



5.3.7 Ambiente Marinho

A área de influência da Usina Termoeletrica Porto do Açu (UTE) está inserida na região central da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira segundo divisão proposta pelo Programa REVIZEE, na plataforma continental interna (mais próxima à costa). Esta região da plataforma continental brasileira corresponde a um sistema tipicamente oligotrófico, dominado pelas águas tropicais da Corrente do Brasil (CB). A CB transporta na direção sul a Água Tropical (AT) de elevada temperatura (22-24°C no inverno, e 25-27°C no verão) e salinidade (36,5 – 37,0) na superfície (Castro e Miranda, 1998).

Neste trecho da plataforma, a CB se aproxima bastante da plataforma interna, deslocando-se ao longo do talude (Ekau e Knoppers, 1999). A plataforma continental interna é dominada pela Água Costeira (AC) resultante da mistura da AT com as águas oriundas do escoamento continental, onde as principais fontes são os rios Paraíba do Sul e o Doce. Assim, a AC apresenta altas temperaturas e salinidades mais baixas, devido à contribuição da água doce. Segundo Ekau e Knoppers (1999) a contribuição da descarga e rios no trecho da zona costeira plataforma continental entre Regência e Cabo de São Tomé (RJ) é de aproximadamente 2000 m³/s.

O resultado de diversas expedições nacionais e internacionais tem mostrado que esta região da plataforma continental brasileira é marcada por considerável variabilidade espacial no regime de nutrientes e produção primária.

Além de afetar diretamente a distribuição dos cardumes de peixes, alterações físico-químicas no ambiente, como temperatura, oxigênio dissolvido, nutrientes inorgânicos e outros, podem afetar vários processos biológicos e exercer influência nas respostas das populações às mudanças climáticas. Por exemplo, a temperatura pode limitar a taxa máxima de crescimento fitoplanctônico (Eppley, 1972), diminuindo a disponibilidade de alimentos para os demais níveis da cadeia trófica.

As concentrações de nutrientes inorgânicos (ex. silicato, ortofosfato, nitrato e nitrogênio amoniacal) fornecem importantes informações sobre a fertilidade e a história biológica das águas marinhas (Redfield *et al.*, 1963).

A distribuição de nutrientes nos oceanos é determinada pela circulação oceânica, processos biológicos de ressuspensão e mineralização, pela deposição de fragmentos de matéria orgânica através da coluna d'água e subsequente regeneração de nutrientes e pelo aporte continental. Muitos nutrientes essenciais como ortofosfato, nitrogênio amoniacal e silicato estão concentrados em águas profundas, fora da zona produtiva. Seu retorno para a



superfície ocorre principalmente pela mistura vertical e ressuspensão, processos mais ativos em alguns lugares que em outros do oceano.

Com o desenvolvimento urbano e industrial acelerado, vários corpos d'água estão apresentando modificações drásticas nas suas características naturais, principalmente no que se refere ao estado trófico. Tais ecossistemas estão em acelerado processo de eutrofização artificial devido à ação antrópica na região ou diretamente sobre ele. Isto ocorre devido ao lançamento contínuo e desenfreado de efluentes domésticos e industriais, atividades agrícolas, chuvas ácidas, etc. Estes fatores trazem como consequência imediata, o aumento das concentrações de nutrientes, especialmente fosfato e nitrogênio, o que provoca o aumento de sua produtividade global, com elevação da biomassa de produtores (CAL, 2006).

5.3.7.1 Procedimentos Metodológicos

5.3.7.1.1 Coleta de Amostras de Águas e Parâmetros *in situ*

Para determinação dos parâmetros físico-químicos da área de estudo foram feitas medidas *in situ* e coleta de amostras de água para posterior análise em laboratório em duas estações de coleta marinhas, em frente ao município de São João da Barra, mais precisamente, em frente à Lagoa de Iquipari, nos dias 13 e 14 de dezembro de 2007.

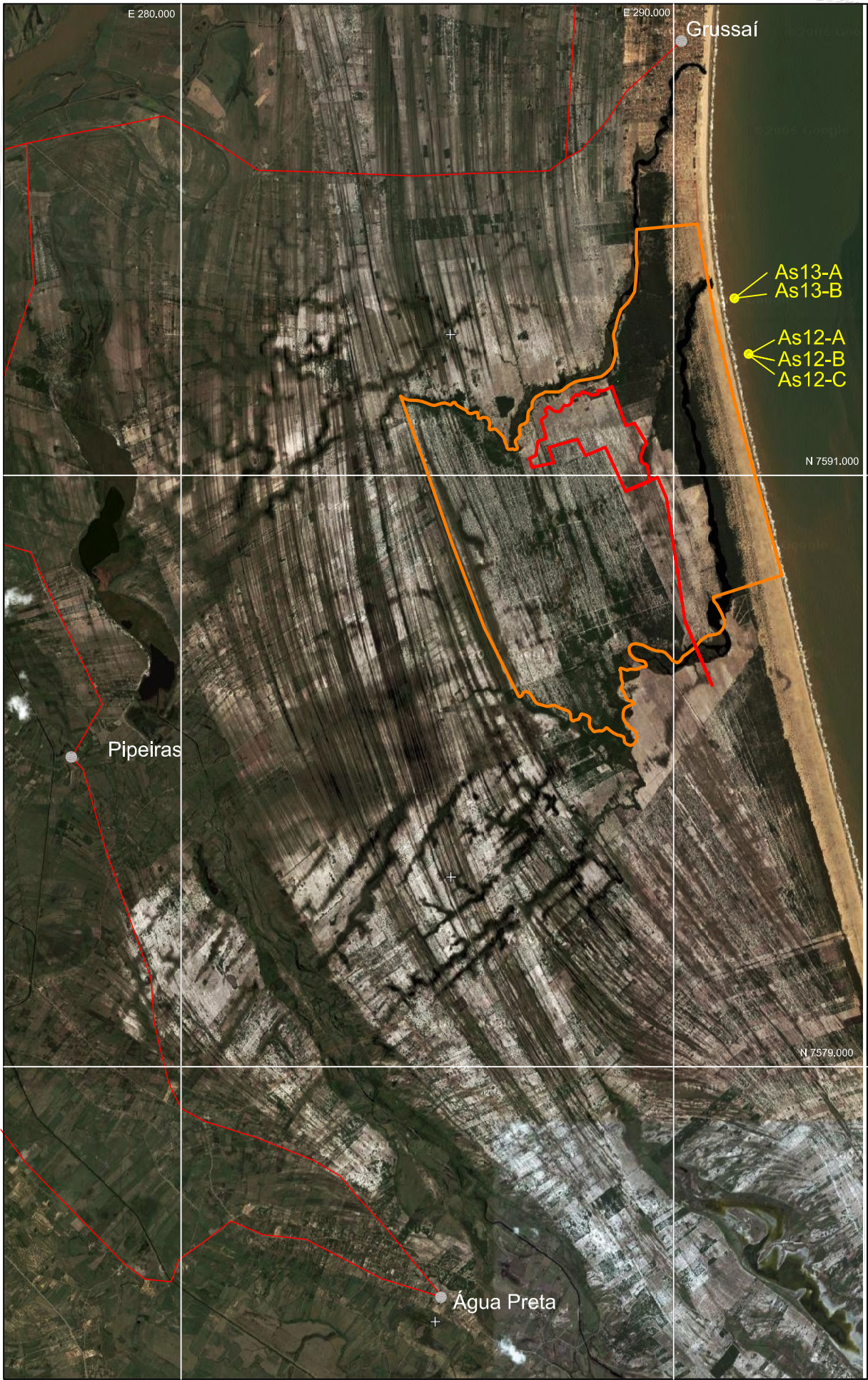
Os parâmetros oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade, pH e condutividade foram medidos na coluna d'água utilizando os aparelhos YSI 55 e YSI 63. A profundidade foi medida utilizando o profundímetro *Depthmate Portable Sounder (Speedtech instruments)*.

Para o georreferenciamento das estações foi utilizado o GPS III plus (Garmin) coordenadas em UTM e Datum SAD69 (Brasil/IBGE). A Tabela 5.3.7.1.1-1 apresenta dados básicos das amostras, tais como coordenadas, profundidades de coleta, data e hora das amostragens. A Figura 5.3.7.1.1-1 apresenta a localização dos pontos onde foram realizadas as amostragens das águas marinhas.



TABELA 5.3.7.1.1-1
DADOS BÁSICOS DAS AMOSTRAS COLETADAS

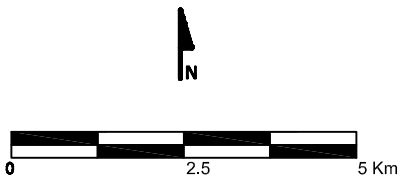
Estação	Descrição	Profundidade	Data	Hora	Coordenadas (UTM)
AS-12-A	Superfície	0,0 m	13/12/2007	12:30	24K, 291512.603, 7593470.732
AS-12-B	Meio	4,1 m	13/12/2007	12:35	24K, 291512.603, 7593470.732
AS-12-C	Fundo	8,3 m	13/12/2007	13:30	24K, 291512.603, 7593470.732
AS-13-A	Superfície	0,0	14/12/2007	10:00	24K, 291219.972, 7594585.636
AS-13-B	Fundo	7,5	14/12/2007	10:30	24K, 291219.972, 7594585.636



LEGENDA

- Estradas
- Fazenda Caruara
- Ute Porto do Açu
- Núcleo Habitacional
- Pontos de Amostragem

Fonte : Google Earth, 2007.



 **CONESTOGA-ROVERS**
E ASSOCIADOS



EIA RIMA DA UTE PORTO DO AÇU - SÃO JOÃO DA BARRA - RJ

FIGURA 5.3.7.1.1-1 - Pontos de Amostragem das Águas Superficiais Marinhas

As amostras de água foram coletadas utilizando uma Garrafa Tipo Van Dorn com capacidade para 5 litros. As Fotos 5.3.7.1.1- 1 e 5.3.7.1.1-2 mostram os procedimentos de amostragem nas estações AS-12 e AS-13 durante os trabalhos de campo.



Fotos 5.3.7.1.1- 1 e 5.3.7.1.1-2: Procedimentos de amostragem e medidas de parâmetros *in situ* nas estações AS-12 e AS-13.

Fonte: CRA, 2007.

As amostras foram acondicionadas em isopores com gelo e enviadas ao laboratório Corplab, credenciado pela Feema, para análise dos parâmetros contemplados pela Resolução Conama 357/05 para águas salinas Classe I.

Estes parâmetros foram analisados segundo as metodologias de análises consagradas:

- *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20th edition* - AWWA/ APHA/ WEF; e
- Métodos USEPA / Normas NBR/ ABNT.

Ressalta-se que para alguns parâmetros analisados, os métodos analíticos empregados não obtiveram limites de quantificação abaixo dos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama nº 357, de 17/03/05, para águas salinas – Classe I. Nesses casos, os valores são apresentados em amarelo na Tabela 5.3.7.1.1-2.

A Tabela 5.3.7.1.1-2 apresenta os resultados dos parâmetros medidos na coluna d'água durante a campanha de amostragem e a Tabela 5.3.7.1.1-3 apresenta os resultados analíticos obtidos nas amostras de águas salinas. Os laudos analíticos são apresentados no Anexo B11.



TABELA 5.3.7.1.1-2
PARÂMETROS MEDIDOS NA COLUNA D'ÁGUA DURANTE AS COLETAS
REALIZADAS NOS DIAS 13 E 14 DE DEZEMBRO DE 2008

Parâmetros Físicos	Unidades	AS-12 A Água Salina	AS-12 B Água Salina	AS-12 C Água Salina	AS-13 A Água Salina	AS-13 B Água Salina	Valores Referência Resolução Conama nº 357/05
Temperatura	°C	25.9	25.7	26.4	26.9	26	26.18
OD	mg/L	5.09	4.7	4.5	5.26	4.96	> 6
Salinidade	%	32.4	33.1	32.5	32.1	32.3	-
pH	-	7.25	7.3	7.43	7.54	7.61	6,5 - 8,5
Condutividade	mS/cm	50.09	51.3	49.8	50.9	51	-
Profundidade	m	0,0	4,1	8,1	0,0	7,5	-



TABELA 5.3.7.1.1-3

RESULTADOS ANALÍTICOS DAS ÁGUAS MARINHAS -
UTE PORTO DO AÇU

Identificação da Amostra	AS-11 de Equipamento	Branco	AS-12 A Água Salina	AS-12 B Água Salina	AS-12 C Água Salina	AS-13 A Água Salina	AS-13 B Água Salina	Valores de Referência Conama 357/05 - Águas Salinas-Classe (1)
Parâmetros	Unidades							
Herbicidas								
2,4-D	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	30
2,4,5-T		<10	<10	<10	<10	<10	<10	215
2,4,5-TP		<10	<10	<10	<10	<10	<10	10
Pesticidas Fosforados								
Demeton-S	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	soma=0,1
Demeton-O		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Malation		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
Paration		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
Gution (Azinfos metil)		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.01
Pesticidas Organoclorados								
Aldrin	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Soma=0,0019
Dieldrin		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
γ-BHC (Lindano)		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,004
α-Clordano		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Soma=0,005
γ-Clordano		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Endrin		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,004
Metoxicloro		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,03
Toxafeno		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,0002
4,4-DDE		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
4,4-DDT		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Soma=0,001
4,4-DDD		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Endosulfan II		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Endosulfan sulfato		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Soma=0,01
Endosulfan I		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Heptacloro		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Heptacloro epóxido		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Soma=0,002
PCB								
2,4,4-triclorobifenil	µg/L	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
2,2,5,5-tetraclorobifenil		<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil		<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil		<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil		<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil		<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil		<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
PCBs totais, soma 7 bifenilas		<0,07	<0,035	<0,035	<0,035	<0,035	<0,035	0,03
SVOC								
Pentaclorofenol	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	7,9
1,2,4-ticlorobenzeno		-	<1	<1	<1	<1	<1	80
1,4-dinitrobenzeno		-	<0,75	<0,075	<0,075	<0,075	<0,075	-
2,4-dinitrotolueno		-	<1	<1	<1	<1	<1	-
4-cloro-3-metilfenol		-	<1	<1	<1	<1	<1	-
Acenafateno		-	<1	<1	<1	<1	<1	-
Fenol		-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	60
n-nitroso-di-n-propilamina		-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Pireno		-	<1	<1	<1	<1	<1	-
Fenóis								
Fenóis Totais	µg/L	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	60
2-Clorofenol		<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
2,4-Diclorofenol		<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
2,4,6-Triclorofenol		<1	<1	<1	<1	<1	<1	-

Notas:

<0,005

Limite de quantificação do Método Analítico acima do valor de referência da Resolução CONAMA 357 para Águas salinas - Classe I

2,25

Concentração detectada acima do valor de referência da Resolução CONAMA 357 para Águas salinas - Classe I

-

Parâmetros não analisados/não referenciados

(1)

Valores de referência relativos à Resolução CONAMA 357/05 - Águas Salinas - Classe I



TABELA 5.3.7.1.1-3

RESULTADOS ANALÍTICOS DAS ÁGUAS MARINHAS -
UTE PORTO DO AÇU

Identificação da Amostra		AS-11 de Equipamento	Branco	AS-12 A Água Salina	AS-12 B Água Salina	AS-12 C Água Salina	AS-13 A Água Salina	AS-13 B Água Salina	Valores de Referência Conama 357/05 - Águas Salinas-Classe (1)
Parâmetros	Unidades								
Parâmetros físicos									
Temperatura	°C	28,5		25,9	25,7	26,4	26,9	26	26,18
OD	mg/L	2,8		5,09	4,7	4,5	5,26	4,96	> 6
Salinidade	%	0		32,4	33,1	32,5	32,1	32,3	-
pH	-	6,98		7,25	7,3	7,43	7,54	7,61	6,5 - 8,5
Condutividade	mS/cm	0,009		50,09	51,3	49,8	50,9	51	-
Profundidade	m	-		-	-	-	-	-	-
VOCs									
1,1,1,2-Tetracloroetano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,1,1-Tricloroetano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,1,2,2-Tetracloroetano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,1,2-Tricloroetano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,1-Dicloroetano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,1-Dicloroeteno		<3		<3	<3	<3	<3	<3	-
1,1-Dicloropropeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2,3-Triclorobenzeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	
1,2,4-Triclorobenzeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	Soma=80
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2-Dibromoetano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2-Diclorobenzeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2-Dicloroetano		<3		<3	<5	<5	<5	<5	-
1,2-Dicloropropano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,3-Diclorobenzeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,3,5-Triclorobenzeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
1,4-Diclorobenzeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Benzeno		<3		<5	<5	<5	<5	<5	700
Bromoclorometano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Bromodiclorometano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Bromoformio		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Bromometano	µg/L	<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
cis-1,2-Dicloroeteno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
cis-1,3-Dicloropropeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Carbaril		-		<5	<5	<5	<5	<5	0,32
Cloreto de vinila		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Clorobenzeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Clorofórmio		5,2		<5	<5	<5	<5	<5	-
Clorometano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Dibromoclorometano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Dibromometano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Diclorometano		<20		<20	<20	<20	<20	<20	-
Estireno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Etilbenzeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	25
Metil-t-butil-eter		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Tetracloreto de carbono		<2		<2	<2	<2	<2	<2	-
Tetracloroeteno		<3,3		<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	-
Tolueno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
trans-1,2-Dicloroeteno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
trans-1,3-Dicloropropeno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Tricloroeteno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
Triclorofluormetano		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
(m+p)xileno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-
o-xileno		<5		<5	<5	<5	<5	<5	-

Notas:

<0,005

Limite de quantificação do Método Analítico acima do valor de referência da Resolução CONAMA 357 para Águas salinas - Classe I

2,25

Concentração detectada acima do valor de referência da Resolução CONAMA 357 para Águas salinas - Classe I

-

Parâmetros não analisados/não referenciados

(1)

Valores de referência relativos à Resolução CONAMA 357/05 - Águas Salinas - Classe I



TABELA 5.3.7.1.1-3

RESULTADOS ANALÍTICOS DAS ÁGUAS MARINHAS -
UTE PORTO DO AÇU

Identificação da Amostra	AS-11 Branco de Equipamento	AS-12 A Água Salina	AS-12 B Água Salina	AS-12 C Água Salina	AS-13 A Água Salina	AS-13 B Água Salina	Valores de Referência Conama 357/05 - Águas Salinas-Classe (1)
Parâmetros	Unidades						
Metais							
Mercúrio	<0,0002	0,00059	<0,0002	0,00068	<0,0002	<0,0002	0,0002
Arsênio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Bário	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1
Berílio	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,0053
Boro	0,2	4,607	4,598	5,041	4,867	5,176	5
Cádmio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005
Chumbo	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Cromo	<0,01	<0,01	<0,01	0,0296	<0,01	<0,01	0,05
Ferro	<0,3	0,55	0,427	0,754	<0,3	<0,3	-
Manganes	0,038	0,0151	0,0122	0,0167	<0,01	<0,01	0,1
Níquel	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,025
Ferro dissolvido	<0,1	0,43	0,46	0,43	0,37	0,28	0,3
Prata	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Selênio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Tálio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
Alumínio dissolvido	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,5
Cobre dissolvido	<0,005	0,077	0,078	0,069	0,077	0,07	0,005
Urânio		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,5
Zinco	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,09
Fósforo	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,062
V Clássica							
Carbono Orgânico Total	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	< 3
Cianeto, Livre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01
Fluoreto	<0,1	4,02	2,62	5,28	4,59	6,1	1,4
Nitrato como N	0,96	0,35	0,4	0,43	0,42	0,49	0,4
Nitrito como N	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,07
Nitrogênio Amoniacal	0,39	<0,20	<0,20	0,22	<0,20	<0,20	0,4
Óleos e Graxas	5,9	-	-	-	-	-	ausente
Sulfeto	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,002
Microbiológico							
Coli totais presuntivo (48h)	7,8	140	4,9	13	170	4	-
Coli totais confirmativo (48h)	4,5	13	4,5	<1,8	6,8	<1,8	-
Coliformes fecais	<1,8	2	<1,8	<1,8	2	<1,8	-

Notas:

<0,005

Limite de quantificação do Método Analítico acima do valor de referência da Resolução CONAMA 357 para Águas salinas - Classe I

2,25

Concentração detectada acima do valor de referência da Resolução CONAMA 357 para Águas salinas - Classe I

-

Parâmetros não analisados/não referenciados

(1)

Valores de referência relativos à Resolução CONAMA 357/05 - Águas Salinas - Classe I



5.3.7.2 Aspectos Físicos e Hidroquímicos

Os aspectos físicos e químicos foram descritos com base na coleta de dados *in situ* realizada nos dias 13 e 14 de dezembro de 2008 e revisão de trabalhos anteriores, como o realizado por CAL (2006), além de outras referências. Os aspectos biológicos foram caracterizados exclusivamente com base em trabalhos anteriores, principalmente no levantamento realizado por CAL (2006), por terem estudado com bastante detalhe a área em decorrência da instalação do Porto de Açu.

5.3.7.2.1 Modelo de Circulação

A simulação da hidrodinâmica na região e da dispersão da pluma termal foi feita com base nas características físicas da região, principalmente no regime de marés, na variação de temperatura e na batimetria. A seguir é apresentada uma descrição destes aspectos, baseada no volume 13 do “Levantamento do Estado da Arte da Pesquisa dos Recursos Vivos Marinhos do Brasil” (FEMAR, 1996), que trata da oceanografia física do programa REVIZZE.

- **Maré**

A maré na área de influência da UTE caracteriza-se por ser semi-diurna, ou seja, com duas preamares e duas baixa-mares por dia. O nível médio da maré é 0,72 m, com máximos mensais alcançando valores de 1,3 a 1,5 m, e mínimos de -0,3 a 0,2. A máxima de sizígia prevista para os meses de fevereiro, março, setembro e outubro atinge 1,6 m, e o mínimo de quadratura é 0,3 a 0,0, ou seja, variação nula de maré. Segundo a DHN, o nível médio do mar é 0,67 m.

- **Temperatura**

No verão, a temperatura pode variar de 24°C a 27°C, com média de cerca de 26°C. No outono, a temperatura varia de 22°C a 23°C na região próxima à Barra do Açu, e no inverno é ligeiramente superior a 22,6°C. Na mesma região, próxima à Barra do Açu, na primavera, a média está em torno de 22,5°C.

- **Batimetria**

Esta região caracteriza-se por apresentar uma plataforma extensa, com a isóbata de 10 m distante cerca de 4,5 km da costa e a de 20 m localizada a 34 km da costa na região da Barra do Açu, chegando até a 45 km em frente à estação Grussaí. Em frente à Barra do Açu, a



isóbata de 50 m localiza-se a cerca de 65 km da costa, e a partir daí inicia-se uma declividade mais brusca.

Com base nestas informações, e com o intuito de se obter as velocidades e direção de correntes na área de influência da UTE, incluindo os pontos de captação e descarte, um modelo hidrodinâmico simulando a atuação da maré no sistema, nos ciclos de sizígia e quadratura foi utilizado pela empresa Aquamodelo. Como entradas para o modelo foram utilizadas as informações de captação e descarte de água na ordem de 83 m³/s; temperatura de descarte 8°C acima da temperatura de captação e ponto de descarte localizado 1,8 km ao sul do ponto de captação.

A temperatura da água na região pode variar de 21 a 26°C, assim, para simulação da dispersão da água de descarte foi utilizada a temperatura menos favorável ao ambiente, 26°C, com a temperatura de descarte então a 34°C (8°C acima da captação).

Analisando os resultados do modelo hidrodinâmico para o instante de maré vazante, pode-se observar que as velocidades não apresentam uma direção bem definida. A partir do Cabo de São Tomé elas estão direcionadas para sul, enquanto que no trecho mais ao norte as velocidades se direcionam para nordeste.

Observa-se também que na região mais próxima aos pontos de captação e descarte os vetores de velocidade apresentam diferentes direcionamentos. As velocidades de corrente estiveram entre 5 cm/s junto à costa e 30 cm/s próximo ao Cabo de São Tomé.

Durante a maré de enchente os vetores de velocidade estiveram mais uniformes, direcionados para o sul e apresentaram maior magnitude que na vazante, com velocidades variando de 30 cm/s, próximo à costa, a 60 cm/s nas proximidades do Cabo de São Tomé.

Para simular a influência do descarte de águas em altas temperaturas na região de influência, foi feita uma simulação, utilizando 26°C como entrada do modelo e 1,8 km entre os pontos de captação e descarte. Os resultados mostraram que nas proximidades da descarga a temperatura encontra-se em torno de 31°C e no ponto de lançamento a temperatura chega a ultrapassar 37°C. Devido à influência da água de descarte, nos arredores da captação a temperatura foi de 29 a 30°C, ultrapassando a captação propriamente dita, de 26°C. Isto significa que a própria captação poderá ser prejudicada pela dispersão da pluma termal.



Esta temperatura da água de descarte poderá acarretar em alterações nas comunidades biológicas e até mesmo ao funcionamento da UTE, que irá captar essas águas.

5.3.7.2.2 Temperatura e Salinidade

Quanto à temperatura e salinidade, a coluna d'água apresentou-se homogênea nas duas estações, sem estratificação. A temperatura média das duas estações foi 26.18°C e a salinidade 32.5, valores típicos para o verão e característicos da massa de água costeira (AC), originária da mistura da massa de Água Tropical (AT), transportada em direção ao sul na camada mais superior da Corrente do Brasil (CB) (0 - 200 m) com as águas provenientes do escoamento continental, com menor salinidade. No caso da área de estudo, estes valores de salinidade podem estar sendo influenciados pela diluição com água doce, originária do rio Paraíba do Sul, que é transportada em direção sul, e pelas lagoas costeiras que se comunicam com o oceano.

5.3.7.2.3 pH

Em geral, o pH em ambientes aquáticos assume importância devido à estreita relação que mantém com os processos físicos e químicos, como por exemplo, o sistema CO₂, bem como por sua ação direta sobre a distribuição dos organismos aquáticos (Esteves, 1988).

A coluna d'água nas duas estações de coleta se mostrou homogênea em relação ao pH, apresentando o mínimo de 7,25 na superfície na estação AS-12, e máximo de 7,64 no fundo na estação AS-13 (Tabela 5.3.7.1.1-2). Estes valores são típicos de áreas costeiras, com influência de águas de origem continental e estão dentro dos limites definidos pela Resolução Conama nº 357/05 que estabelece padrões de pH igual a 6,5, como limite inferior, e 8,5 como limite superior para águas salinas e salobras (Tabela 5.3.7.1.1-2). Estes baixos valores de pH estão associados à influência de origem continental, como o aporte de águas continentais oriundas do rio Paraíba do Sul.

5.3.7.2.4 Oxigênio Dissolvido

Foram observados valores de oxigênio dissolvido (OD) típicos de regiões oceânicas, apresentando média de 4,76 mg/l na estação AS-12 e 5,11 mg/l na estação AS-13. A superfície apresentou valores de oxigênio dissolvido ligeiramente superiores nas duas estações. Estes valores estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05 que estabelece valores iguais ou superiores a 6,0 mg/l como o limite para águas salinas, e iguais ou superiores a 5,0 mg/l como o limite para águas salobras. Estes valores



mais baixos de OD são resultantes da influência de águas continentais na região de coleta, como água doce proveniente do rio Paraíba do Sul, que se desloca em direção ao sul.

A quantidade de oxigênio pode aumentar com a fotossíntese ou diminuir se houver maior respiração das comunidades locais, falta de circulação ou oxidação da matéria orgânica. Um déficit de oxigênio em toda coluna d'água pode ocorrer, eventualmente, quando a estratificação térmica é desfeita e as águas das camadas inferiores enriquecem as águas superficiais com compostos redutores, como matéria orgânica em diferentes graus de decomposição, íon amônio, gás sulfídrico e metano. Estes compostos, ao se oxidarem, consomem grande parte do oxigênio dissolvido da coluna d'água (CAL, 2006).

Deste modo, o oxigênio dissolvido pode ser utilizado com indicador da qualidade da água, onde baixas concentrações do mesmo podem indicar poluição ou degradação.

5.3.7.2.5 Demanda Química de Oxigênio

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) média para toda coluna d'água medida foi de 133 mg.O₂.L⁻¹ na estação AS-12 e 163,5 mg.O₂.L⁻¹ na estação AS-13. O menor valor foi 98 mg.O₂.L⁻¹ no fundo na estação AS-12 e o maior no fundo na estação AS-13.

A DQO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 (cinco) dias, numa temperatura de incubação de 20 °C é freqüentemente usado e referido como DBO₅. Em termos gerais, o resultado da DBO₅ fornece uma indicação do teor de matéria orgânica biodegradável na água.

Os maiores aumentos em termos de demanda bioquímica de oxigênio num corpo d'água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vidas aquáticas. Um elevado valor da demanda bioquímica de oxigênio pode indicar um incremento da micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática. A DQO também indica a quantidade de matéria orgânica, contudo, diferente da DBO que expressa a quantidade de oxigênio dissolvido na água, consumido pela oxidação química.



5.3.7.2.6 Carbono Orgânico Total (mg.l^{-1})

O carbono orgânico total é composto pelas frações dissolvida e particulada. A fração particulada é composta de material orgânico parcialmente degradado e resistente à degradação bacteriana e de alguma matéria viva microscópica. Valores de COT inferiores a $2,0 \text{ mg/l}$ foram observados para toda a coluna d'água nas duas estações de coleta. Estes valores indicam pequena contribuição de matéria orgânica dissolvida ou particulada, tanto de origem continental, carregadas pela pluma do rio Paraíba do Sul, como de origem local, pela ressuspensão do fundo e plâncton na coluna d'água (fitoplâncton e zooplâncton).

5.3.7.2.7 Nutrientes Dissolvidos (Nitrato, Nitrito, Amônia e Fosfato) e Parâmetros Microbiológicos

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes do metabolismo de ecossistemas aquáticos, principalmente devido à sua participação na formação de proteínas. Quando presente em baixas concentrações, ele pode atuar como fator limitante na produção primária destes ambientes (Esteves, 1988).

As principais fontes naturais de nitrogênio são as chuvas, os materiais orgânicos e inorgânicos de origem alóctone (afluentes carregados de produtos de erosão e decomposição da região adjacente), as poeiras trazidas pelo vento; a fixação de nitrogênio molecular por organismos autóctones, entre outros.

A maioria das espécies do fitoplâncton pode utilizar o nitrogênio amoniacal e o nitrato (NO_3^-), porém, quando essas duas formas estão juntas, o nitrogênio amoniacal é usado preferencialmente. A absorção do íon NH_4^+ é menos dispendiosa em termos de energia do que a do NO_3^- , pois o primeiro passo metabólico da utilização deste pela célula é sua redução ao nitrogênio amoniacal (CAL, 2006).

Esta variável abiótica representa o produto final da decomposição de matéria orgânica por bactérias heterotróficas, podendo indicar possivelmente poluição por esgoto quando presente no ambiente aquático em altas concentrações. Considera-se que concentrações elevadas de amônio podem ser extremamente tóxicas para peixes, causando interferências no transporte de oxigênio, intoxicações agudas, redução na reprodução e no crescimento (Hynes, 1960 apud Fernandes, 1993).



De acordo com os valores observados e com outros estudos (Revizee, Bonecker *et al*, 1992) a região caracteriza-se como oligotrófica. Neste caso, podem ser citados como as principais fontes de nutrientes o rio Paraíba do Sul, as lagoas que se comunicam com o oceano, as precipitações e eventos de ressurgência, que trazem a ACAS às camadas superiores na coluna d'água.

- **Nitrato**

A concentração média de nitrato encontrado na coluna d'água na estação AS-12 foi de 0,39 mg/L, e na estação AS-13 de 0,45 mg/L. Com exceção da superfície na estação AS-12, onde a concentração foi de 0,35 mg/l, os valores para as demais profundidades estiveram acima do valor de referência estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 (0,4 mg/L).

O nitrato é a forma de nitrogênio mais encontrada nas águas, e concentrações muito altas propiciam condições sanitárias desfavoráveis, uma vez que a principal fonte deste parâmetro tem origem de dejetos humanos e de animais (CAL, 2006). Os nitratos favorecem o crescimento do fitoplâncton, que em excesso pode causar eutrofização do ambiente marinho.

- **Nitrito**

Foram registradas baixas concentrações de nitrito abaixo de 0,02 mg/L nas duas estações e em toda a coluna d'água. Estes baixos valores de nitrito são típicos de águas oligotróficas.

O nitrato é transformado em nitrito através de uma reação de redução, catalizada pela nitrato-redutase. Assim, o nitrito sempre apresenta menores concentrações em águas naturais que o nitrato (Boney, 1989).

- **Nitrogênio amoniacal**

O nitrogênio amoniacal apresentou concentrações inferiores a 0,20 mg/L nas duas estações, com exceção do fundo na estação AS-12, onde a concentração foi de 0,22 mg/L. Estes valores são inferiores ao limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salinas.

A amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L. Além disso, a amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada DBO de segundo estágio. Por estes motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal é um



importante parâmetro de classificação das águas naturais e normalmente é utilizada na constituição de índices de qualidade das águas (CAL, 2006).

- **Fosfato**

A concentração média de fosfato encontrada em toda a coluna d'água foi de 0,053 mg/L na estação AS-12 e 0,045 mg/L na estação AS-13, ambas muito superiores ao valor de referência estabelecido pela Resolução Conama nº 375/05 (0,031 mg/L). Valores acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente já foram registrados anteriormente por CAL (2006) em uma estação de coleta muito próxima a esta, em frente à praia de Iquipari, com valores de 0,05 mg/L.

Na maioria dos ecossistemas aquáticos o fosfato pode ser considerado o nutriente limitante da produtividade primária. O fitoplâncton absorve o fósforo inorgânico necessário ao seu metabolismo essencialmente sob as formas de íons ortofosfatos, íons de ácido ortofosfórico (H_3PO_4) e íons ácidos (H_2PO_4^- e HPO_4^{2-}) (Paranhos, 1996). O ortofosfato possui muita relevância no estudo de ecossistemas aquáticos, por ser a principal forma de fosfato assimilada pelos vegetais aquáticos (CAL, 2006).

Esta alta concentração de fósforo registrada na região pode ser decorrente da proximidade de áreas urbanas e industriais, sendo assim trazido ao ambiente marinho pela descarga de efluentes (domésticos e industriais) e pelo rio Paraíba do Sul, que atravessa regiões urbanizadas e industrializadas, além de intensivo uso agrícola, neste último trecho de seu curso, antes de alcançar o oceano.

- **Coliformes Totais e Fecais**

De acordo com APHA/AWWA/WEF (1995), o sub-grupo da Família Enterobacteriaceae, "Coliformes fecais" é constituído por bactérias aeróbicas, anaeróbicas facultativas, gram-negativas, sem formação de esporos, e tendo como principal componente a bactéria *Escherichia coli*. Os coliformes fecais não são considerados organismos patogênicos, porém a sua detecção na amostra é um indicador da existência potencial de agentes verdadeiramente patogênicos nas águas, tais como o vibrião colérico, o vírus da hepatite e bactérias patogênicas (*Salmonella*, outros).

A análise de coliformes fecais fornece uma precisão de cerca de 93% na diferenciação dos coliformes encontrados nas fezes de animais de sangue quente e aqueles provenientes de outras fontes no meio ambiente (matéria orgânica em decomposição e outros), sendo, portanto um excelente indicador da condição sanitária das águas (APHA/AWWA/WEF, 1995). Além disso, a análise de coliformes fecais é referenciada por padrões nacionais



(Resolução Conama nº 357/05) e internacionais de qualidade das águas (Organização Mundial de Saúde e Comunidade Européia), permitindo a avaliação do grau de contaminação das águas com dejetos sanitários.

Segundo a Portaria nº 518/GM, de 25 de março de 2004, coliformes termotolerantes são definidos como subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (CAL, 2006).

Os valores detectados nas amostras coletadas em 13 e 14 de dezembro de 2007, (AS-12A, AS-12B, AS-12C e AS-13A e AS-13B) apresentaram valores menores que o limite de detecção do método analítico utilizado pelo laboratório, não apresentando nenhum indício de contaminação por este parâmetro.

5.3.7.2.8 Turbidez, Sólidos sedimentáveis, Odor e Surfactantes

A Tabela 5.3.7.2.8-1 apresenta os resultados dos parâmetros medidos na coluna d'água durante a campanha de amostragem.

TABELA 5.3.7.2.8-1
PARÂMETROS MEDIDOS NA COLUNA DE ÁGUA DURANTE A COLETA
REALIZADA NOS DIAS 13 E 14 DE DEZEMBRO DE 2008 E VALORES DE
REFERÊNCIA CONAMA 357/05 - ÁGUAS SALINAS-CLASSE (¹).

Parâmetro	Estação As12-A sup	Estação As12-B sup	Estação As12-C sup	Estação As13-A sup	Estação As13-B sup	Valor Referência Resolução Conama nº 357/05
Turbidez (NTU)	1.61	< 1.0	1.65	1.75	<1	-
Sólidos sedimentáveis (ml/l)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	-
Surfactantes (mg/l)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	-
Odor (TON)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-

- **Turbidez**

A turbidez da água é provocada pela presença de material fino (partículas) em suspensão na água, que interfere na penetração da luz, prejudicando a fotossíntese e o crescimento do fitoplâncton e até da vegetação aquática fixa no substrato. A redução na produção primária do fitoplâncton tem efeito sobre os demais níveis da cadeia trófica. Além de afetar as



comunidades biológicas, a presença de material fino em suspensão na água também afeta a qualidade da água para usos doméstico e industrial.

Para a turbidez, a média da estação AS-12 ficou em torno de 1,42 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez), alcançando o pico de 1,65 UNT no fundo e o mínimo menor que 1 UNT no meio da coluna. Na estação AS-13 a média esteve em torno de 1,35 com turbidez de 1,75 UNT na superfície e inferior a 1 no fundo.

As concentrações de turbidez apresentaram valores baixos, característicos de quando existe forte influência da corrente de sul para norte, que traz águas mais limpas e claras do que as águas que vêm com a corrente de norte para sul, que traz para a região sedimentos e águas oriundas do rio Paraíba do Sul. A turbidez no ambiente marinho pode variar bastante sob a ação de ventos, ondas, e outros, principalmente em locais pouco profundos como a região em questão. Assim, estes valores podem ser considerados baixos e característicos de ambientes costeiros.

- **Sólidos Sedimentáveis**

Em ambas estações em todas as profundidades a concentração de sólidos sedimentáveis foi inferior a 0,10 ml/L. Estes valores podem ser considerados baixos para ambientes costeiros.

Os sólidos em suspensão (SS) podem ser definidos como aqueles presentes na coluna de água, mas que não se apresentam em formas solúveis e em sólidos finos em estado coloidal. De uma forma geral, os SS podem ser aqueles que possuem tamanhos maiores do que 1 micron.

- **Odor**

O parâmetro odor foi inferior a 1 TON nas duas estações amostras.

- **Surfactantes**

A concentração de surfactantes medida nas duas estações foi inferior a 0,10 mg/L, valores considerados normais para este ambiente.



5.3.7.2.9 Metais

Dentre os metais mais prejudiciais ao ambiente marinho estão cádmio, zinco, mercúrio e chumbo. Entre os metais analisados neste estudo, o mercúrio, o boro, ferro dissolvido e cobre dissolvido apresentaram concentração acima dos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salinas.

- **Mercúrio**

O mercúrio parece ser o metal mais prejudicial à qualidade da água e às comunidades biológicas, e consequentemente ao homem. No mar, o mercúrio é convertido a metil-mercúrio $[(CH_3)_2Hg]$, um forte componente lipolítico. Assim, o mercúrio é capaz de se concentrar em sucessivos níveis da cadeia trófica (Boney, 1989).

Na área estudada, o mercúrio apresentou concentrações acima do valor de referência estabelecido pela Resolução Conama nº 375/05 (0,0002mg/L) na estação AS-12, com 0,0059 mg/L na superfície, e 0,0068 mg/L no fundo.

Tem se conhecimento por meio de estudos realizados pela Feema que o rio Paraíba do Sul apresenta concentrações de diversos metais, inclusive do mercúrio. Suas águas e sedimentos são normalmente levados pela corrente marítima de norte para sul, o que explica a presença de mercúrio nas águas coletadas.

- **Boro**

As amostras AS-12C e AS-13B apresentaram concentrações de boro (5,041 mg/L e 5,176 mg/L, respectivamente) superiores aos valores estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salinas Classe I. No entanto, segundo a E.P.A. (<http://www.epa.gov/ncea/iris/toxreviews/0410-tr.pdf>), o boro ocorre naturalmente no meio ambiente, sendo considerado normal uma concentração média próxima a 4,6 ppm em águas salinas.

Portanto, não é considerada a tese de que as águas marinhas (amostras AS-12 C e AS-13 B) estão contaminadas por boro, uma vez que apresentaram concentrações muito próximas à concentração média encontrada naturalmente em ambientes de águas salinas.



- **Ferro Dissolvido**

Naturalmente presente no ambiente marinho, o ferro é um dos mais importantes metais para o fitoplâncton e sua ausência pode limitar a produção primária fitoplanctônica (Boney, 1989). Na área de estudo foram registradas concentrações de ferro dissolvido entre 0,28 mg/L a 0,46 mg/L acima do valor estabelecido pela Resolução Conama nº 375/05 (0,3 mg/L).

- **Cobre**

O cobre está naturalmente presente no ambiente marinho e é essencial para as algas, sendo um constituinte da plastocianina, a qual tem um papel vital no transporte de elétrons na fotossíntese, mas pode alcançar concentrações tóxicas, limitando o crescimento algal (Boney, 1989). Nas amostras das estações foram constatadas concentrações superiores aos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama nº 375/05 (0.005 mg/L), em todas as profundidades, estando entre 0,069 e 0,079 mg/L.

Os demais metais apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados, assim como para os herbicidas, pesticidas (fosforado e organoclorado), PCBs, SVOCs e Fenóis analisados. Cabe ressaltar que para alguns destes compostos, os limites de quantificação não atingiram os valores de referência preconizados na Resolução CONAMA 357/05 para águas salinas – Classe I.