e planícies aluviais, com declividades predominantes entre 6 e 12%, podendo chegar até 20%, em sedimentos terciários da Formação Barreiras;</p> <p>- Sedimentos argilosos e siltosos predominantes das fácies lacustres das bacias terciárias, em que prevalecem argilitos e folhelhos, eventualmente com camadas e lentes de arenitos;</p> <p>- Sedimentos arenosos e conglomeráticos predominantes das fácies fluvial meandrante e leques aluviais das bacias terciárias com ocorrências de camadas e lentes argilosas e/ou siltosas;</p> <p>- Possibilidade de ocorrência de argila expansiva;</p> <p>- Presença de lençol d'água suspenso, quando ocorrem intercalações de camadas arenosas. Ocorrência de águas salinizadas.</p>	<p>- Áreas de ocupação urbano/industrial antiga e em franca expansão, como no município de Campos dos Goytacazes, com sistema viário cortando frequentemente os terrenos desta unidade;</p> <p>- Na área rural, predominam pastagem e reflorestamento.</p>	<p>- Erosão laminar e em sulcos;</p> <p>- Desagregação superficial (empastilhamento) das camadas argilosas expostas (taludes em loteamentos e sistema viário), provocando descalçamento e escorregamento de extratos sobrepostos, e aprofundamento gradativo dos sulcos de erosão. Tal situação, por vezes é incrementada pela presença de nível d'água suspenso;</p> <p>- Assoreamento das drenagens;</p> <p>- Recalque de aterros, fundações, infra-estrutura subterrânea e pavimentos viários, quando ocorrem camadas argilosas no subsolo;</p> <p>- Perda parcial de nutrientes do horizonte A do solo ou, até mesmo, a remoção total deste horizonte, a partir de desmatamentos, levando à baixa fertilidade do solo e restringindo sua utilização agrícola.</p>	<p>- Na área rural, além de reflorestamento, os terrenos são propícios também para pastagem cultivada e culturas anuais, desde que aplicadas práticas de conservação das condições químicas e físicas do solo, e de controle da erosão (com curvas de nível, camalhões etc.);</p> <p>- Evitar a utilização de solos expansivos como material de empréstimo. Se necessário estabelecer emprego criterioso, considerando a possibilidade de sua estabilização química (por exemplo, cal) ou mistura com material não-expansivo, e sua utilização em aterros com confinamento de, no mínimo, 3 metros de solo inerte, compactado com umidade acima de ótima e grau de compactação inferior a 100%;</p> <p>- Efetuar a proteção superficial do talude, logo após a escavação, para evitar a desagregação superficial;</p> <p>- Realizar drenagem para captação e condução das águas do lençol suspenso, quando constatada sua presença;</p> <p>- Executar investigações geológico-geotécnicas específicas para o diagnóstico prévio da presença de solos expansivos, em atividades que impliquem grande movimentação de terra, implantação de sistema viário e fundações.</p>

Fonte: SECPLAN e CIDE (1995)



6.3.8.3 Caracterização da AID e ADA

A Área de influência Direta e Diretamente Afetada pelo empreendimento é constituída por terrenos planos a suavemente ondulados associados às unidades geomorfológicas dos Feixes de Cordões Arenosos do Rio Paraíba do Sul e da Baixada Campista, associadas, respectivamente, às unidades físico-ambientais de Restingas e Alagadiços.

Os terrenos associados aos Feixes de Cordões Arenosos do Rio Paraíba do Sul apresentam microrrelevo ondulado, com declividades inferiores a 5%, amplitudes inferiores a 5 metros e alternância de cristas arenosas paralelas e depressões embrejadas (intercordões). Nestes terrenos ocorrem Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos associados a sedimentos inconsolidados constituídos, predominantemente, por areias quartzosas finas a médias e sedimentos silticos e/ou areno-argilosos ricos em matéria orgânica provenientes de sedimentação flúvio-marinha-lagunar de idade quaternária.

A constituição arenosa desses terrenos e a baixa inclinação favorecem a infiltração das águas pluviais nas cotas sutilmente mais altas, o que inibe os processos de erosão, favorecendo assim a ocupação antrópica. Porém, as áreas desprovidas de cobertura vegetal tornam-se susceptíveis à erosão eólica.

Por um lado, a topografia relativamente plana da área do empreendimento favorecerá sua implantação não exigindo grandes movimentos de terra no local, a não ser aqueles necessários à escavação das fundações e aterro, por outro, a presença de lentes argilosas e solos moles favorece a ocorrência de recalques nos terrenos.

A presença do nível d'água subterrânea raso poderá provocar instabilidades das paredes de escavações, dificultando os processos construtivos. Esta característica associada à constituição arenosa do material torna o terreno susceptível à contaminação do lençol freático.

A Baixada Campista, constituída por sedimentos argilo-arenosos ou argilosos, apresenta terrenos alagados, deprimidos, planos, mal drenados, com lençol freático sub-aflorante. Nesses terrenos ocorrem alagadiços extensos associados à Gleissolos e Organossolos. Devido à baixa declividade, a rede de drenagem é constituída basicamente por lagoas, canais e alagadiços temporários durante a época de chuvas, o que pode dificultar as obras civis e de drenagem.



Esses terrenos são os mais frágeis frente aos processos de interferência e ocupação antrópica devido à presença de alagadiços sazonais associados aos lençóis freáticos elevados, tornando esses terrenos vulneráveis a eventos de inundação e à contaminação do lençol freático. Soma-se ainda a necessidade da realização de aterros para a ocupação dessas áreas, os quais podem provocar barramentos e assoreamentos nos canais fluviais e alterações nas áreas de preservação permanente.

Conforme mostrado no capítulo 6.3.5 - Hidrogeologia - o índice de vulnerabilidade calculado para a ADA do Aquífero Superior é de 180, que segundo a classificação de Aller *et al* (1987, *apud* Santos *et al*, 2006) este é um índice característico de regiões de vulnerabilidade a contaminação Muito Alta.

Além disso, poderão ocorrer recalques quando da instalação de estruturas pesadas (aterros, fundações, redes subterrâneas e pavimentos viários), pela presença de solos moles e instabilidade nas paredes de escavação dos terrenos.

O **QUADRO 6.3.8.3-1**, a seguir, apresenta as principais características dos terrenos situados na AID e ADA do empreendimento.

- Caracterização Geotécnica

Segundo os estudos realizados pela PLANAVE S.A. (PLANAVE, 2010) para caracterização do subsolo da área verifica-se certa monotonia geotécnica, sendo o subsolo constituído por uma camada arenosa que em certos trechos possui compacidade muito elevada, impedindo inclusive o avanço do amostrador ($STP_{eq} = 70$ a 90 golpes/30 cm), com espessura típica de 12 metros. Esta camada é seguida de uma argila muito mole ($SPT = 1$ a 2 golpes), com espessura variando de 3 a 5 metros em média, sobrejacente a outra camada argilosa, de consistência mais elevada ($SPT = 3$ a 6) com espessura de 3 a 8 m, seguida por uma camada de silte argilo-arenoso resistente.

Até as profundidades sondadas ($máx = 65$ m) não foi encontrado o solo residual. Contudo a compacidade do terreno na camada de silte argilo-arenoso (solo sedimentar) é crescente com a profundidade ($SPT_{méd} = 25$ golpes/30cm), atingindo valores de SPT da ordem de 50 golpes/30cm.



QUADRO 6.3.8.3-1
CARACTERÍSTICAS DOS TERRENOS QUE OCORREM NA AID E ADA

Tipo de Relevo	Morfografia, Substrato Rochoso Cobertura e Solos	Dinâmica Superficial, Aspectos Geotécnicos e Vulnerabilidade dos Aqüíferos
BAIXADA CAMPISTA (ALAGADIÇOS) Declividades < 6% Altitudes: < 5 metros	<ul style="list-style-type: none">- Baixada flúvio-lagunar que inclui planícies colúvio-alúvio-marinhas e planícies flúvio-lagunares.- Terrenos alagados, deprimidos, planos, mal drenados, com lençol freático sub-aflorante.- Sedimentos argilo-arenosos ou argilosos. Em alguns locais observa-se a presença de turfas.- Presença de Gleissolos e Organossolos.	<ul style="list-style-type: none">- Alta vulnerabilidade a eventos de inundação.- Recalques localizados por adensamento de solos moles em profundidade.- Assoreamento de drenagens.- Instabilidade das paredes de escavação dos terrenos.- Vulnerabilidade à contaminação do lençol freático.
FEIXES DE CORDÕES ARENOSOS (RESTINGAS) Declividades < 6% Altitudes: < 5 metros	<ul style="list-style-type: none">- Microrelevo ondulado; alternância de cristas arenosas paralelas e depressões embrejadas (intercordões).- Terrenos bem drenados, padrão de drenagem paralelo e baixa densidade de drenagem.- Areias quartzosas esbranquiçadas, finas a médias, bem selecionadas, podendo conter conchas.- Sedimentos sílticos e/ou areno-argilosos ricos em matéria orgânica.- Presença de Neossolos Quartzoarênicos e Espodossolos.	<ul style="list-style-type: none">- Baixa vulnerabilidade a processos erosivos.- Vulnerabilidade a eventos de inundação nos intercordões.- Susceptibilidade à erosão eólica quando desprovidos de vegetação.- Recalques em terrenos com presença de lentes argilosas.- Vulnerabilidade à contaminação do lençol freático.- Instabilidade das paredes de escavação na presença de nível d'água raso.- Presença de cunha salina em profundidades rasas.



6.3.9 Síntese Temática

A área onde se pretende implantar o Terminal Sul, insere-se na Planície Costeira do rio Paraíba do Sul, a aproximadamente 26 km ao sul da foz do rio Paraíba do Sul, com cerca de 551 ha.

A AID tem seu clima caracterizado como tropical quente e úmido com inverno seco, com estações seca e chuvosa são bem definida. O total de chuvas é da ordem de 1.100 mm e aproximadamente 78 dias de chuva por ano, sendo que a estação menos seca compreende os meses de inverno (junho, julho e agosto).

Todos os períodos indicam uma forte predominância de ventos variando entre o norte e o nordeste. Apenas durante a madrugada, a componente de W-SW torna-se mais significativa. Os ventos, em geral, foram mais fracos durante a madrugada e a manhã quando os maiores índices de calmaria (ainda que baixos) foram registrados.

A análise dos dados de concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Material Particulado Inalável obtidos na estação de monitoramento, localizada em São João da Barra, indicou que durante o período estudado não ocorreram violações aos padrões de qualidade do ar estabelecidos pela legislação ambiental vigente.

As principais fontes de ruído dos locais estudados são provenientes de fontes naturais como o vento forte e constante e a arrebentação das ondas na praia, sendo que em alguns pontos avaliados já apresentam níveis de ruído acima do estabelecido pela legislação (NBR 10.151/2000 devido a estas fontes.

A região do empreendimento é caracterizada por extensa superfície plana com baixas declividades (inferiores a 6%), associada a sistemas deposicionais de origem continental, transicional e marinha, constituídos por sedimentos inconsolidados de idade quaternária.

Esses depósitos estão relacionados aos processos costeiros associados a eventos de transgressão e regressão marinhas, que afetaram a costa brasileira durante o Quaternário. Essas variações do nível do mar marcaram períodos cíclicos de erosão e sedimentação dos depósitos continentais e marinhos, que modelaram a atual morfologia da região.

A partir da última transgressão marinha (5.100 anos), foram geradas ilhas-barreira que isolaram extensos corpos lagunares com características distintas e delinearam a configuração atual das baixadas, marcadas por intensa sedimentação flúvio-marinha,



flúvio-lagunar e flúvio-deltáica, resultante do período de regressão marinha subsequente ao máximo transgressivo holocênico.

O litoral é caracterizado pelo sucessivo empilhamento/truncamento de cristas de cordões arenosos e, na retaguarda desses cordões, por extensa planície flúvio-lagunar, resultante do ressecamento da Lagoa Feia sendo recoberta, em parte, por extensa baixada flúvio-deltaica.

A maior parte da ADA situa-se sobre depósitos de praias eólicas, marinhos e lagunares associados à unidade geomorfológica dos Feixes de Cordões Arenosos do Rio Paraíba do Sul. Nestes terrenos predominam Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos associados a sedimentos inconsolidados constituídos, predominantemente, por areias quartzosas finas a médias e sedimentos silticos e/ou areno-argilosos, ricos em matéria orgânica provenientes de sedimentação flúvio-marinha-lagunar, de idade quaternária.

Ocorrem também depósitos de origem flúvio-lagunar, associados à unidade geomorfológica da Baixada Campista e às principais drenagens presentes na área. Esta unidade é caracterizada por sedimentos argilo-arenosos ou argilosos, terrenos alagados, deprimidos, planos, mal drenados, associados à Gleissolos e Organossolos.

Devido à baixa declividade, a rede de drenagem é constituída basicamente por lagoas, canais e alagadiços temporários durante a época de chuvas, sendo a principal lagoa da ADA a do Veiga. Além da lagoa citada, a AID compreende o rio Paraíba do Sul, a Lagoa do Grussaí e Iquipari, a norte; a Lagoa Salgada e do Açú; ao sul; o rio Doce/Canal de Quitungute, a oeste; e o Oceano Atlântico, a leste.

Como características geotécnicas os tipos de materiais encontrados na ADA apresentam-se homogêneos, sendo o subsolo constituído por uma camada arenosa que em certos trechos possui compacidade muito elevada, impedindo inclusive o avanço do amostrador, com espessura típica de 12 m. Esta camada é seguida de uma argila muito mole, com espessura variando de 3 a 5 m em média, sobrejacente a outra camada argilosa, de consistência mais elevada com espessura de 3 a 8 m, seguida por uma camada de silte argilo-arenoso resistente. Não foi encontrado o solo residual até as profundidades máximas sondadas (65 m). Contudo a compacidade do terreno na camada de silte argilo-arenoso é crescente com a profundidade, ou seja, este pacote de sedimentos também possui baixa capacidade de suporte geotécnico, conforme sondagens efetuadas na área, o que indica a necessidade da realização de cortes e retirada de solos moles, com a realização de aterros para que sua capacidade seja melhorada, de forma a recepcionar as edificações do Terminal Sul.



A constituição e a baixa declividade dos terrenos inibem a ocorrência de processos erosivos causados pela água, porém, o nível d'água subterrânea raso associado aos terrenos da Baixada Campista apresentam alta vulnerabilidade a eventos de inundação e à contaminação das águas subterrâneas do aquífero superior.

O aquífero superior é caracterizado por um pacote de sedimentos de origem marinha de maior vulnerabilidade à contaminação devido à sua proximidade com a superfície e seu caráter livre, interconectado com as águas superficiais locais, incluindo as lagoas presentes na região.

Com relação à qualidade das águas subterrâneas coletas nos poços de monitoramento notam-se que há valores discordantes das normas vigentes utilizadas (Conama 420/09 e Portaria 518/04) para os seguintes elementos: metais dissolvidos (Ferro, Manganês e Boro); microbiológicos: Coliformes Totais e Termotolerantes.

O Ferro e Manganês são metais abundantes e encontrados nos solos e rochas com muita ocorrência, e são facilmente solubilizados. O Boro, detectado nesses poços também foi observado nas análises das águas marinhas, o que juntamente com o pH, salinidade e condutividade elétrica indicam a influência da cunha salina nas águas do aquífero nesta posição entre 19,0 e 20,5 m.

Com relação à qualidade das águas superficiais e especificamente com a campanha de julho de 2010, foram observadas não conformidades com a legislação vigente no que diz respeito a pH, OD, fósforo total, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, boro total, nitrogênio amoniacal e carbono orgânico total. A causa da violação de alguns desses parâmetros possivelmente é natural, como o pH e, em parte, o OD, posto que a intensa ocupação de macrófitas aquáticas, dentre outros fatores, oferece aporte de matéria orgânica ao sistema, além das altas temperaturas, mesmo no inverno, que possibilitam um metabolismo acelerado do sistema. O ferro é naturalmente encontrado em altas concentrações nas águas superficiais brasileiras, em virtude dos solos antigos e lixiviados, ricos desses elementos. No entanto, na porção norte da Lagoa do Veiga, é provável que o alto valor de ferro encontrado tenha associação com as águas subterrâneas, uma vez que, próximo a esse ponto, também foi encontrada concentração de ferro elevada.

Os sedimentos não apresentaram concentrações de metais acima do nível 1 da Resolução Conama n° 344/04 para sedimentos de água doce. Em comparação com campanha pretérita, isto aponta para uma melhora na condição desses sedimentos.



As Lagoas do Veiga e Salgada e o rio Doce mostraram enriquecimento do ambiente com nutrientes, e possíveis sinais de eutrofização.

As correntes marinhas transportam principalmente no sentido sul-sudeste e apresenta algumas inversões da corrente, devido a intrusão de sistemas frontais (frente fria), sendo a velocidade na superfície mais intensa que no fundo, para inverno, enquanto que para o verão ocorre principalmente no sentido sul-sudeste, sendo a velocidade na superfície mais intensa que no fundo, e apresenta algumas inversões da corrente, entretanto, em uma frequência menor comparado aos dados de inverno.

Para as marés, as principais componentes para a região são M2 e S2, com amplitudes de 36,4 cm e 16,5 cm, respectivamente, indicando o caráter semidiurno da maré na região. A componente 01 tem amplitude de 7,7 cm, a N2 tem amplitude de 7,3 cm e, todas as demais componentes apresentam amplitudes inferiores a 5 cm.

Para as ondas, em ambas as estações inverno e verão, as máximas alturas significativas de podem ser oriundas de frentes de ondas do quadrante NE ou SE, sendo os valores similares, em torno de 1,5m de altura. Porém observa-se que estas maiores ondas, quando são de NE possuem períodos menores, em torno de 6 segundos quando comparadas com as do quadrante SE, que possuem períodos em torno de 10 segundos.

Dentre os parâmetros avaliados em campanha específica para o presente estudo de qualidade das águas marinhas, todos os valores obtidos nas análises laboratoriais e a maior parte das medições *in situ* encontraram-se dentro do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salinas classe 1. Exceções foram observadas para nos Pontos 01 e 02, com valores de pH acima de 8,5 e valores de OD abaixo de 6,0 mg/L na água de meio e de fundo (não atendendo a faixa estabelecida pela referida Resolução). Ainda com relação ao OD, a água de fundo apresentou valor inferior a 6,0 mg/L em todas as estações de amostragem. Esse resultado já era esperado uma vez que a produção primária em camadas mais profundas da coluna d'água é menor devido à menor disponibilidade de luz solar. Nas amostras de meio e superfície o parâmetro se apresentou acima do limite mínimo.

Os resultados mostraram a ausência de contaminação por óleos e graxas, metais pesados e organismos patogênicos (*E. Coli*).



A região marinha avaliada apresenta características de regiões costeiras, cuja qualidade da água não sofreu alterações devido a interações de seus parâmetros químicos, físicos e biológicos com despejos de efluentes industriais e sanitários.

A caracterização física dos sedimentos, realizadas pelas análises granulométricas, indicaram duas áreas com faciologias distintas, caracterizadas por um predomínio de sedimentos finos (argilas) próximos à linha de costa e granulometria mais grossa (areias litoclásticas) com o aumento da profundidade. A distribuição vertical da granulometria nos perfis realizados indicou conformidade com os resultados obtidos para os sedimentos superficiais.

De forma geral, pode-se concluir pelos resultados obtidos que os sedimentos marinhos na região estudada apresentam características compatíveis com ambientes de plataforma continental interna com contribuição de sedimentos terrígenos e composição geoquímica indicando baixa contribuição de poluentes de origem antrópica pela ausência de fontes diretas de efluentes industriais e sanitários.