

ÍNDICE

V.1.5 -	Qualidade da Água Marinha	1/49
V.1.5.1 -	Rio de Janeiro (RJ)	1/49
V.1.5.1.1 -	Zona Costeira	1/49
V.1.5.1.2 -	Zona Oceânica	12/49
V.1.5.2 -	Praia do Futuro - Fortaleza - (CE)	39/49
V.1.5.2.1 -	Zona Costeira	40/49
V.1.5.2.2 -	Zona Oceânica	45/49
V.1.5.3 -	Considerações Finais	48/49
V.1.5.3.1 -	Rio de Janeiro (RJ)	48/49
V.1.5.3.2 -	Praia do Futuro (CE)	49/49

Legendas

Quadro V.1.5-1 - Médias dos principais parâmetros analisados, do período de 01/11/97 a 31/01/98. Praias do Pontal e praia da Macumba	2/49
Figura V.1.5-1 - Localização dos pontos de coleta das estações de monitoramento da qualidade de água, em relação ao traçado do cabo BRUSA. Adaptado de SMAC/SONDOTÉCNICA, 1998.	2/49
Figura V.1.5-2 - Gráficos de balneabilidade das estações das praias da Macumba (R/MA) e do Pontal (R/PO) nos meses novembro e dezembro de 1997	3/49
Figura V.1.5-3 - Gráficos de balneabilidade das estações das praias da Macumba (R/MA) e do Pontal (R/PO) no mês de janeiro de 1998.....	3/49
Figura V.1.5-4 - Complexo lagunar de Jacarepaguá e estações de amostragem do estudo de (REBELO, 2016)	5/49
Figura V.1.5-5 - Localização das estações de amostragem do estudo de FERREIRA; HORTA; CUNHA, 2010 na Baía de Sepetiba.....	8/49
Quadro V.1.5-2 - Sumário de alguns parâmetros físicos e químicos, e nutrientes dissolvidos determinados nas amostras de água coletadas nos cinco pontos da Baía de Guanabara em agosto de 2005.....	9/49
Quadro V.1.5-3 - Parâmetros físico-químicos medidos nos pontos de coleta na Baía de Sepetiba.....	9/49
Quadro V.1.5-12 - Dados Referentes à Região do Empreendimento.....	13/49
Figura V.1.5-14 - Variação Espacial do pH na Bacia de Santos	15/49
Quadro V.1.5-13 - Valores Máximos e Mínimos de pH na Costa Brasileira	16/49
Quadro V.1.5-14 - Valores Máximos e Mínimos de OD na Costa Brasileira	17/49
Quadro V.1.5-17 - Concentrações de nutrientes (mg/L) obtidas na água (mínimo e máximo), no atual monitoramento e em esforços realizados no Bloco BM-S-7 anteriormente pela Chevron Brasileira de Petróleo	20/49
Figura V.1.5-26 - Variação Espacial de Amônia na Bacia de Santos	21/49
Figura V.1.5-27 - Variação Espacial Nitrito na Bacia de Santos	22/49
Figura V.1.5-28 - Variação Espacial Nitrato na Bacia de Santos	23/49
Figura V.1.5-29 - Variação Espacial de Fosfato na Bacia de Santos	24/49
Figura V.1.5-25 - Variação Espacial da Concentração de Clorofila a ($\mu\text{g.l}^{-1}$) na Bacia de Santos	28/49

Figura V.1.5-22 - Variação Espacial dos Fenóis na Bacia de Santos (Superfície).....	31/49
Figura V.1.5-23 - Variação Espacial dos Fenóis na Bacia de Santos (Termoclina)	32/49
Figura V.1.5-24 - Variação Espacial dos Fenóis na Bacia de Santos (Fundo)	33/49
Quadro V.1.5-15 - Concentrações de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos-PAHs (µg/L) na água do mar obtidas no atual monitoramento, com dados pretéritos do Bloco BM-S-7 (baseline e monitoramento do poço "E") e na literatura para a região sudeste brasileira. (ND = não detectado; * limite de detecção = 0,01ppb)	35/49
Figura V.1.5-19 - Variação Espacial do HPA na Bacia de Santos (superfície).....	36/49
Figura V.1.5-20 - Variação Espacial do HPA na Bacia de Santos (Termoclina)	37/49
Figura V.1.5-21 - Variação Espacial do HPA na Bacia de Santos (Fundo)	38/49
Figura V.1.5-6 - Zonas ambientais na praia do Futuro.	41/49
Quadro V.1.5-4 - Dados físico-químicos nas diferentes zonas ambientes entre a foz do rio Cocó (Z1), Praia do Futuro (Z2) e a Ponta do Mucuripe.	43/49
Figura V.1.5-7 - Concentração de amônia, nitrito, nitrato e ortofosfato em diferentes pontos da Praia do Futuro. Os valores anômalos foram obtidos em drenagens superficiais (run off) presentes na região central da praia.	44/49

V.1.5 - Qualidade da Água Marinha

Este item apresenta a caracterização da qualidade da água marinha da área de influência do projeto de Implantação do Cabo Submarino BRUSA, tanto na sua porção oceânica quanto costeira. A caracterização da qualidade da água baseou-se no levantamento de dados físico-químicos e biológicos disponíveis na literatura científica.

Sendo assim, em função das particularidades de cada região, a caracterização deste item é realizada considerando a zona costeira e oceânica do Rio de Janeiro (RJ) e de Fortaleza (CE).

Para comparação da qualidade da água da área de influência são adotados os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água em águas jurisdicionais brasileiras.

V.1.5.1 - Rio de Janeiro (RJ)

V.1.5.1.1 - Zona Costeira

V.1.5.1.1.1 - Características Gerais da Água

A região costeira do estado do Rio de Janeiro é cercada por grandes centros urbanos e industriais, os quais, geralmente, lançam nos sistemas aquáticos dejetos resultantes de suas atividades sem tratamento prévio. Uma das regiões costeiras mais atingidas por esse tipo de contaminação no Estado do Rio de Janeiro é a Baía de Guanabara (KHERIG *et al*, 2011). A Baía de Sepetiba, é outra área que recebe descargas de efluentes de áreas altamente industrializadas e regiões densamente povoadas (FERREIRA; HORTA; CUNHA, 2010).

Para a região da Praia da Macumba, área de influência direta do empreendimento em pauta, a existência de dados secundários para avaliação da qualidade de água é precária. Sendo assim, para elaboração do presente diagnóstico, foram utilizados dados do Estudo de Impacto Ambiental executado para o Projeto de Recuperação Ambiental da Macrobacia de Jacarepaguá (SMAC/SONDOTÉCNICA, 1998). No estudo em referência, a única estação de coleta que representa a área de influencia do empreendimento é a R/MA. As coletas fizeram parte do Programa de Monitoramento do Estudo de Impacto Ambiental, na parte conhecida como Praia da Macumba, próxima ao Canal de Sernambetiba. Foram também incluídos dados da estação R/PO, localizada à aproximadamente 1,5 km de distancia à leste da estação R/MA. As coletas nestas estações foram realizadas em apenas três meses, novembro e dezembro de 1997 e janeiro de 1998, sendo computadas as médias dos parâmetros apenas deste período (Quadro V.1.5-1).

Quadro V.1.5-1 - Médias dos principais parâmetros analisados, do período de 01/11/97 a 31/01/98. Praias do Pontal e praia da Macumba

Sigla	Localização	Turbidez	Temp (°C)	pH	Salinidade	E. Coli NMP/100 ml	Coli Totais NMP/ml
R/MA	Praia da Macumba	4,50	23,18	8,08	35,26	90,77	551,54
R/PO	Praia do Pontal	3,36	23,45	8,10	34,15	90,27	752,16

As médias dos parâmetros de colimetria (*E. coli* e Coliformes Totais) indicam que estes trechos de praia são normalmente próprios, embora o gráfico de balneabilidade de janeiro de 1998 apresente, para a praia do Pontal, uma pequena porcentagem da condição imprópria. Tal fato é explicado pela ocorrência de fortes chuvas neste período provocando o extravasamento pelo canal de Sernambetiba comprometendo a qualidade da praia temporariamente. O canal de Sernambetiba é receptor final de vários canais da Baixada de Jacarepaguá, inclusive os que estão ligados à lagoa de Jacarepaguá e Lagoinha. É importante notar que esses dados foram coletados no final da década de 90, e que alterações na qualidade da água, desde então, podem ter ocorrido. Os pontos de coleta das amostras analisadas, assim como o traçado da rota do Cabo Submarino BRUSA, são apresentados na Figura V.1.5-1.



Figura V.1.5-1 - Localização dos pontos de coleta das estações de monitoramento da qualidade de água, em relação ao traçado do cabo BRUSA. Adaptado de SMAC/SONDOTÉCNICA, 1998.

A Figura V.1.5-2 e a Figura V.1.5-3 mostram os gráficos de balneabilidade das estações desta praia no final do ano de 1997 e do início de 1998, em função dos dados de colimetria, segundo a resolução nº 20 do CONAMA.

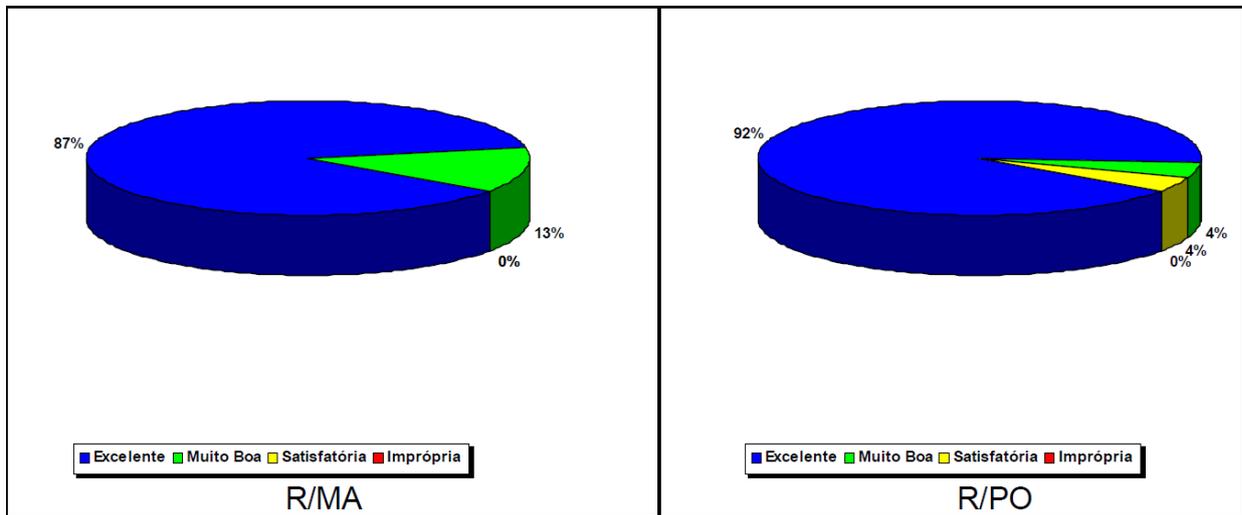


Figura V.1.5-2 - Gráficos de balneabilidade das estações das praias da Macumba (R/MA) e do Pontal (R/PO) nos meses novembro e dezembro de 1997

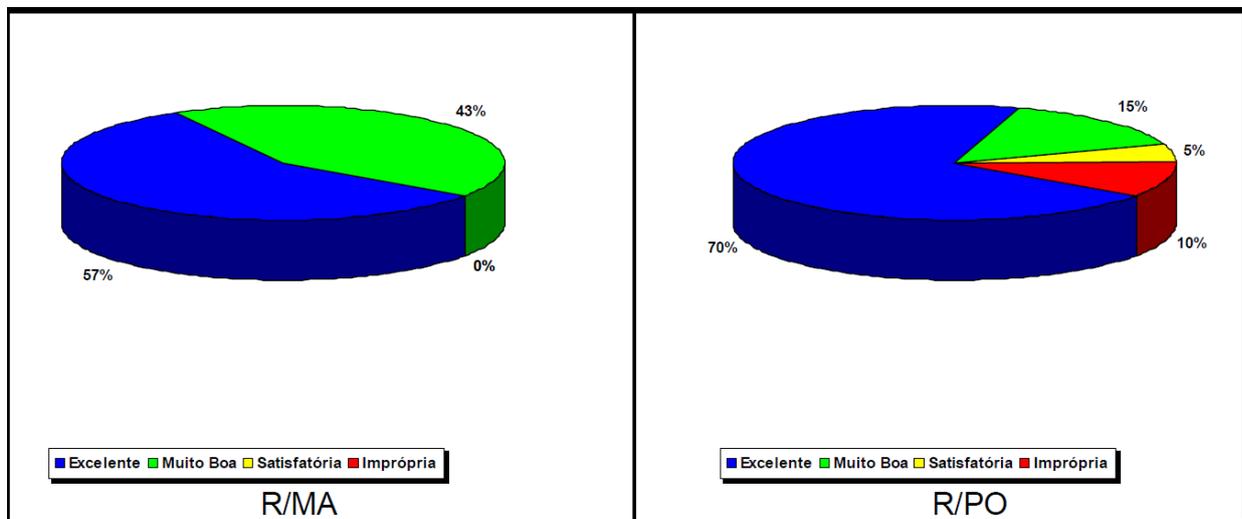


Figura V.1.5-3 - Gráficos de balneabilidade das estações das praias da Macumba (R/MA) e do Pontal (R/PO) no mês de janeiro de 1998

A Praia da Macumba recebe a contribuição do canal de Sernambetiba, o qual é receptor final de vários canais da Baixada de Jacarepaguá, inclusive os que estão ligados à lagoa de Jacarepaguá e Lagoinha. Estes canais têm a função de drenar as águas dos pântanos e das lagoas, que sofriam com enchentes. Atualmente, eles recebem grande quantidade de esgoto despejados neste sistema de drenagem que são consequentemente lançados na praia. O volume desta água que

entra na praia normalmente é deslocado no sentido da Prainha e da praia de Grumari, de acordo com o transporte litorâneo preferencial. Na ocorrência de frentes frias, porém, o fluxo se inverte deslocando a água do canal para a praia de Sernambetiba/Macumba.

Como contribuição à caracterização da água marinha na região costeira do Rio de Janeiro, foram ainda consideradas neste diagnóstico o estudo realizado por KHERIG *et al*, em 2011 na Baía de Guanabara, apresentando resultados de oxigênio, pH, salinidade, temperatura, clorofila-*a*, concentração de oxigênio dissolvido, TTS (total de sólidos em suspensão), COT (carbono orgânico total) e nutrientes dissolvidos, e o artigo publicado por FERREIRA; HORTA; CUNHA em 2010, com resultados de temperatura, turbidez, pH, condutividade e concentração de oxigênio dissolvido na Baía de Sepetiba.

Como fonte de dados, também foram utilizados os resultados do Diagnóstico da Qualidade da Água do Complexo Lagunar de Jacarépaguá (REBELO, 2016), onde os canais de conexão das lagoas com o mar localizam-se próximos à área onde o empreendimento será instalado. Neste documento são apresentados dados relativos ao período compreendido entre 2001 a 2015 das estações de amostragem do INEA, para avaliação de 21 parâmetros de monitoramento da água, considerando as características de biomagnificação, bioacumulação, toxicidade, indicação de aporte de esgoto e da presença de aspectos microbiológicos (Figura V.1.5-4).



Figura V.1.5-4 - Complexo lagunar de Jacarepaguá e estações de amostragem do estudo de (REBELO, 2016).

O complexo lagunar de Jacarepaguá possui uma área de drenagem de aproximadamente 280 km², um espelho d'água de aproximadamente 12,8 km² e situa-se na Baixada de Jacarepaguá, localizada no município do Rio de Janeiro, e é formada pelas lagoas: Jacarepaguá, Camorim, Tijuca e Marapendi. Este complexo está interligado ao mar pelo canal da Joatinga e tem a contribuição de aproximadamente 40 rios e 6 canais que vertem dos maciços da Tijuca e da Pedra Branca (OLIVEIRA; GÔMARA; CRUZ, 2013 *apud* INEA, 2007). Segundo o Comitê do Sistema Lagunar de Jacarepaguá, a Lagoa de Jacarepaguá é a mais interiorizada do conjunto, sendo conectada à Lagoa da Tijuca via Lagoa de Camorim, e a Lagoa de Marapendi se conecta à Lagoa da Tijuca pelo Canal de Marapendi. Esse complexo se conecta ao mar por dois pontos: via Canal da Joatinga à leste, e via Canal de Sernambetiba à oeste (Figura V.1.5-5), cuja localização de desembocadura encontra-se próxima à área de implantação do empreendimento, portanto, influenciando diretamente a qualidade da água costeira do local.

A região compreende mais de 700 mil habitantes em 20 bairros, dentre os principais e mais conhecidos abrange a Barra da Tijuca, Recreio, Jacarepaguá, Vargem Grande e Vargem Pequena, todos eles tendo ampla contribuição com lançamentos de esgotos domésticos e do setor industrial lançando resíduos diariamente que é caracterizado pela presença de indústrias químicas, farmacêuticas, metalúrgicas, alimentícias e eletrônicas (CRUZ; OLIVEIRA; GÔMARA, 2013).

Segundo Rebelo (2016), ao analisar as concentrações de oxigênio dissolvido do complexo lagunar, notou-se que a média da concentração de OD no período de 2001 a 2005 era a maior de todas, inclusive passava do limite conhecido como supersaturação que é de 10 mg/L, condição característica de ambiente eutrofizado. No segundo período, por sua vez, as médias do OD de todas as estações caem, ficando todas abaixo de 10 mg/L. A diminuição ao longo dos 15 anos pode ser devido à essas lagoas serem um ambiente lântico, o que dificulta a renovação das suas águas (REBELO, 2016).

A Baía de Guanabara, um dos principais ecossistemas costeiros produtivos do estado do Rio de Janeiro, apresenta condições eutróficas, com alta densidade de fitoplâncton e elevadas concentrações de nutrientes. A eutrofização produz mudanças na qualidade da água, incluindo a redução de oxigênio dissolvido e da biodiversidade aquática, podendo levar a morte extensiva de peixes e, conseqüentemente, a perda da qualidade cênica e gerando graves conseqüências relacionadas à saúde pública (KHERIG *et al*, 2011). No entanto, ainda segundo Kherig *et al* (2011), as concentrações de oxigênio dissolvido obtidos para Baía de Guanabara foram entre 6,2 e 8,0 mg/L-1, sendo, portanto, superiores ao valor mínimo determinado pela legislação ambiental (água salina - 6 mg/L). Por outro lado, na Baía de Sepetiba, os dados obtidos de oxigênio dissolvido (OD), de alguns pontos mais próximos da costa, mostraram-se com razoável oxigenação, mas já caminhando para níveis preocupantes.

De acordo com os resultados obtidos por KHERIG *et al* (2011), a salinidade na Baía de Guanabara é de no mínimo 31,4 e no máximo 33,7 psu. Em relação ao pH, todas as áreas se mostraram dentro do limite de 6,5 a 8,5 estipulado pela resolução CONAMA 357/2005. Segundo Rebelo (2016), no complexo lagunar de Jacarepaguá, apenas o período de 2001 a 2005 apresentou médias acima do limite máximo estabelecido, com as duas estações com médias acima de 8,64 pH.

A condutividade elétrica específica indica a quantidade de sais na água, sendo utilizada, portanto, para medir a salinidade. Quanto maior a condutividade elétrica, maior é a presença de íons e maior é o teor salino da água (REBELO, 2016). Os valores de condutividade para Baía de Sepetiba, variaram entre 10,44 e 19,66 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$. Para o complexo lagunar de Jacarepaguá, as maiores concentrações encontradas de 2001 a 2015 foram das estações nº 4 com 46400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nº 5 com 64200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e a nº 8 com 43700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, localizadas na Lagoa da Tijuca e na Lagoa de Marapendi. Como a condutividade também indica o grau de salinidade, pode-se constatar que a salinidade dessas estações são as maiores, fato que pode ser explicado devido à entrada da água do mar no período de cheia (REBELO, 2016).

Segundo Ferreira; Horta; Cunha (2010), os valores de turbidez da Baía de Sepetiba, se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental. O total de sólidos em suspensão constatado na Baía de Guanabara, foi entre 31,2 e 47,8 mg/L-1. Para o complexo lagunar de Jacarepaguá, o monitoramento da concentração de sólidos totais mostrou que os níveis mais altos de concentrações constatados foram valores acima de 27000 mg/L, enquanto que os menores, foram entre 1499 mg/L e 2400 mg/L no primeiro período.

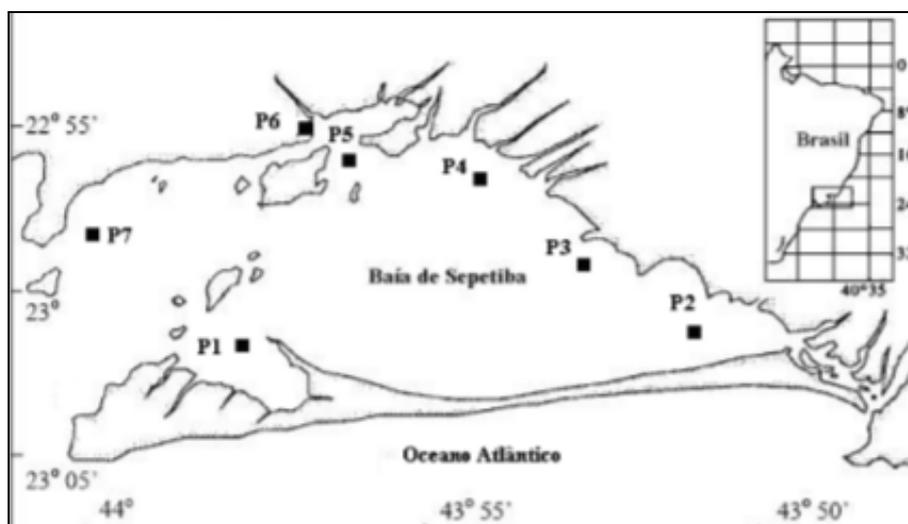


Figura V.1.5-5 - Localização das estações de amostragem do estudo de FERREIRA; HORTA; CUNHA, 2010 na Baía de Sepetiba

No que se refere à clorofila-*a*, na Baía de Guanabara, as concentrações levantadas no estudo se encontram entre 6,6 e 27,2 $\mu\text{g/L}$. No estudo referente à Baía de Sepetiba, não foram levantados dados relativos a concentração de clorofila-*a*. Os níveis de carbono orgânico total, constatados na área da Baía de Guanabara, se encontram dentro dos limites definidos na legislação ambiental, variando entre 0,94 e 2,27 mg/L .

Ainda na Baía de Guanabara, segundo Kherig *et al* (2011), os resultados de concentração de fósforo solúvel reativo apontam a presença de altas taxas de nutrientes, com valores variando entre 0,86 e 2,12 μM , as concentrações de nitrito variam entre 0,45 e 1,79 μM , as de nitrato entre 1,45 e 7 μM , e as de nitrogênio amoniacal entre 2,84 e 46,90 μM .

No que tange a concentração de nutrientes do complexo lagunar, os valores de concentração de fósforo apresentaram médias acima do limite estipulado pela CONAMA 357/2005, nos três períodos e em todas as estações pesquisadas. Quanto ao nitrato, apenas no período mais recente o limite máximo foi ultrapassado.

Quadro V.1.5-2 - Sumário de alguns parâmetros físicos e químicos, e nutrientes dissolvidos determinados nas amostras de água coletadas nos cinco pontos da Baía de Guanabara em agosto de 2005.

Parâmetro	(mínimo-máximo)
Temperatura (C°)	(22,2 - 22,7)
Salinidade	(31,4 - 33,7)
pH	(7,97 - 8,24)
OD (mg/L-1)	(6,2 - 8,0)
Clorofila-a (µg/L-1)	(6,6 - 27,2)
TSS (mg/L-1)	(31,2 - 47,8)
COT (mg/L-1)	(0,94 - 2,27)
Nutrientes	(mínimo-máximo)
N-NH ₃ +N-NH ₄ ⁺ (µM)	(2,84 - 46,90)
N-NO ₂ ⁻ (µM)	(0,45 - 1,79)
N- NO ₃ ⁻ (µM)	(1,45 - 7,00)
P-PO ₄ ³⁻ (µM)	(0,86 - 2,21)

Quadro V.1.5-3 - Parâmetros físico-químicos medidos nos pontos de coleta na Baía de Sepetiba.

Pontos de Coleta	Condutividade (µs/cm-1)			Temperatura (C°)			Turbidez (UNT)			pH			OD (mg/L)		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
P1	19,11	17,33	18,81	24,5	25,5	24,0	6,1	7,2	7,9	6,5	6,6	6,9	9,5	10,6	10,1
P2	15,78	17,34	19,66	25,0	26,5	25,0	9,4	7,9	8,3	7,6	7,8	7,8	7,1	7,8	6,9
P3	17,30	17,68	11,22	24,5	27,0	25,0	12,3	13,7	16,8	8,1	8,2	7,9	4,3	5,7	5,1
P4	16,11	17,62	10,44	25,5	27,0	25,0	16,6	15,4	16,3	8,7	8,5	8,3	4,9	5,0	4,2
P5	17,30	17,68	16,71	25,5	26,5	25,5	16,2	14,3	13,4	8,2	8,1	7,8	4,6	4,5	4,2
P6	17,24	18,08	12,20	26,0	26,5	25,5	15,6	15,4	16,1	7,7	7,4	7,6	6,4	5,9	4,7
P7	18,90	17,96	15,11	24,5	25,5	24,5	8,9	9,3	10,3	6,8	6,9	6,9	7,9	8,1	8,0

*E1 - setembro de 2008/E2 - dezembro de 2008/E3 - março de 2009

V.1.5.1.1.2 - Ocorrência de Metais Pesados

Na costa brasileira existem relatos de contaminação por metais pesados em várias regiões, como resultado das altas taxas de emissão por atividades industriais e urbanas concentradas nas bacias de drenagens e na região costeira desde a década de 80 (MARINS *et al*, 2004). Para caracterização da concentração de metais pesados na região, utilizou-se como principal fonte de dados o estudo, anteriormente já citado de FERREIRA; HORTA; CUNHA publicado em 2010, cuja os pontos de coletas foram apresentados na Figura V.1.5-5. As coletas foram realizadas em três diferentes estações do ano, a saber: Estação 1: setembro de 2008, Estação 2: dezembro de 2008 e Estação 3: março de 2009.

De acordo com Horta; Ferreira; Cunha (2010), os resultados obtidos com relação às concentrações dos metais pesados (Cd, Zn, Cu, Pb, Cr, Ni) nas amostras de águas da Baía de Sepetiba, mostram que algumas concentrações se encontram acima dos valores preconizados pela resolução CONAMA N°357/2005.

As fontes naturais de Cd no meio ambiente são de origem vulcânica, erosão de rochas sedimentares e fosfáticas, bem como provenientes de incêndios florestais. A atividade antrópica insere esse metal no meio pelos resíduos de produtos como baterias de Ni-Cd, fertilizantes e esgotos industriais (REBELO, 2016). Segundo Horta; Ferreira; Cunha (2010), os teores de Cd na Baía de Sepetiba apresentaram-se satisfatórios em alguns pontos de coleta, e acima dos níveis preconizados em outros.

Com o objetivo de complementar a caracterização da ocorrência de metais pesados na área. Foram levantados dados do Diagnóstico da Qualidade da Água do Complexo Lagunar de Jacarépaguá, já mencionado anteriormente. Segundo Rebelo (2016) no que se refere à concentração de cádmio, a Lagoa de Tijuca, esta se encontra com a concentração acima do limite definido pela CONAMA 357/2005. A Lagoa da Tijuca recebe contribuição das águas de seus rios afluentes e das lagoas de Jacarepaguá, Camorim e Marapendi. Uma vez que a concentração média das outras lagoas se encontra abaixo do limite estabelecido, pode-se deduzir que o aporte de cádmio é proveniente, predominantemente, dos arredores da Lagoa da Tijuca, que tem como afluentes principais o Rio das Pedras e o Rio Cachoeira.

De acordo com Rebelo (2016), o cobre está naturalmente presente na atmosfera devido à dispersão pelo vento e erupções vulcânicas. As principais fontes antropogênicas são a mineração, os esgotos domésticos e incineração de resíduos municipais. Os teores de Cu na Baía de Sepetiba, por sua vez, apresentaram-se satisfatórios na maior parte dos pontos de amostragem (5 pontos), e acima dos níveis preconizados em apenas dois.

Ainda na Baía de Sepetiba, os teores de Ni apresentaram-se satisfatórios em três dos oito pontos. Nos demais, os teores encontravam-se ligeiramente comprometidos.

O Pb é facilmente introduzido no meio ambiente por uma série de processos e produtos humanos, como fabricação de baterias, tintas, vidros e inseticidas. A presença do metal na água pode ocorrer por deposição atmosférica, lixiviação do solo ou via descarte inadequado dos produtos que contêm tal metal (REBELO, 2016). De acordo com Horta; Ferreira; Cunha (2010), os teores de Pb apresentaram-se satisfatórios em todos os pontos da Baía de Sepetiba.

Os teores de Cr para Baía de Sepetiba apresentaram-se satisfatórios na maior parte dos pontos de amostragem, com teores ligeiramente comprometidos em apenas dois pontos (FERREIRA; HORTA; CUNHA, 2010). Com relação ao complexo lagunar de Jacarepaguá, de acordo com Rebelo (2016), todos os pontos de coletas, apresentaram médias abaixo do preconizado pela legislação ambiental.

O zinco ocorre no solo de maneira natural podendo ser encontrado em praticamente todos os ambientes. A atividade antropogênica colabora para o aumento de sua concentração no meio pelo lançamento de resíduos e produtos de processos industriais, uso de agroquímicos e fertilizantes (REBELO, 2016). Os teores de Zn na Baía de Sepetiba apresentaram-se satisfatórios em apenas dois pontos, nos demais estava acima dos níveis preconizados pela legislação (FERREIRA; HORTA; CUNHA, 2010). De acordo com Rebelo (2016), no complexo lagunar de Jacarepaguá, aparentemente houve redução dos níveis de concentração de Zn em todas as estações de coleta entre 2001 a 2015, o que pode ser um indicativo de uma provável melhora na gestão de resíduos da região.

O mercúrio é um metal naturalmente encontrado na crosta terrestre, que pode estar associado com hidrocarbonetos gasoso e líquidos e também em jazidas de carvão mineral. Sendo a principal forma de inserção desse elemento num corpo hídrico, por meio de produtos mal acondicionados ou que foram carregados para os corpos receptores (REBELO, 2016). Nenhuma estação de coleta do complexo lagunar de Jacarepaguá ultrapassou o limite estipulado pela CONAMA 357/2005. No estudo realizado na Baía de Sepetiba, não foram realizadas análises de concentração de mercúrio.

V.1.5.1.1.3 - Contaminação por Efluentes Sanitários

Turbidez é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, essa redução ocorre pela absorção e espalhamento provocado pelas partículas em suspensão. A origem natural da turbidez provém das partículas de rochas, argila, silte, algas e outros microrganismos, enquanto que a antrópica é devido aos despejos domésticos e industriais. Atualmente esse parâmetro é utilizado como indicador de aporte de esgoto sanitário (REBELO, 2016). Elevados níveis de turbidez são indicativos de esgoto mais fresco ou mais concentrado, ou por sua vez, de solos mais erodidos (REBELO, 2016).

Segundo Rebelo (2016), a Lagoa de Jacarepaguá possui o índice de turbidez mais elevado do que as demais estações do complexo lagunar de Jacarepaguá, essa alta taxa pode ser atrelada ao fato de que a lagoa recebe no corpo hídrico uma carga de poluentes gerados por cinco bairros com elevado adensamento populacional. (REBELO, 2016). Conforme citado no item de características gerais da água, os valores de turbidez da Baía de Sepetiba, se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental.

Outro parâmetro utilizado para a contaminação por efluentes sanitários é o nível de DBO, a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável sob condições

aeróbicas. De acordo com os dados levantados por Rebelo (2016), as concentrações de DBO nas estações do complexo lagunar de Jacarepaguá apresentaram valores cada vez maiores ao longo do tempo (entre 2001 e 2015), onde no primeiro período a maior concentração encontrada foi de 20 mg/L e no terceiro de 116 mg/L.

As estações de Jacarepaguá, Camorim e Tijuca têm uma série de afluentes que recebem aporte de esgoto doméstico. O aumento da concentração, indica que a vazão dos esgotos gerados está aumentando devido ao crescimento populacional e com isso a carga de matéria orgânica. (REBELO, 2016). Ainda segundo Rabelo (2016), como a DBO é utilizada para indicação de aporte de esgoto assim como a turbidez, pode ser estabelecida uma relação entre elas, observando-se, portanto, que as estações localizadas nas lagoas de Jacarepaguá e Camorim, apresentaram maiores médias em ambos os parâmetros, assim como um aumento destes ao longo do tempo.

Com relação à concentração de coliformes termotolerantes, no período de 2001 a 2005, a média das concentrações ficou abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação, no entanto, nos outros dois períodos, as médias de todas as estações ficaram acima do limite estabelecido. No período de 2011 a 2015 as maiores médias encontradas nas lagoas de Camorim, Tijuca e Marapendi, foram todas com valores 85 vezes maior que o limite (REBELO, 2016).

V.1.5.1.2 - Zona Oceânica

V.1.5.1.2.1 - Características Gerais da Água Oceânica

Existe escassez de estudos técnicos e científicos no que tange a caracterização da qualidade da água da zona oceânica do Rio de Janeiro. As águas oceânicas apresentam características controladas naturalmente por influência das massas d'água, correntes e interação com a atmosfera, apresentando uma menor variação se comparadas a ambientes costeiros.

Constatou-se a existência de uma gama de dados consistente, proveniente de iniciativas pretéritas como o Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Perfuração Marítima, no Bloco BM-S-7 (2005) e o Projeto de Monitoramento do Campo de Coral (2008), ambos localizados nos arredores da área em questão, além de outros estudos disponíveis na literatura científica. No primeiro caso, as coletas se deram antes, durante e depois da perfuração do Poço 1-CHEV-2-RJS, resultando em uma rica gama de dados.

Ainda com um intuito de caracterizar o "background" da região, foram considerados os dados provenientes do Relatório de Caracterização da Bacia de Santos (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002),

e os resultados do Diagnóstico de Qualidade da Água do Estudo de Impacto Ambiental para o teste de longa duração e sistemas de produção antecipada de Libra - Bacia de Santos, realizado pela empresa de consultoria AECOM, e protocolado pela Petrobras junto ao IBAMA, em junho de 2015. Este conjunto de informações ajuda no entendimento da dinâmica do ecossistema sob influência da atividade, podendo servir de base para comparações com dados a serem levantados em futuros projetos de monitoramento. O **Quadro V.1.5-4** apresenta os parâmetros levantados nos estudos supracitados:

Quadro V.1.5-4 - Dados Referentes à Região do Empreendimento

Projeto Parâmetro	Bloco BM-S-7	Campo de Coral	Relatório de Caracterização da Bacia de Santos	Diagnóstico Qualidade da Água do EIA - Libra
ÁGUA				
pH	•		•	
Oxigênio dissolvido	•		•	•
Nutrientes (Amônia, Nitrato, Nitrito e Fosfato)	•	•		•
Clorofila		•		
Fenóis		•	•	
HPA (Hidrocarbonetos Poliaromáticos)	•		•	
Silicato		•		
Sulfetos	•			

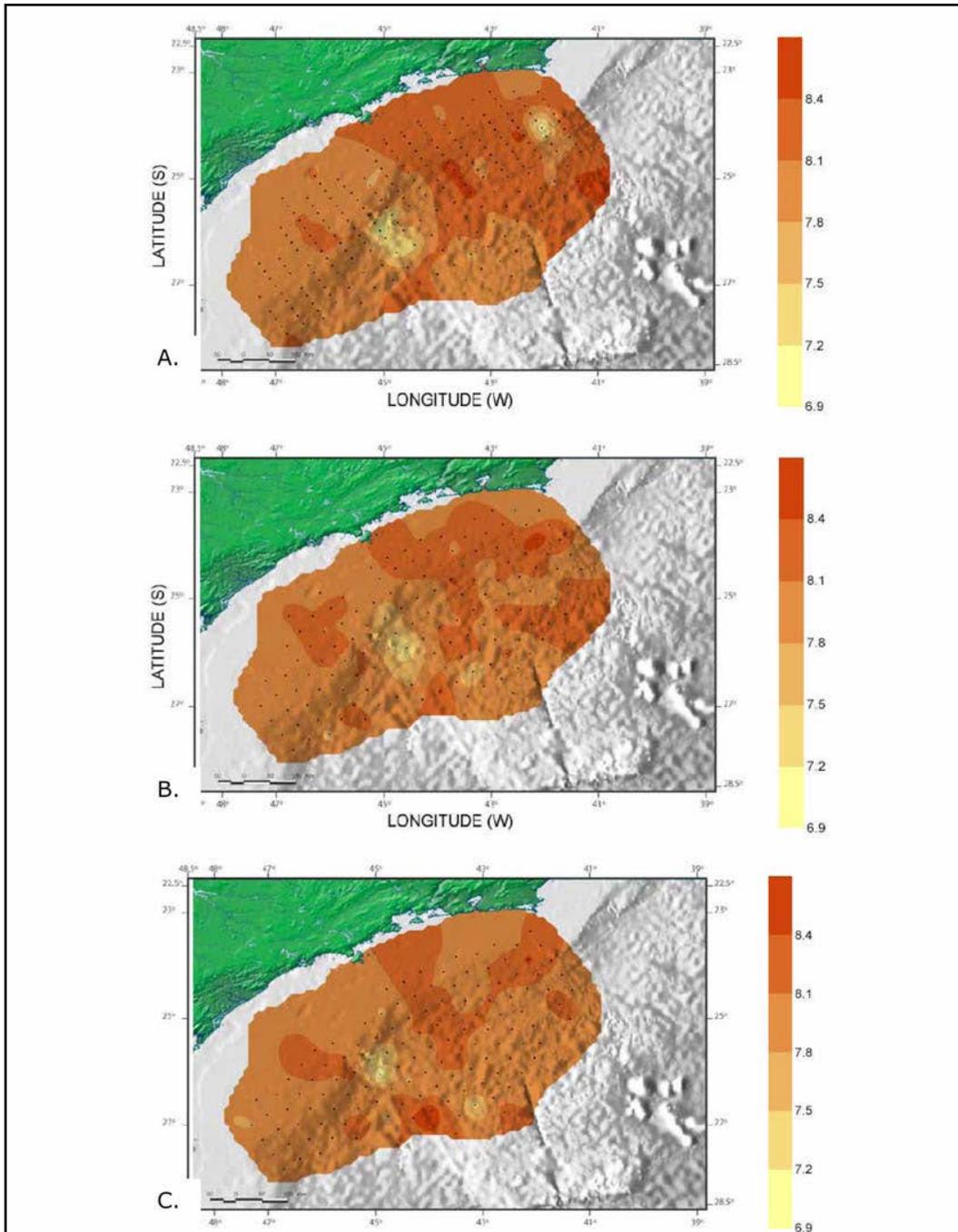
V.1.5.1.2.2 - pH e Oxigênio Dissolvido

O pH da água do mar varia em torno de 8,2. Este valor se dá devido a presença dos íons CO_2 , HCO_3^- e CO_3^{2-} . Modificações nas concentrações de CO_2 , devido às atividades de respiração, fotossíntese e trocas entre a atmosfera e o oceano, ou em CO_2^- , devidas às precipitações, podem modificar os valores de pH (Aminot & Chaussepied, 1983).

Os valores encontrados no pré-perfuração do Bloco BM-S-7 foram de 8,36 a 8,59 no estrato superficial (10 m) e de 8,37 a 8,56 a 200 m de profundidade. Durante a campanha de perfuração o pH variou de 8,19 a 8,28 no estrato superficial (10 m) e de 8,12 a 8,17 a 200 m de profundidade. Por fim, no pós-perfuração os valores variaram de 8,49 a 8,55 no estrato superficial (10 m) e de 8,38 a 8,43 a 200 m de profundidade. Os resultados obtidos no monitoramento Bloco BM-S-7 estão de acordo com estudos prévios realizados ao longo do litoral brasileiro (ANDRADE *et al.*, 1999; NIENCHESKI *et al.*, 1999). Mais que isto, a grande maioria dos resultados de pH situa-se entre os valores mínimos e máximos definidos para a água marinha, pela resolução CONAMA 357 ($6,5 < \text{pH} < 8,5$) e também pelo *Canadian Quality Guideline* ($7 < \text{pH} < 8,7$).

Na amostragem realizada no campo de Coral, o pH mostrou valores extremamente elevados, variando entre 8,98 e 9,46. Em função disso, tais valores não foram considerados nas análises e interpretações subsequentes, pois provavelmente se devem a problemas técnicos durante a medição (p.ex.: calibração do equipamento).

Ainda com relação aos estudos disponíveis em regiões próximas, poucas variações significativas foram observadas no relatório produzido pela MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) nos valores de pH na Bacia de Santos, que variaram de 7,43 a 8,61 (**Figura V.1.5-6**). Esses valores variaram dentro da faixa considerada aceitável para as águas salinas da classe 1 (destinadas a recreação de contato primário, à proteção de comunidades aquáticas e à aquicultura e à atividade de pesca, entre 6,5 e 8,6) (CONAMA, 2005). Dados semelhantes foram registrados em volta da Plataforma de Merluza, onde os valores de pH variaram de 7,78 a 8,35 (**Quadro V.1.5-5**).



A) Superfície B) Termoclina e C) Fundo.
 Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002).

Figura V.1.5-6 - Variação Espacial do pH na Bacia de Santos

A pequena variação de pH, entre as estações, está de acordo com estudos prévios realizados ao longo do litoral brasileiro (ANDRADE *et al.*, 1999; NIENCHESKI *et al.*, 1999). A maioria das amostragens na Bacia de Santos foi realizada no final do verão e durante o outono. A sazonalidade influencia o pH da água do mar ao alterar as trocas entre o oceano e a atmosfera, a taxa de fotossíntese e respiração e a pluviosidade. No outono, os valores de pH na região sul-sudeste apresentam valores elevados e menores variações no fundo, como descritas em Niencheski *op cit.*

O Quadro V.1.5-5 apresenta os valores de pH compilados para a costa brasileira por Niencheski *op cit.* Observa-se uma homogeneidade da distribuição dos valores de pH, tanto em termos de profundidade (variação vertical) quanto em termos sazonais.

Quadro V.1.5-5 - Valores Máximos e Mínimos de pH na Costa Brasileira

Estação do Ano		Verão				Outono				Primavera				Inverno			
Profundidade (m)		0	50	100	200	0	50	100	200	0	50	100	200	0	50	100	200
pH	Max	8,40	8,45	8,25	8,40	8,25	8,35	8,25	8,20	8,00	8,00	8,00	8,00	8,35	8,40	8,40	8,35
	Min	7,50	7,85	7,80	7,60	7,75	7,75	7,75	7,75	-	-	-	-	7,85	7,90	7,80	7,65

Fonte: Projeto REVIZEE - Oceanografia química (Niencheski *et al.*, 1999)

Segundo PETROBRAS/AECOM (2015) em relação ao pH os valores reportados ao longo de toda a Bacia de Santos ficaram entre 7,43 e 8,61, indicando águas dentro do intervalo preconizado para águas salinas de classe 1 pela legislação ambiental (6,5 - 8,5).

Fatores de caráter físico e biológico devem ser considerados ao se analisar o conteúdo de oxigênio dissolvido nas massas de água, já que, por si só, as concentrações de oxigênio na água são insuficientes para uma caracterização do ecossistema (Niencheski *et al.*, 1999). Nas camadas de água mais próximas da superfície, o contato com o oxigênio da atmosfera é um importante fator para sua dissolução na água (Redfield *et al.*, 1963).

Desvios encontrados nas concentrações de oxigênio dissolvido podem ser atribuídos a variações na pressão atmosférica, aquecimento e resfriamento da água (Hayward & Mantyla, 1990). Um balanço dos processos biológicos de produção de oxigênio (fotossíntese) e de consumo por organismos pelágicos pode determinar a concentração de oxigênio dissolvido em determinadas profundidades (Aidar *et al.*, 1993). Outras características físicas também devem ser levadas em consideração, tais como, velocidade do vento, hidrodinamismo e mistura das camadas de água.

Nos dados derivados do monitoramento do Bloco BM-S-7, os valores encontrados antes da perfuração foram de 7,0 a 7,3 mg/L no estrato superficial (10 m) e de 6,8 a 7,13 mg/L a 200 m

de profundidade, durante a perfuração o OD variou de 7,1 a 8,25 mg/L no estrato superficial (10 m) e de 7,1 a 8,26 mg/L a 200 m de profundidade e após a perfuração variou de 6,87 a 7,7 no estrato superficial (10 m) e de 6,84 a 7,68 mg/L a 200 m de profundidade.

No Campo de Coral o oxigênio dissolvido apresentou média geral de 6,5 mg/l, variando entre 5,90 e 6,80 mg/L.

A grande maioria dos resultados de oxigênio dissolvido encontrados nos trabalhos supracitados encontram-se mais elevados do que o valor mínimo definido para a água marinha, pela resolução CONAMA 357 (OD>6,0 mg/L), indicando que os teores encontrados estão de acordo com a legislação vigente para águas salinas.

Já com relação à Bacia de Santos como um todo, os teores de oxigênio dissolvido apresentados no relatório produzido por MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002, variaram entre 5,8 e 8,4 mg.L⁻¹. Esses, em geral, foram mais elevados do que os encontrados em outros estudos realizados na costa brasileira (ANDRADE *et al.*, 1999; NIECHENSKI *et al.*, 1999). As variações encontradas, por sua vez, não demonstraram padrões latitudinais expressivos e também não indicaram potenciais alterações ambientais, sendo que as maiores concentrações foram registradas na profundidade da termoclina, e menores valores relativos na camada superficial e de fundo.

O estudo de Niencheski (*op cit*), na região sul da Bacia de Santos, pode ser considerado como referência para a região sudeste-sul brasileira, apresentando as distribuições espaço-temporal de Oxigênio Dissolvido nas águas adjacentes à costa, numa faixa de até 300 milhas náuticas. As amostras de água foram coletadas sazonalmente nas profundidades de 0 m, 50 m, 100 m e 200 m dentro do escopo do Programa REVIZEE (Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Economicamente Exclusiva).

O Quadro V.1.5-6 apresenta os valores de Oxigênio Dissolvido compilados por Niencheski (*op cit*). O trabalho indica valores máximos de Oxigênio Dissolvido de 6,40 mg l-1 durante o verão, e 5,50 mg l-1 durante a primavera, sendo típico o decréscimo ao longo do perfil após a profundidade de 100 m.

Quadro V.1.5-6 - Valores Máximos e Mínimos de OD na Costa Brasileira

Estação do Ano		Verão				Outono				Primavera				Inverno			
Profundidade (m)		0	50	100	200	0	50	100	200	0	50	100	200	0	50	100	200
O2 diss (mg.l-1)	Max	6,0	6,2	6,4	6,0	5,6	5,4	5,2	5,0	5,5	5,5	5,3	4,7	5,8	5,5	5,4	5,2
	Min	4,4	3,8	3,6	3,0	4,0	3,9	3,6	3,0	-	-	-	-	3,8	4,3	4,2	2,8

Fonte: Projeto REVIZEE - Oceanografia química (Niencheski et al, 1999)

As concentrações de OD reportadas por estações de monitoramento localizadas no Bloco BS-4, foram, em sua maior parte, superiores a 6 mg.L-1, com médias variando entre 5,9 mg.L-1 (a 100 m de profundidade) e 7,3 mg.L-1 (a 10 m de profundidade) (PETROBRAS/AECOM, 2015). Devido ao fato da região ser influenciada pela Corrente do Brasil, existe uma tendência de menores valores de OD com o aumento da profundidade, podendo estar relacionada também com a elevação da taxa de fotossíntese na zona fótica e com as trocas oceano-atmosfera.

Na Bacia de Santos em geral, foi verificada uma oscilação nas concentrações de OD, com taxas variando entre 5,8 e 8,4 mg.L-1, indicando, portanto, que a mesma encontra-se, em sua maior parte, dentro do padrão preconizado pela resolução CONAMA 357/2005. Ainda segundo PETROBRAS/AECOM (2015), os valores que foram reportados abaixo do definido pela referida resolução (6 mg/L), não representam distúrbios e são frequentemente observados em águas oceânicas.

V.1.5.1.2.3 - Nutrientes (Amônia, Nitrato, Nitrito e Fosfato)

Os nutrientes e em especial o nitrogênio, no meio marinho, são fatores que limitam o crescimento da biomassa fitoplanctônica. As razões entre as concentrações molares do nitrogênio, fósforo e silício na camada eufótica das águas marinhas e os processos determinantes do seu enriquecimento por esses elementos, são capazes de induzir não somente alterações na densidade das comunidades fitoplanctônicas, como também dar subsídios para explicar a composição qualitativa dessas comunidades, a competição e a exclusão de algumas espécies (Dugdale & Holm Hansen, 1967; Ryther & Dunstan, 1971; Mann, 1982).

Na campanha realizada antes da perfuração no Bloco BM-S-7, as concentrações de amônio variaram de 0,004 mg/L e 0,014 mg/L, nitrito de 0,013 mg/L e 0,079 mg/L, nitrato entre 0,022 mg/L e 0,817 mg/L e fosfato entre 0,003 mg/L e 0,050 mg/L. (Quadro V.1.5-7).

Durante a perfuração as concentrações de amônio variaram de 0,004 mg/L e 0,011 mg/L, nitrito de 0,010 mg/L e 0,019 mg/L, nitrato entre 0,042 mg/L e 0,644 mg/L, fosfato entre 0,013 mg/L e 0,077 mg/L e silicato de 0,048 mg/L e 0,289 mg/L (Quadro V.1.5-7).

Na campanha realizada após a perfuração as concentrações de amônio variaram de 0,007 mg/L e 0,012 mg/L, nitrito de 0,010 mg/L e 0,017 mg/L, nitrato entre 0,047 mg/L e 0,109 mg/L e fosfato entre 0,024 mg/L. (Quadro V.1.5-7).

No Campo de Coral as concentrações de amônio variaram de 0,009 mg/L e 0,128 mg/L, nitrito de 0,023 mg/L e 0,07 mg/L, nitrato entre ND e 0,375 mg/L e fosfato entre 0,003 mg/L e 0,008 mg/L (Quadro V.1.5-7).

As concentrações de Amônio, relatadas na caracterização feita pela MMA/ PETROBRAS/ AS/PEG (2002) (Quadro V.1.5-7), foram relativamente baixas na maior parte das estações analisadas, variando de 0,003 mg.l-1 a 0,060 mg.l-1. Este resultado é esperado, pois nitrogênio amoniacal é uma forma reduzida, e em sistemas aeróbicos tende a se oxidar em nitrito e em seguida em nitrato, através do ciclo do Nitrogênio, principalmente nas camadas superiores. Concentrações mais elevadas podem ser observadas na camada mais profunda, em pontos mais próximos do continente, porém de uma forma geral, não parece haver uma tendência de aumento ou diminuição das concentrações espacialmente.

O Nitrito foi encontrado em baixas concentrações, variando de 0,002 mg.l-1 a 0,07 mg.l-1 como pode ser observado na Figura V.1.5-8. O Nitrito é uma forma intermediária entre a amônia e o nitrato no ciclo do Nitrogênio, e em ambientes aeróbicos, tende a se oxidar como nitrato. Desta forma, podemos observar uma tendência na variação de nitrito semelhante ao nitrato. Valores baixos também foram registrados ao redor da Plataforma de Merluza (MMA/PETROBRAS/AS/PEG 2002), onde variaram desde abaixo do limite de detecção que é 0,0005 mg.l-1 até 0,009 mg.l-1 (Quadro V.1.5-7).

No oceano aberto, as concentrações de Nitrito geralmente são muito baixas, havendo um pequeno aumento nas águas mais próximas da costa (AMINOT & CHAUSSEPIED, 1983).

Os valores encontrados para a região estão de acordo com os encontrados por outros autores para a região sul-sudeste do Brasil (BRANDINI, 1990; AIDAR *et al.*, 1993, Metzler *et al.*, 1997, MOSER, 1997). Estes autores também encontraram valores baixos de Nitrito (Quadro V.1.5-7).

Comumente aos valores de Amônia e Nitrito são somados os valores de Nitrato, dando origem ao Nitrogênio Inorgânico Dissolvido (NID). Como as concentrações de Amônia e Nitrito são relativamente baixas em regiões oceânicas, os valores de NID são relacionados diretamente ao nitrato dissolvido.

Foram encontrados pela MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) valores de Nitrato variando de 0,066 mg.l-1 a 0,835 mg.l-1 (Figura V.1.5-9). Verificou-se que as concentrações de Nitrato na superfície e na termoclina tendem a ser semelhantes, o que deve estar relacionado a uma termoclina bem definida. As concentrações mais elevadas encontram-se em regiões mais

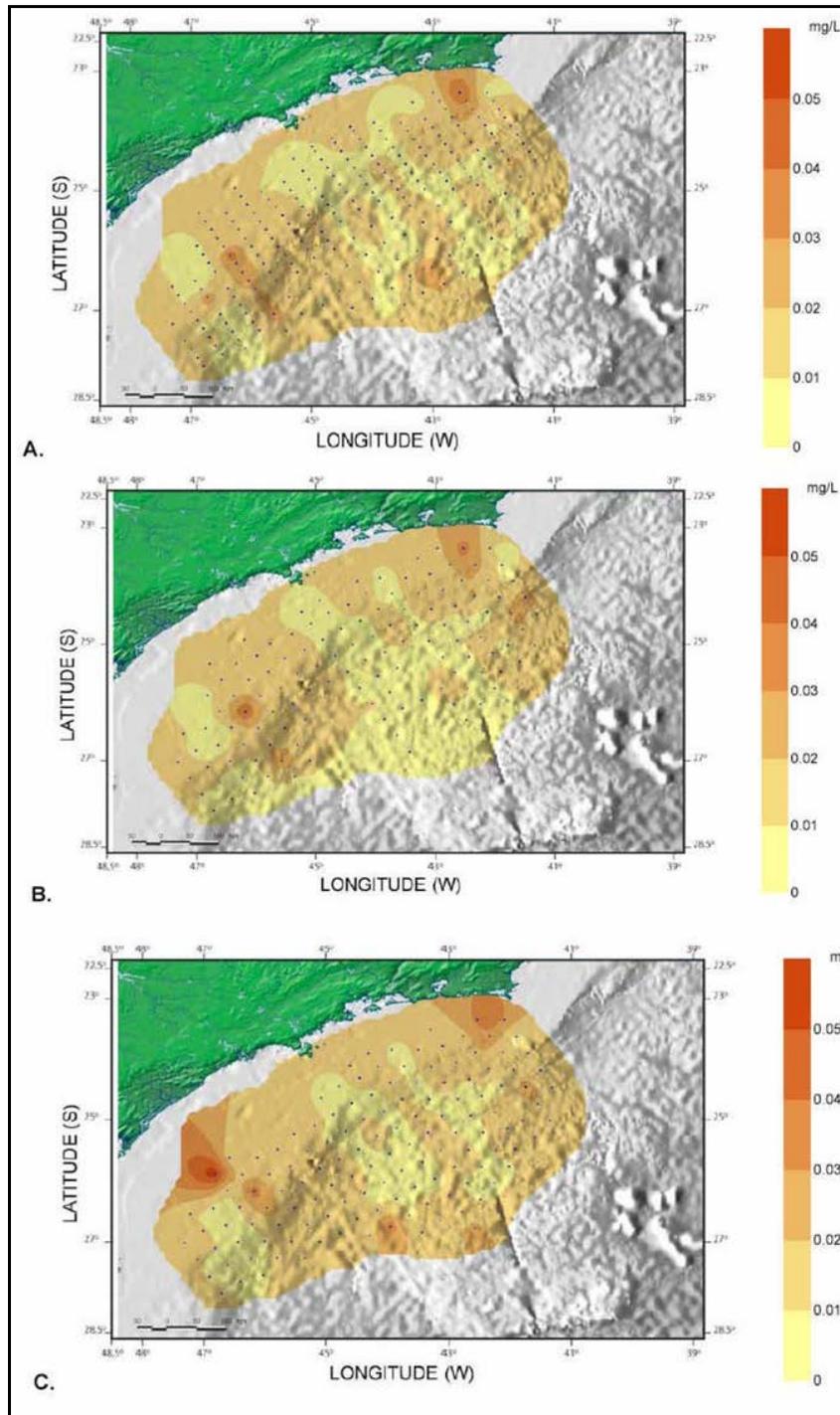
próximas da costa, principalmente na região de São Paulo. Aidar *et al.* (1993) encontraram valores de NID tanto próximos de zero quanto acima de 0,7 mg.l-1 na região de Ubatuba e em região equivalente no estudo do MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) encontrou-se valores de 0,01 mg.l-1 a 0,8 mg.l-1.

No relatório produzido por MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) as concentrações de Fosfato, assim como as concentrações de Nitrito e Amônia, se mostraram relativamente baixas, variando de não detectado a 0,165 mg.l-1, apresentando geralmente valores em torno de 0,02 mg.l-1 (Figura V.1.5-10). As principais fontes de Fosfato são de origem continental e sua rápida absorção pelos produtores primários quase sempre resulta em baixas concentrações deste íon em águas superficiais.

O Quadro V.1.5-7 mostra os teores de nutrientes encontrados na água durante os monitoramentos, os quais podem ser considerados normais para a região estudada, comparando com estudos realizados anteriormente em regiões próximas ao empreendimento.

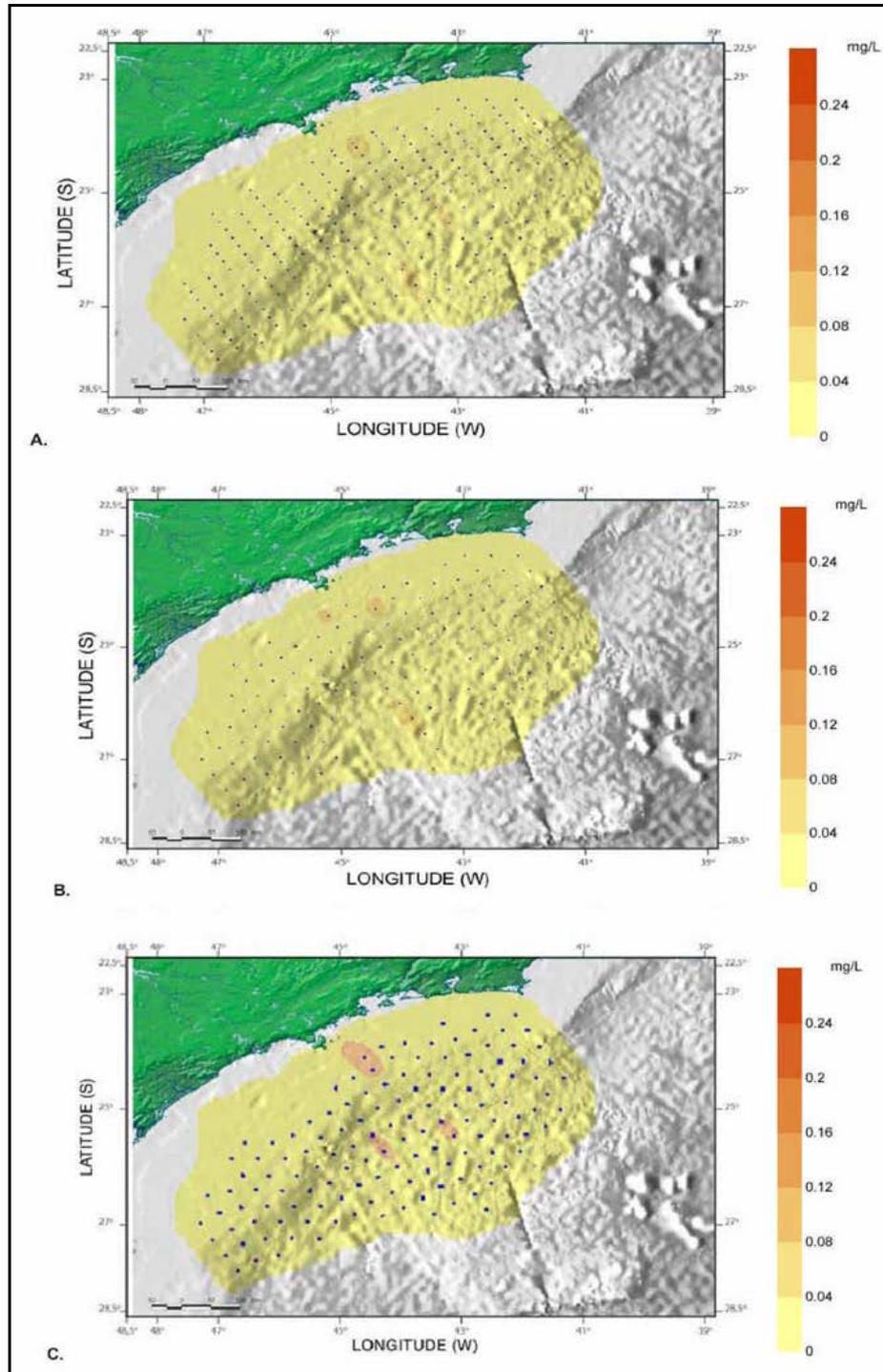
Quadro V.1.5-7 - Concentrações de nutrientes (mg/L) obtidas na água (mínimo e máximo), no atual monitoramento e em esforços realizados no Bloco BM-S-7 anteriormente pela Chevron Brasileira de Petróleo

Esforço	Nitrito		Nitrato		Fosfato		Amônio	
	mín. (mg/L)	máx. (mg/L)	mín. (mg/L)	máx. (mg/L)	mín. (mg/L)	máx. (mg/L)	mín. (mg/L)	máx. (mg/L)
Poço 1-CHEV-2-SPS - antes	0,013	0,079	0,022	0,817	0,003	0,050	0,004	0,014
Poço 1-CHEV-2-SPS - durante	0,010	0,019	0,042	0,644	0,013	0,077	0,004	0,014
Poço 1-CHEV-2-SPS - após	0,010	0,017	0,047	0,109	0,024	0,090	0,007	0,012
Poço "E" - antes	0,008	0,011	0,056	0,230	0,005	0,045	0,005	0,016
Poço "E" - durante	0,018	0,009	0,030	0,250	0,008	0,048	0,004	0,009
Poço "E" - após	0,008	0,100	0,038	0,180	0,003	0,015	0,002	0,007
Baseline BM-S-7	0,011	0,027	0,027	0,524	0,007	0,079	0,023	0,050
Campo de Coral	0,0023	0,007	ND	0,375	0,003	0,008	0,009	0,128
Baseline Bacia de Santos	0,002	0,07	0,066	0,835	N.D.	0,165	0,003	0,060



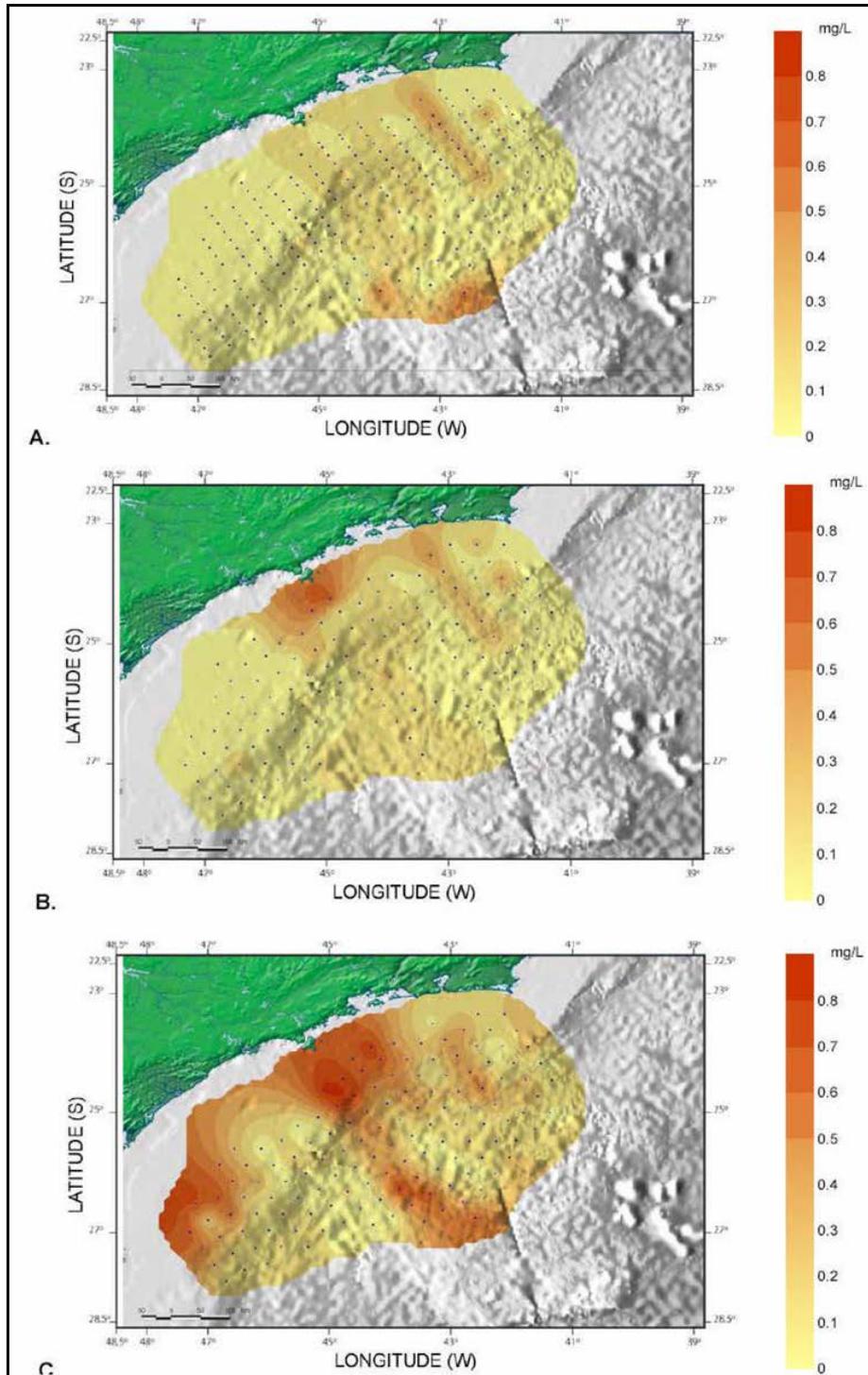
Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)
A) Superfície B) Termoclina e C) Fundo

Figura V.1.5-7 - Variação Espacial de Amônia na Bacia de Santos



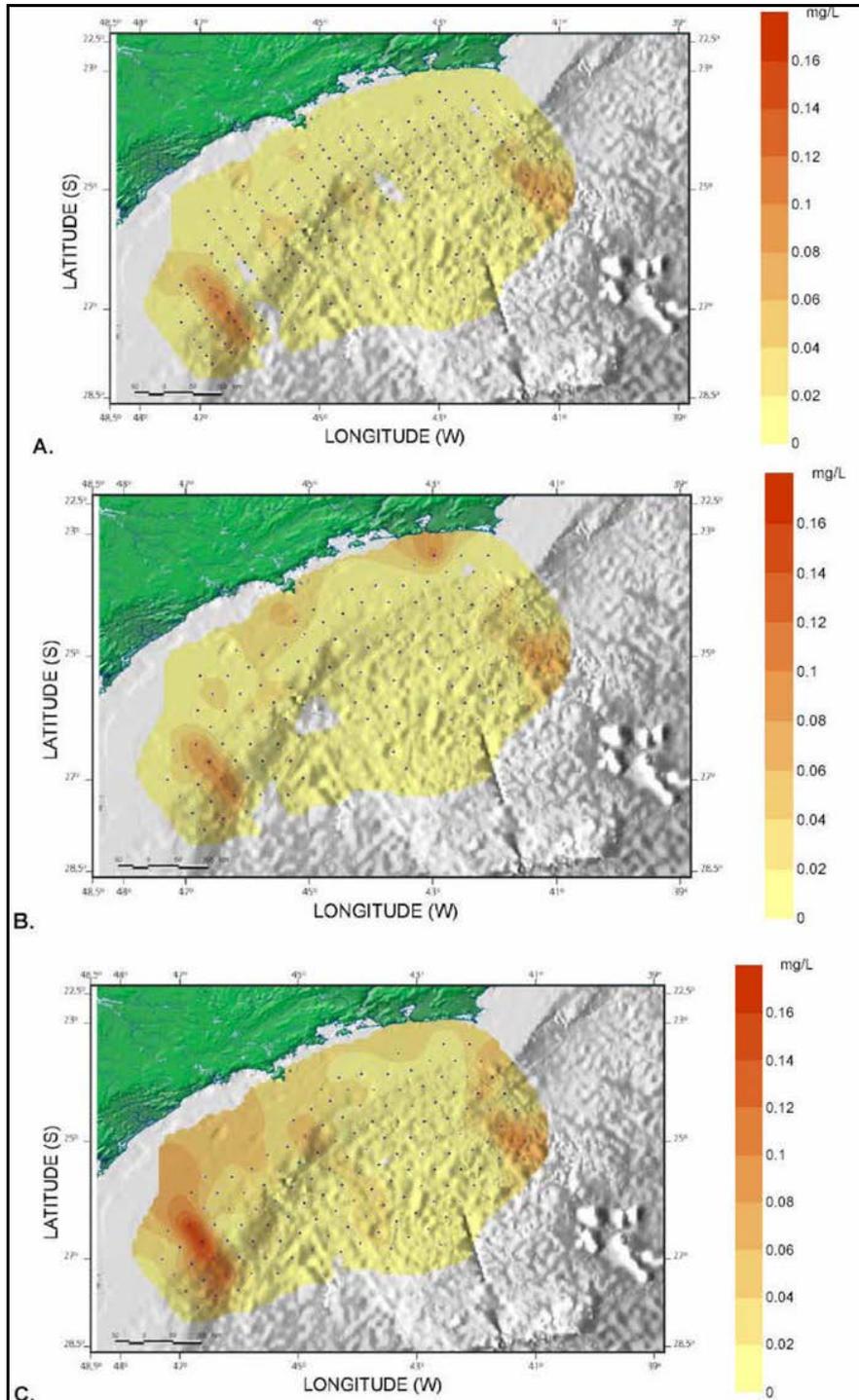
Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)
A) Superfície B) Termoclina e C) Fundo

Figura V.1.5-8 - Variação Espacial Nitrito na Bacia de Santos



Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)
 A) Superfície B) Termoclina e C) Fundo

Figura V.1.5-9 - Variação Espacial Nitrato na Bacia de Santos



Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)
A) Superfície B) Termoclina e C) Fundo

Figura V.1.5-10 - Variação Espacial de Fosfato na Baía de Santos

As concentrações de amônia em todos os monitoramentos foram relativamente baixas na maior parte das estações analisadas. Este resultado é esperado, pois o nitrogênio amoniacal é uma forma reduzida e em sistemas aeróbicos tende a se oxidar em nitrito e depois em nitrato, através do ciclo do nitrogênio, principalmente nas camadas superiores. As concentrações de nitrito também demonstraram baixos valores. Este fato também é usual ao meio marinho, uma vez que o nitrito é uma forma intermediária entre a amônia e o nitrato no ciclo do nitrogênio, e em ambientes aeróbicos tende a se oxidar a nitrato. No oceano aberto, as concentrações de nitrito geralmente são muito baixas, havendo um pequeno aumento nas águas mais próximas da costa (Aminot & Chaussepied, 1983). Já o nitrato geralmente encontra-se em maiores concentrações, sendo que os valores encontrados para a região estão em consonância com os encontrados por outros autores para a região sul-sudeste do Brasil (Brandini, 1990; Aidar *et al.*, 1993, Metzler *et al.*, 1997 Moser, 1997).

No sedimento, o processo de regeneração do íon fosfato é muito intenso e, dependendo da profundidade, movimentos advectivos poderiam disponibilizar este fosfato para a coluna d'água.

Os valores mais elevados de nutrientes no fundo podem estar ligados à contribuição do sedimento ou subida de água de fundo durante a formação de vórtices ciclônicos, o que representa a presença da ACAS. De fato, Nogueira *et al.* (1999) encontraram valores maiores de nutrientes na plataforma sudeste, sugerindo a influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) aflorando e disponibilizando assim maiores concentrações de nutrientes para a coluna d'água. Gaeta (1999), estudando a plataforma na costa de São Paulo, no Projeto COROAS, encontrou valores mais altos de nutrientes mais elevados em direção a costa. Mais que isto, pode-se observar através os dados oceanográficos coletados durante o baseline, a formação de uma camada de água superficial homogênea (AT), uma termoclina bem definida e a presença de ACAS, explicando assim a estratificação observada das concentrações dos nutrientes e suas condições superficiais basicamente oligotróficas.

Segundo valores levantados por PETROBRAS/AECOM (2015), a variação nas concentrações de nitrito na Bacia de Santos ocorre entre 0,002 mg.L-1 e 0,070 mg.L-1, com predominância de concentrações inferiores a 0,04 mg.L-1. Já com relação ao nitrato, em geral, as concentrações observadas mantiveram a Bacia de Santos enquadrada como águas salinas classe 1 (máximo de 0,40 mg.L-1), com exceção de alguns máximos próximos à costa ou nas amostras de fundo (PETROBRAS/AECOM, 2015). O mesmo relatório indica que as concentrações de nitrogênio amoniacal reportadas para a coluna d'água da Bacia de Santos, mostraram variação entre 0,003 e

0,060 mg.L-1, com tendência de valores mais elevados nas áreas próximas à costa e em camadas mais profundas.

De acordo com o levantamento realizado, as amostras para análises de concentrações de fosfato indicaram este entre não detectado até 0,165 mg.L-1. Foram constatadas menores concentrações na superfície e um gradiente em direção às águas mais profundas e próximas ao continente. Essas concentrações ficaram acima de 0,06 mg/L, valor máximo permitido para águas salinas de Classe 1 pela legislação ambiental.

V.1.5.1.2.4 - Clorofila

O fitoplâncton é composto de organismos unicelulares autotróficos, eucarióticos e procarióticos, que respondem rapidamente às mudanças ambientais, especialmente quanto à riqueza em sais nutritivos, transparência e temperatura da água. São, portanto, bons indicadores das condições ambientais do ecossistema pelágico.

A comunidade microalgal, que atua como produtor primário, exerce importante papel nas interações bióticas e abióticas de qualquer ecossistema aquático (Joseph & Joseph, 2002).

As comunidades fitoplanctônicas compõem a base das cadeias alimentares marinhas e a determinação de suas biomassas permitindo a avaliação trófica do ecossistema pelágico (Neveux *et al.*, 1989; Fiala *et al.*, 2002).

A clorofila a é um pigmento presente em todos os organismos fotoautotróficos, constituindo-se em um parâmetro bioquímico mais frequentemente utilizado em oceanografia devido à sua função fotossintética, tornando-a um indicador da biomassa fitoplanctônica (Jeffrey & Mantoura, 1997).

As intrusões industriais na região do oceano profundo, como a prospecção de petróleo, envolvem amplas atividades que podem resultar em graves impactos ambientais. A cada estágio, os impactos devem ser profundamente avaliados (Ahnert & Borowski, 2000).

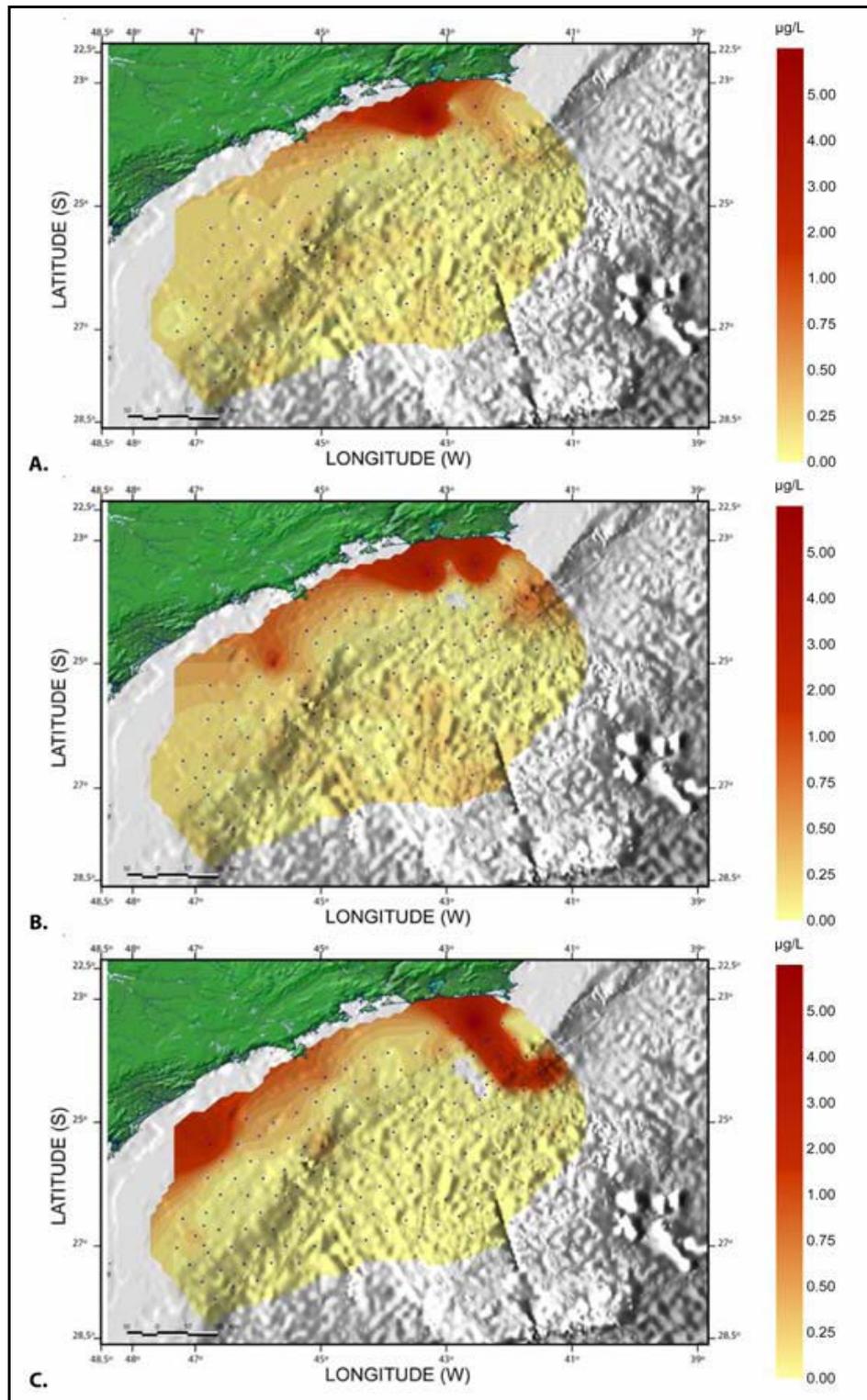
As concentrações de pigmentos nas águas (a 10 e 200 m de profundidade) obtidas, antes, durante e após a perfuração do poço 1-CHEV-2-SPS indicaram águas extremamente pobres em biomassa clorofiliana. Os valores registrados oscilaram entre 0,01 e 0,36µg/L, sendo que os maiores valores foram sempre registrados mais próximo a superfície.

No Campo de Coral os valores obtidos no monitoramento da plataforma SS-11 também foram baixos variando de 0,10 a 0,47 µg/L evidenciando características de um ambiente oligotrófico.

Em estudo da MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) as concentrações de Clorofila a na Bacia de Santos variaram de 0,0403 a 6,308 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ a 10 m de profundidade, de 0,0157 a 4,1543 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ junto à termoclina e de 0,0026 a 6,0472 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ próximo ao fundo, ou à profundidade de 200 m nas estações profundas (Figura V.1.5-11).

Uma outra área de maiores concentrações de Clorofila a foi observada junto à costa do estado de São Paulo, apenas próximo ao fundo. O restante da bacia mostrou-se bastante homogêneo, raramente atingindo concentrações superiores a 0,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

As concentrações de Clorofila a por volume de água do mar medidas na Bacia de Santos indicaram águas oligotróficas, isto é, pobres em biomassa fitoplanctônica, como já havia sido assinalado por MACHADO *et al.*, (1998). Os meios oligotróficos são geralmente caracterizados por uma fraca produção fitoplanctônica em ambiente estratificado e pobre em sais minerais.



Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)
A) superfície (10 m); B) meia água (termoclina); C) fundo ou 200 m de profundidade

Figura V.1.5-11 - Variação Espacial da Concentração de Clorofila a ($\mu\text{g.l}^{-1}$) na Baía de Santos

V.1.5.1.2.5 - Fenóis

Comprovadamente, a partir de resultados de bioensaios (EPA, 1976 *apud* Nam Koong, 1988), os fenóis são tóxicos à vida aquática, sendo sua toxicidade associada à dificuldade de assimilação de oxigênio, inibição da síntese de ATP e disfunções neurológicas. Em altas concentrações podem ser registradas hemorragias e necrose em peixes, podendo ainda ter efeitos carcinogênicos e mutagênicos. Segundo Crompton (1997) são consideradas críticas concentrações de 0,001 mg/l de fenóis em água do mar para camarões (*Palaemon elegans* e *P. adspersus*), caranguejos (*Rhithropanopeusharrisi tridentatus*) e anfípodos (*Pontogammarus maoticus*).

Existem diversos dados na literatura sobre a toxicidade do fenol com atenção principal nos testes de toxicidade estáticos. Segundo a USEPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTIVE AGENCY, 1980b, *apud* Damato, 2001), os resultados de testes de toxicidade aguda, realizados para determinar a CL50, 96h de fenol para espécies de peixes de água doce dos Estados Unidos indicaram valores oscilando entre 5,02 mg/L (*Salmo gairdneri*) e 67,5 mg/L (*Pimephales promelas*).

Ainda segundo a USEPA (1980b, *apud* Damato, 2001), os resultados obtidos com duas espécies de microcrustáceos, *Daphnia magna* e *Daphnia pulex* empregadas em testes de toxicidade aguda com fenol, revelaram que a CE50, 48h para *D. magna* situou-se entre 9,6 e 100,0 mg/L, e para *D. pulex* esses valores situaram-se entre 18,0 e 93,0 mg/L.

Existem várias fontes antropogênicas de fenóis para o ambiente marinho, podendo ser introduzidos pelo processo de craqueamento térmico ou catalítico do petróleo e, em geral, não são observados em efluentes de óleo não processado, podendo ser introduzidos através de aditivos como agentes desemulsificantes (CDTN, 1990). Geralmente ocorre a presença desses compostos em rejeitos de refinarias de petróleo, de indústrias químicas de fabricação de resinas e em despejos domésticos (Nam-Koong, 1988).

Além da origem antrópica, os compostos fenólicos podem ser gerados pela decomposição de tecido vegetal de origem continental, também sendo observadas altas concentrações de fenóis em carvão mineral (Marvell e Logan, 1955), bem como podem se originar da degradação de alguns pesticidas organoclorados (Nam-Koong, 1988).

Os fenóis, assim, como os sulfetos, são substâncias caracteristicamente presentes em águas de produção de petróleo, sendo de extrema importância a sua avaliação em regiões de atividade petrolífera. Os dados registrados no presente estudo estão de acordo com as concentrações

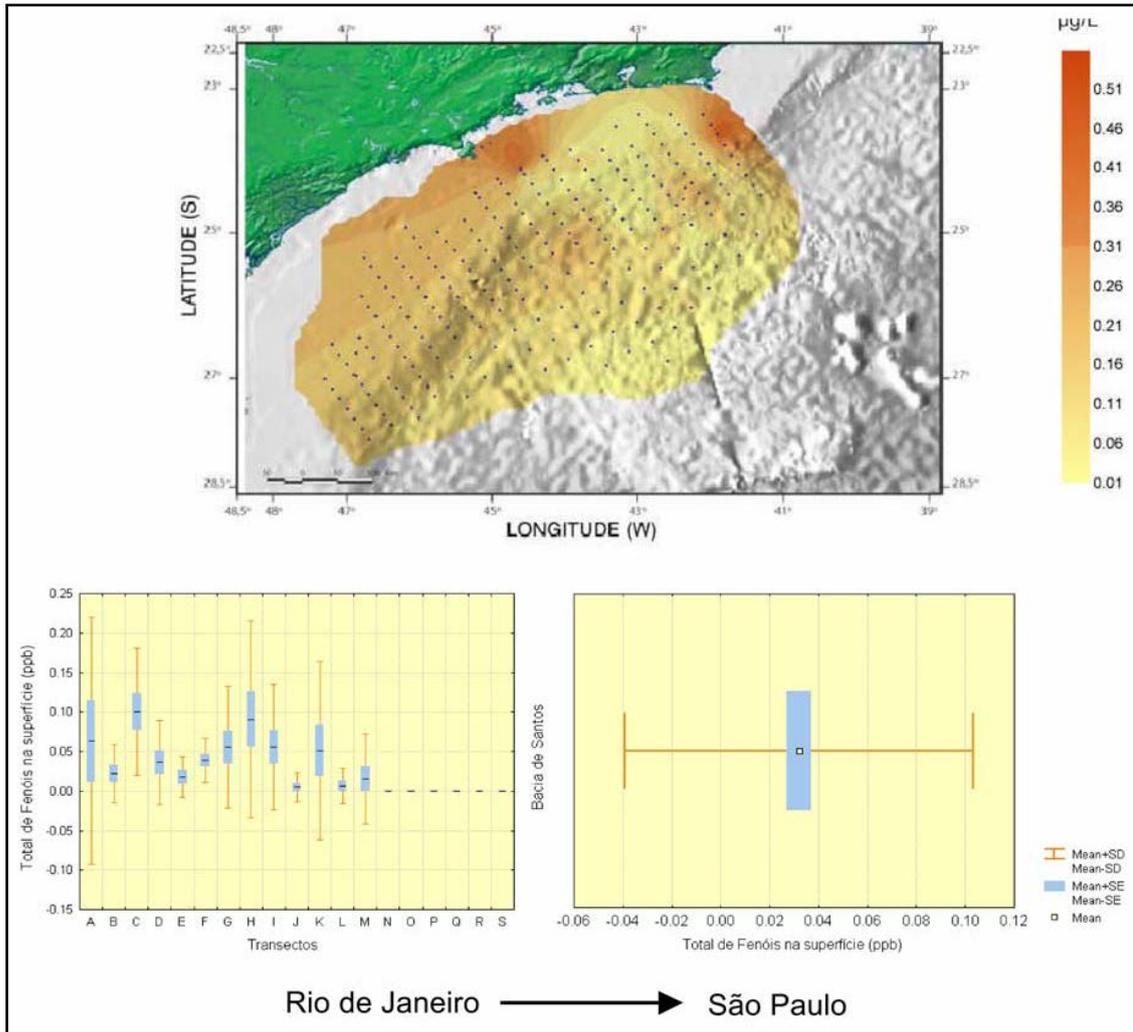
relatadas em estudos anteriores nesta região, onde foram encontrados índices de no máximo 0,010 mg/l (PETROBRAS, 2001).

Para a análise das concentrações de Fenóis na coluna d'água, foram utilizados os dados levantados no monitoramento do Campo de Coral, em outubro de 2007 e do Relatório de Caracterização da Bacia de Santos (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002). Os valores levantados no primeiro caso variaram entre ND e 0,054 mg/L, sendo que a média de todos os dados levantados foi de 0,017 mg/L.

As análises realizadas por MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002 apresentaram teores de Fenóis nas amostras de água de superfície, termoclina e fundo, bastante semelhantes e com tendências similares. Em geral, as maiores concentrações foram observadas ao norte da Bacia de Santos (**Figura V.1.5-12**), em águas que recebem influência da Bacia de Campos. A distribuição espacial dos teores de Fenóis mostra uma homogeneidade nas águas de superfície para toda bacia com uma leve tendência de maiores concentrações ao norte da Bacia de Santos (MMA/PETROBRAS/AS/PEG 2002).

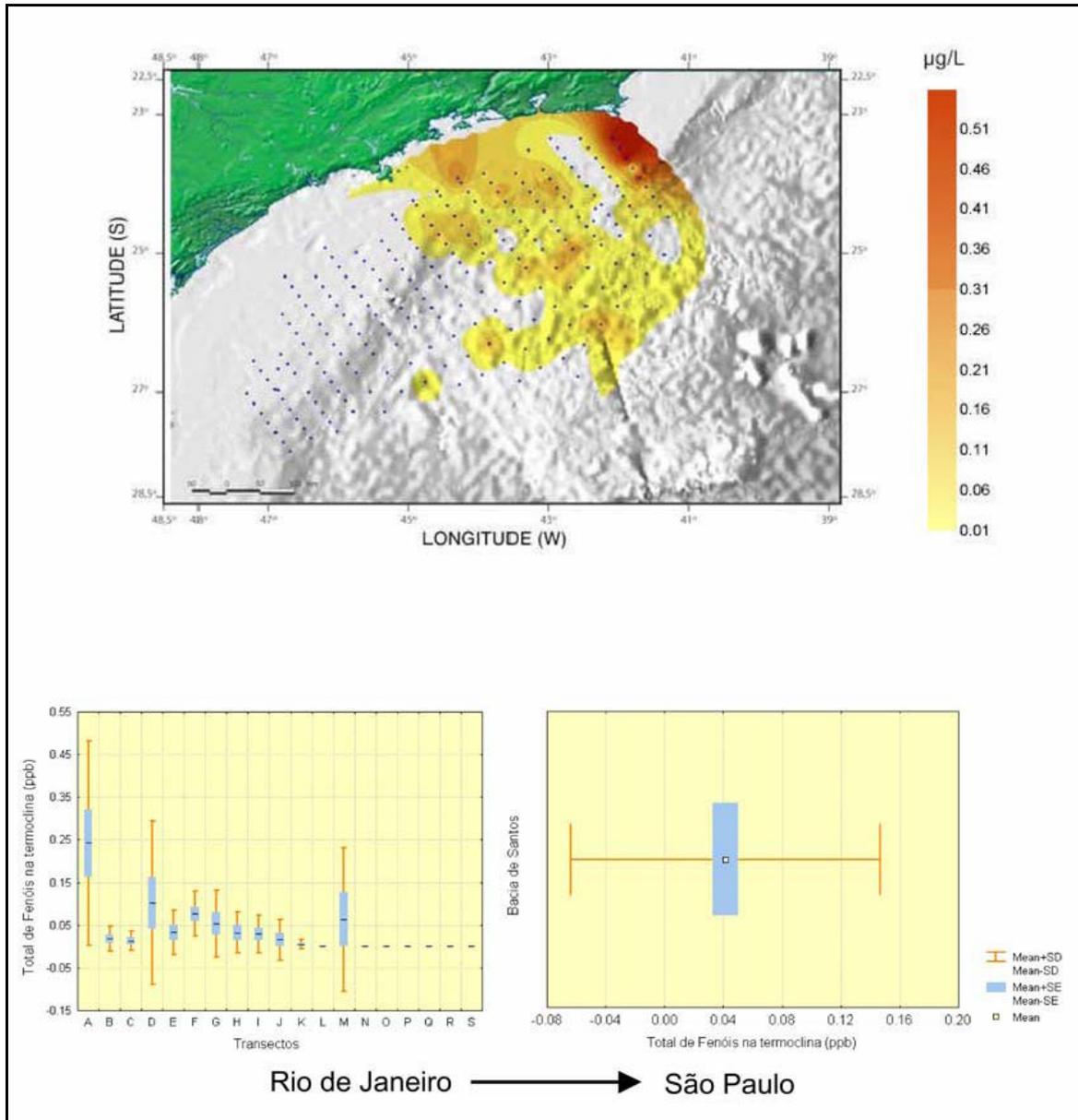
A concentração de Fenóis na água de superfície foi 0,47 $\mu\text{g.l}^{-1}$, com uma média de 0,03 $\mu\text{g.l}^{-1}$ e desvio padrão de 0,07 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (**Figura V.1.5-12**). Na termoclina foram observados teores de Fenóis de até 0,63 $\mu\text{g.l}^{-1}$ com uma média de 0,04 $\mu\text{g.l}^{-1}$ e desvio padrão de 0,11 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (**Figura V.1.5-13**). Os maiores teores foram detectados nas amostras de fundo, onde as concentrações de Fenóis variaram até 0,97 $\mu\text{g.l}^{-1}$ com média de 0,03 $\mu\text{g.l}^{-1}$ e desvio padrão de 0,11 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (**Figura V.1.5-14**).

A distribuição espacial total de fenol na superfície da água se mostrou bastante homogênea sem anomalias significativas. No entanto, a distribuição espacial das amostras de meia água, termoclina e de fundo mostrou uma tendência de valores mais elevados ao norte da bacia em água sob influência da Bacia de Campos.



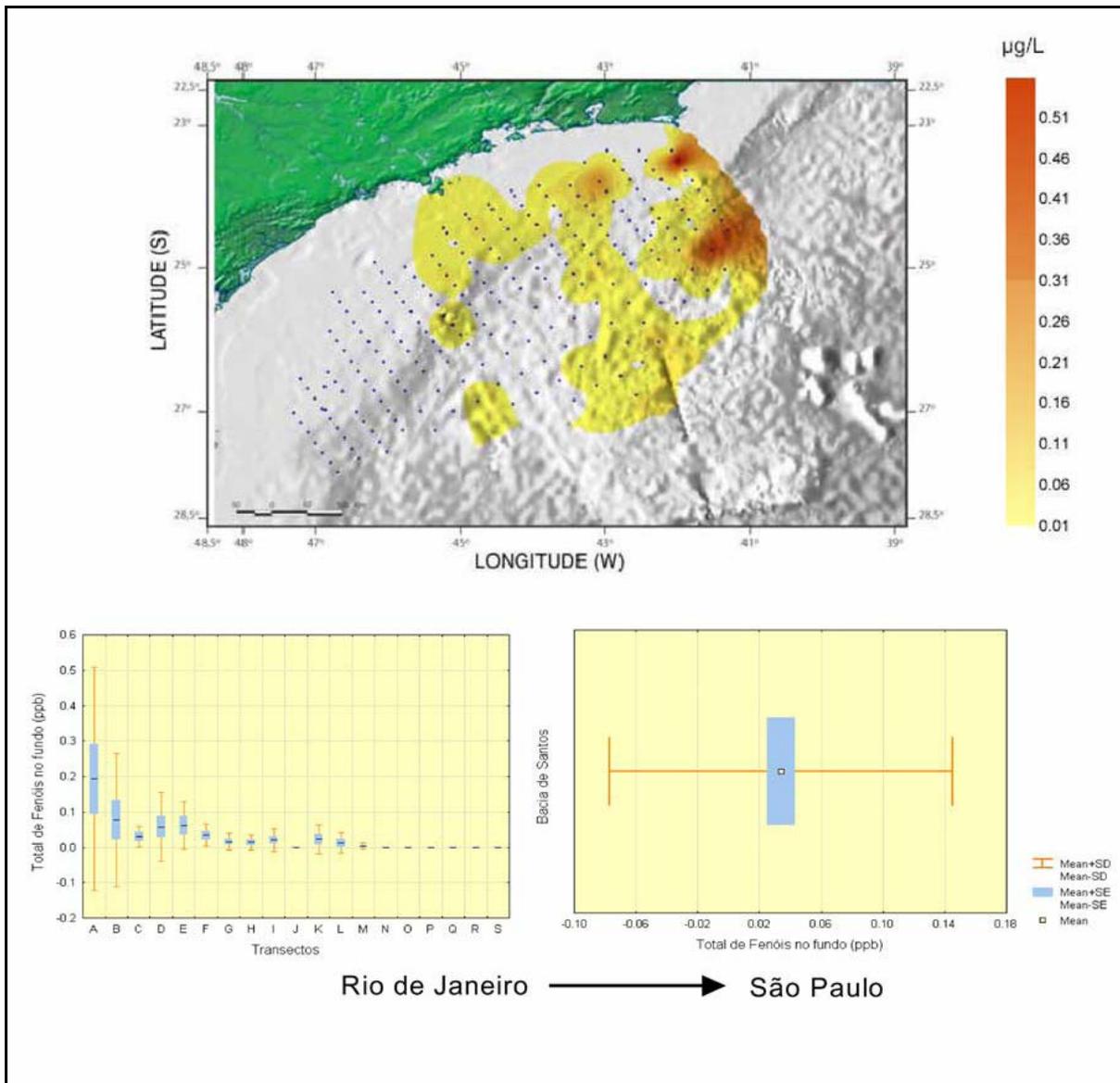
Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)

Figura V.1.5-12 - Variação Espacial dos Fenóis na Bacia de Santos (Superfície)



Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)

Figura V.1.5-13 - Variação Espacial dos Fenóis na Bacia de Santos (Termoclina)



Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)

Figura V.1.5-14 - Variação Espacial dos Fenóis na Baía de Santos (Fundo)

V.1.5.1.2.6 - Hidrocarbonetos Poliaromáticos

Dentre os compostos aromáticos, os HPAs encontrados em amostras ambientais podem ser de origem biogênica, fontes naturais, ou antropogênica. Os de origem biogênica e outras fontes naturais incluem os processos de biossíntese e degradação, combustão natural de florestas (Elias, 2000; Simoneit *et al.*, 1998) e exudação natural de petróleo (Kennicutt II, 1995; Elias *et al.*, 1997). As principais fontes antropogênicas estão relacionadas à deposição atmosférica (oriunda

de queimadas intencionais ou combustão incompleta de combustíveis fósseis; Elias *et al.*, 2001; Simoneit *et al.*, 2001), derrames de óleo ou derivados, lançamento de detritos de lastro de navio contaminados com óleo e derivados, efluentes industriais, esgoto urbano, escoamento de águas pluviais e efluentes ligados à exploração e produção de petróleo (NRC, 1985; Elias *et al.*, 1997).

Os valores de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) observados durante a implementação do projeto de monitoramento ambiental da perfuração do poço 1-CHEV-2-SPS no Bloco BM-S-7, mostraram concentrações na maioria das vezes, usuais ao meio (0,00005 mg/L). Contudo, alguns picos elevados puderam ser observados antes da perfuração (0,131 mg/L) e também após a perfuração (0,047 mg/L). A pequena concentração de hidrocarbonetos na água é natural e reflete a sua baixa solubilidade na água e sua natureza hidrofóbica, o que faz suas frações aderirem ao material particulado e serem depositadas ao sedimento (Witt, 1995). Na prática, essa é a razão da diferença da concentração de hidrocarbonetos quando se analisa esses compostos na fração particulada e dissolvida de amostras de água (Elias, 1992; Elias *et al.*, 1996).

O monitoramento do Campo de Coral, por sua vez, apresentou valores oscilando entre 0,02 e 0,06 mg/L, ou seja, bem abaixo dos valores máximos registrados no levantamento executados no BM-S-7.

Na caracterização da Bacia de Santos feita por MMA/PETROBRAS/AS/PEG(2002) foram observadas concentrações de HPA concordantes com os demais estudos. A concentração máxima do total de HPA foi de 0,021µg.l-1, com média de 0,0004 mg.l-1 (Figura V.1.5-15 a Figura V.1.5-17).

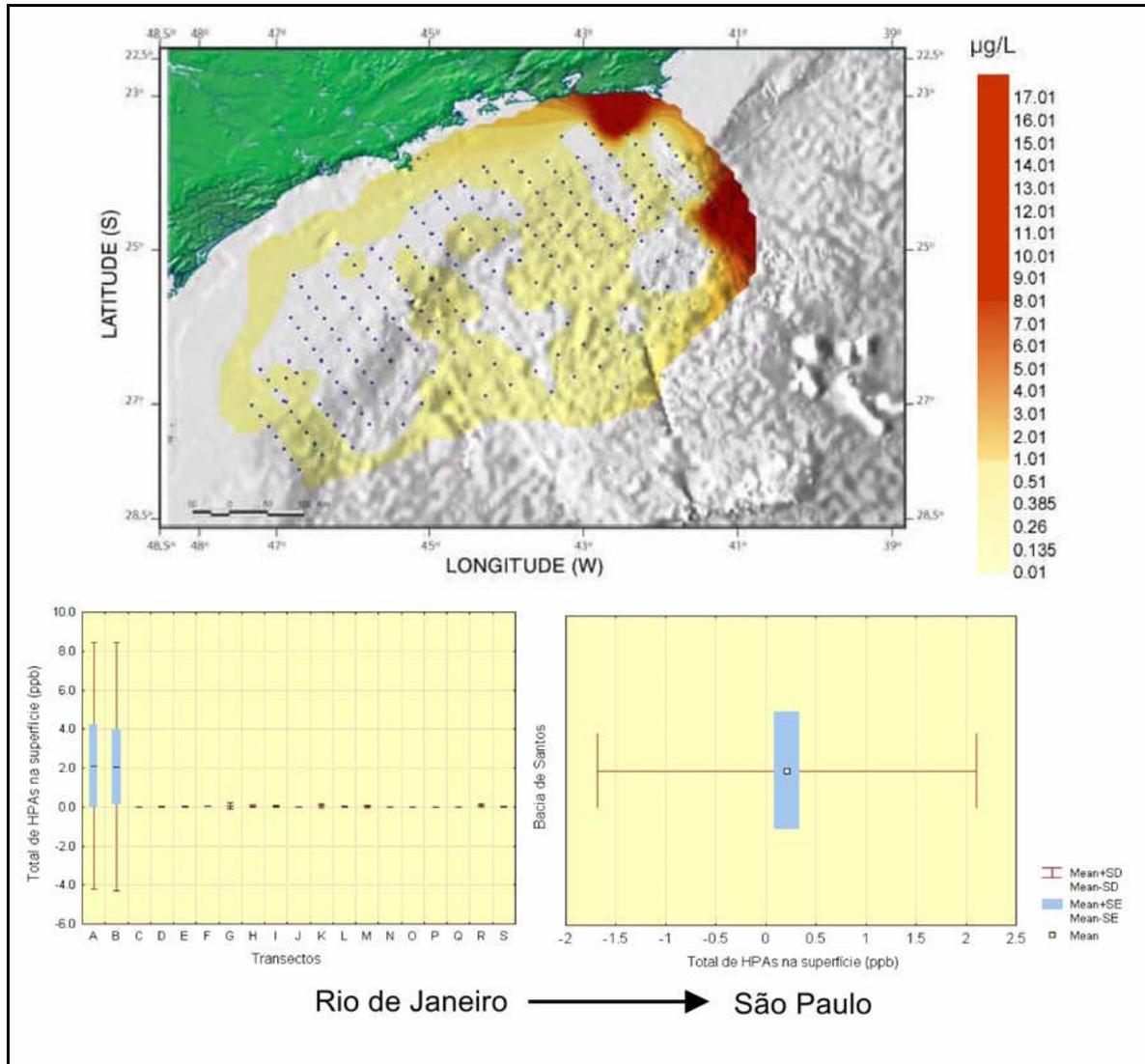
Os valores encontrados na Bacia de Santos apresentam dados semelhantes e condizentes com valores que se espera encontrar em águas de oceanos abertos não impactados. Esse fato é perfeitamente compreensível se considerarmos que a Bacia de Santos é uma área ainda preservada com relação à produção petrolífera. Cabe ressaltar que valores maiores foram encontrados nas proximidades do continente, onde uma parte significativa da malha amostral está localizada na região da Plataforma Continental (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002).

Apesar de não haver valores de referência para águas marinhas, para todos os compostos que compõem os 16 hidrocarbonetos poliaromáticos prioritários, os estudos realizados na área offshore de Campos (Projeto MAPEM, 2004), na Plataforma Continental (SP) (Bicego, 1988) e nas plataformas de Pampo e Pargo pela Petrobras (Petrobras, 2001 e 2002) demonstraram que, por exemplo, as concentrações nos estudos supracitados estão em consonância com as concentrações encontradas na literatura e em outros realizados na costa sudeste brasileira (Quadro V.1.5-8). Ressalta-se ainda, que os valores individuais dos compostos que constituem os PAHs encontram-

se dentro dos limites estabelecidos na CONAMA 357 para águas salinas, excetuando-se os picos encontrados em algumas estações, que corresponderam a cinco valores acima da média em 78 medições. Excetuando-se esses valores, os resultados obtidos demonstram que as concentrações de PAHs encontraram-se dentro do esperado para essa área, quando comparada com os estudos anteriores realizados no bloco e com a literatura.

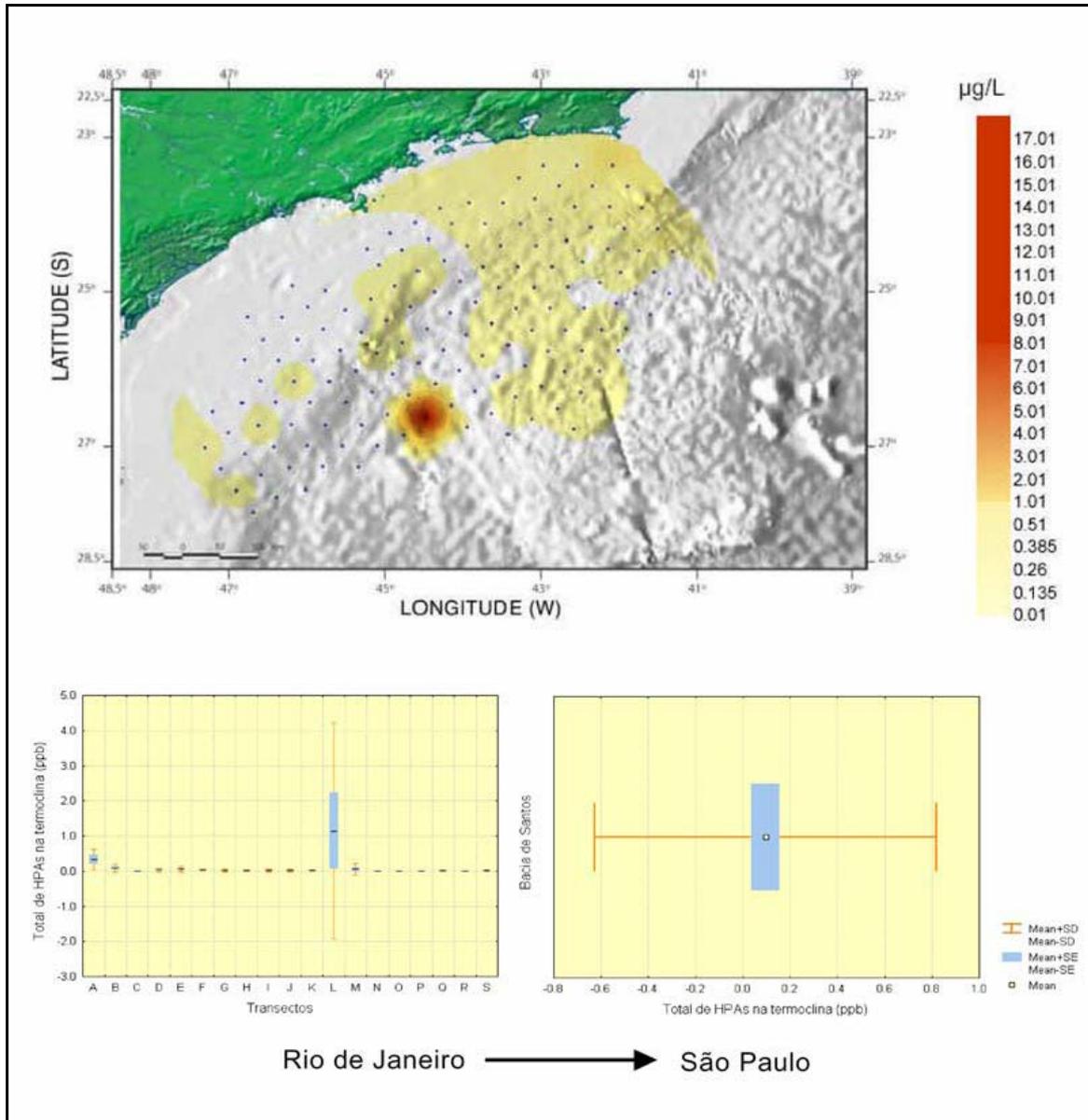
Quadro V.1.5-8 - Concentrações de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos-PAHs (µg/L) na água do mar obtidas no atual monitoramento, com dados pretéritos do Bloco BM-S-7 (baseline e monitoramento do poço "E") e na literatura para a região sudeste brasileira. (ND = não detectado; * limite de detecção = 0,01ppb)

PAH - Água - Comparação com a Literatura e Dados Pretéritos				
Referência	Plataformas/Blocos/Área de Estudo	Mínimo	Máximo	Média
PETROBRAS, 2001	Pargo - verão	<0,12	1,14	0,200
	Pargo - inverno	0,08	1,21	0,460
	Pampo - verão	<0,12	2,20	0,710
	Pampo - inverno	0,06	0,86	0,190
PETROBRAS, 2002	emissário de Cabiúnas - verão - superfície	<0,12	0,55	0,303
	emissário de Cabiúnas - verão - fundo	<0,12	0,28	0,205
	emissário de Cabiúnas - inverno - superfície	0,11	0,56	0,233
	emissário de Cabiúnas - inverno - fundo	0,1	2,24	0,455
Melges-Figueiredo et al., 1992	Ilha Grande (RJ)	< 0,4	2,2	-
GEOMAP/FUNDESPA, 1994	Bacia de Campos (RJ)	<0,1	31,2	-
Carneiro, 1998	Estuário do rio Paraíba do Sul (RJ)	0,26	7,21	-
Weber & Bicego, 1991	Canal de São Sebastião	1,18	45,29	-
BIO-RIO, 1993	Área de Cabiúnas (RJ)	<0,01	0,42	-
Bicego, 1988	Plataforma Continental (SP)	0,46	14,34	-
MAPEM, 2004	Bacia de Campos	<0,03	0,33	0,03
BM-S-7	Baseline	ND*	0,06	-
Monitoramento, BM-S-7 Poço "E"	Antes	ND*	0,23	-
	Durante	ND*	0,06	-
	Após	ND*	6,3	-
Monitoramento, BM-S-7 - Poço1-CHEV-2-SPS	Antes	0,03	131,55	0,08
	Durante	0,02	0,08	0,03
	Após	ND*	47,84	3,77
Campo de Coral, 2007	Plataforma SS-11	0,02	0,06	-



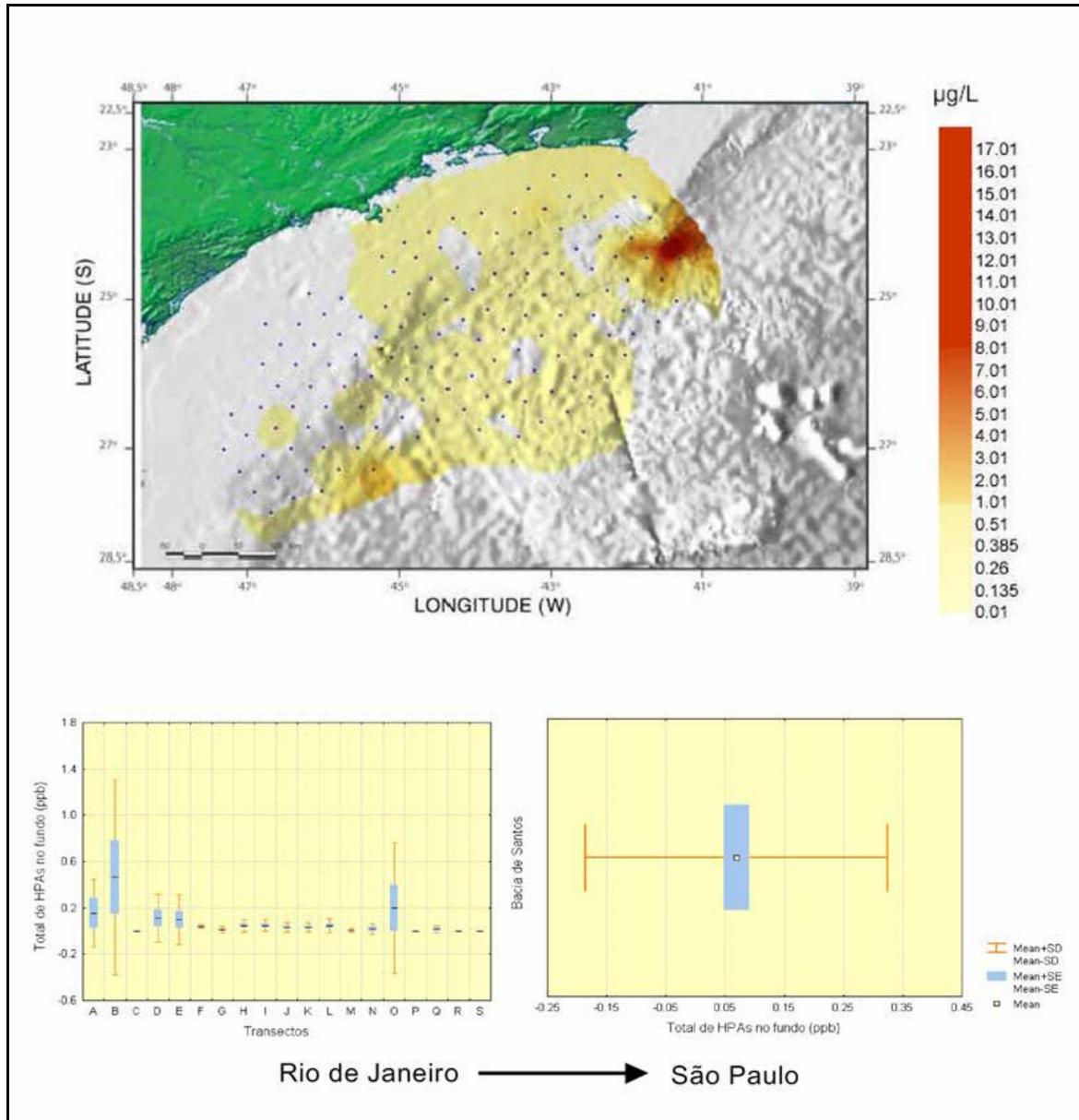
Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)

Figura V.1.5-15 - Variação Espacial do HPA na Bacia de Santos (superfície)



Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)

Figura V.1.5-16 - Variação Espacial do HPA na Bacia de Santos (Termoclinea)



Fonte: MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002)

Figura V.1.5-17 - Variação Espacial do HPA na Bacia de Santos (Fundo)

V.1.5.1.2.7 - Silicato

As principais fontes de silicatos para os oceanos são as águas dos rios e o desgaste de rochas antárticas. Calcula-se que estes dois processos introduzem anualmente $2 \cdot 10^{14}$ g e 4 a $5 \cdot 10^{14}$ g de silício dissolvido.

A água do mar é subsaturada em relação ao teor de silicato dissolvido. A concentração média do Si na água do mar é 1 mg.L-1 e o valor de saturação é 50 mg.L-1. Quando a concentração da sílica é maior que 26 ppm, ela precipita como silicato de magnésio hidroxilado ($(Mg(OH)_2 SiO_4)$) e há incorporação pelos organismos.

Apenas o monitoramento do Bloco BM-S-7 apresentou resultados relativos ao Silicato encontrados os quais variaram entre 0,008 e 0,289 mg/L.

Esforço	Silicato	
	mín. (mg/L)	máx. (mg/L)
Poço 1-CHEV-2-SPS - antes	0,008	0,017
Poço 1-CHEV-2-SPS - durante	0,048	0,289
Poço 1-CHEV-2-SPS - após	0,029	0,112
Poço "E" - antes	0,008	0,070
Poço "E" - durante	0,023	0,035
Poço "E" - após	0,021	0,118
Baseline BM-S-7	0,054	0,159

V.1.5.1.2.8 - Sulfetos

A produção de petróleo no ambiente marinho pode resultar na contaminação das águas situadas no entorno das instalações de extração. As principais fontes de contaminação são a liberação da água de produção no mar e em casos de acidentes com derramamento de óleo na água. Em qualquer caso, são lançados no ambiente, vários compostos, geralmente de alta toxicidade, como os sulfetos.

Para os sulfetos, contaminante potencialmente associado à atividade de exploração de petróleo, no Campo de Coral as concentrações estiveram sempre abaixo do limite de detecção do método analítico usado para sua quantificação (< 2,0 µg/l). O critério de qualidade para enquadramento em uma água salina classe 1 (CONAMA 357/05), estabelece como 2 µg/l de sulfetos, de forma que todas as amostras estão dentro do critério de qualidade preconizado.

V.1.5.2 - Praia do Futuro - Fortaleza - (CE)

São poucos os dados disponíveis com relação à bibliografia a respeito da qualidade de água nos ecossistemas costeiros e oceânicos das Bacias do Ceará e Potiguar.

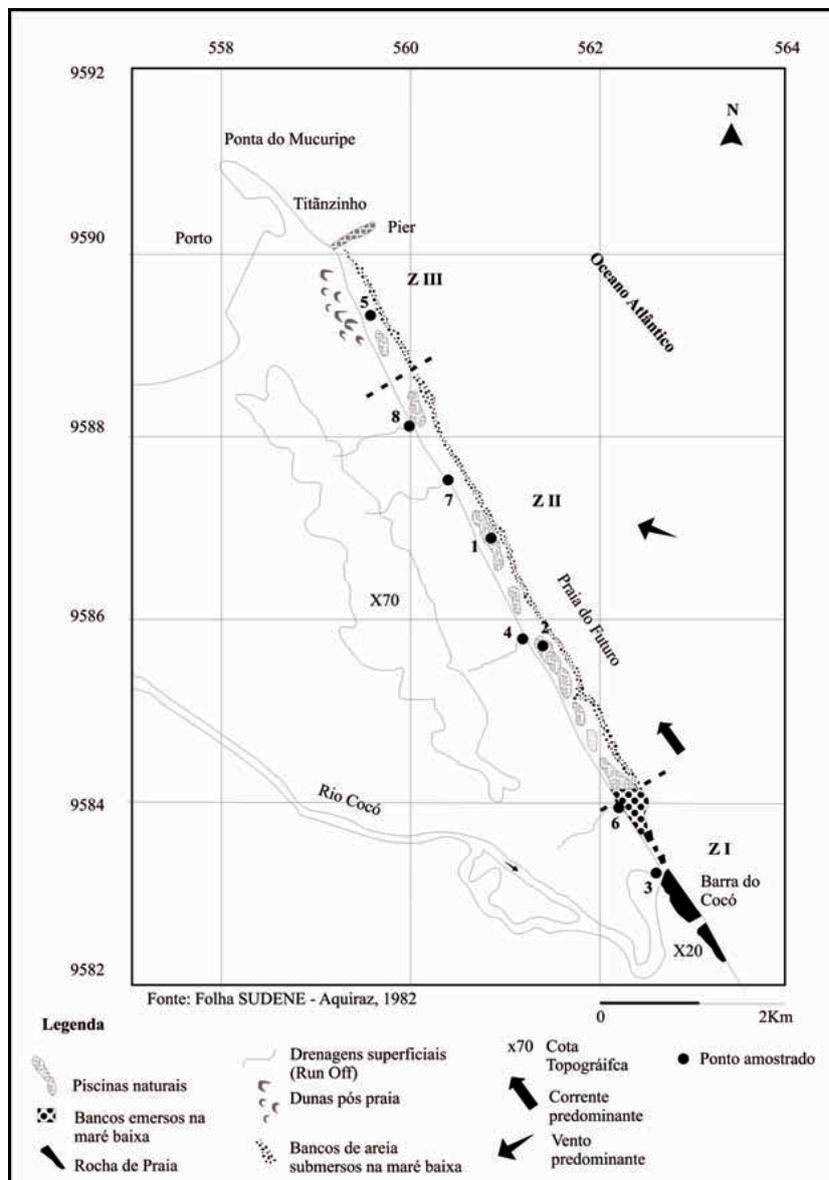
V.1.5.2.1 - Zona Costeira

Para a caracterização da região costeira de Fortaleza, mais especificamente, a praia do Futuro, onde os cabos ópticos serão instalados, foram utilizados dados secundários a partir de trabalhos científicos. A seguir são apresentadas as características gerais da água da zona costeira.

V.1.5.2.1.1 - Características Gerais da Água Costeira

Devido à escassez de trabalhos científicos e publicações realizadas na área em questão, já mencionada anteriormente, as características gerais da água da área de estudo foram obtidas a partir de MAGINI *et al.*(2007), no qual é apresentada uma avaliação ambiental completa a respeito do ambiente em questão.

A praia do Futuro está localizada no município de Fortaleza (CE), abrangendo uma faixa litorânea de aproximadamente 6 km, que se estende da foz do Rio Cocó ao Pontal de Mucuripe. O uso e ocupação desordenados na região geram diversos tipos de impactos ambientais, enquadrando a área como de risco ambiental. Segundo MAGINI *et al.*(2007), nesta praia podem ser identificadas três zonas ambientais com diferentes características naturais e antrópicas, com atividades de lazer, moradia, edificações de barracas e depósitos irregulares de lixo (Figura V.1.5-18).



Zona I - Barra do rio Cocó com rochas de praia expostas e bancos arenosos emersos na maré baixa, Zona II - Região central com piscinas naturais temporárias, bancos arenosos submersos na maré baixa e drenagens naturais (*run off*), Zona III - Zona de espraiamento com dunas móveis na região pós-praia.

Figura V.1.5-18 - Zonas ambientais na praia do Futuro.

Os dados físico-químicos para cada zona ambiental (Zona I, II e III) são apresentados na Figura V.1.5-18 e representam as primeiras informações sobre a qualidade da água da Praia do Futuro.

De acordo com Magini *et al.* (2007), foram coletadas amostras de água em canais na zona de praia da área de estudo, revelando um pH levemente alcalino, com teores variando entre 7,2 e 7,8, e a salinidade, variando entre 0,3 (água doce) a 1,16 (água salobra).

As altas taxas de nutrientes nas águas como os compostos de nitrogênio e fósforo, provenientes da agricultura e de esgotos domésticos, podem causar a eutrofização, que tem como consequência o desequilíbrio ecológico. Em relação aos compostos nitrogenados, elevados teores de concentrações podem resultar em graves prejuízos aos ecossistemas aquáticos, como a contaminação de peixes pelas elevadas concentrações de amônia (NH_3) e de nitrito (NO_2^-).

As concentrações de nitrato, observadas nas amostras realizadas na área, variaram entre 0,4 e 44,7 mg/L NO_3^- , caracterizando a presença de efluentes domésticos (esgoto). Enquanto a concentração máxima de amônia total foi de 78,5 mg/L $\text{NH}_{3,4}$ e de amônia tóxica foi de aproximadamente 4 mg/L NH_3 .

Embora as concentrações de nitrito nos efluentes descarregados na praia tenham ficado elevadas (entre 0,22 e 3,29 mg/L NO_2^-), o estudo não detectou nitrito nas piscinas naturais, importante área de lazer, principalmente para crianças (Quadro V.1.5-9). Segundo os autores, este fato pode estar atrelado a elevada diluição do ambiente, que contribui na manutenção de uma concentração mínima aceitável.

Em relação ao fosfato, as amostras de água coletadas nos canais de drenagem apresentaram concentrações entre 1,8 e 14,7 mg/L PO_4^{3-} . Por outro lado, este não foi detectado nem nas piscinas naturais formadas na maré baixa, nem na água da Praia do Futuro. Contudo, vale ressaltar, que o contínuo deságue desses canais nas praias, pode aumentar as concentrações de fosfato nesses ambientes. A legislação (Resolução CONAMA N° 274/00) não estabelece limites de balneabilidade para estes elementos, porém considera passível de interdição os trechos em que ocorre lançamento de esgoto, e impróprias para balneabilidade às águas com presença de resíduos ou despejos, capazes de oferecer risco à saúde ou tornar desagradável a recreação.

Quadro V.1.5-9 - Dados físico-químicos nas diferentes zonas ambientes entre a foz do rio Cocó (Z1), Praia do Futuro (Z2) e a Ponta do Mucuripe.

Zonas Ambientais	Pontos de Coleta de Água											
	Zona I		Zona II									Zona III
	T3.1	T3.2	T1.1	T1.2	T1.3	T2.1	T2.2	T4 Run Off	T6 Run Off	T7 Run Off	T8 v	T5
Localização (GPS-UTM)	562573 9583384	562649 9583164	561369 9586950	561369 9586950	561369 9586950	561540 9585762	561540 9585762	561209 9585868	562534 9583923	561500 9587650	560000 9588125	5597091 9589768
Temperatura (oC)	28,91	28,89	28,42	28,12	28,17	28,07	28,06	-	-	-	-	27,85
Condutividade (MS/cm)	53,81	49,07	57,73	25,80	57,80	57,81	57,77	1,17	0,498	0,937	1,84	57,57
Salinidade	32,70	29,41	35,76	36,02	35,98	36,06	36,04	0,7	0,3	0,61	1,16	36,07
Oxigênio Diss (%)	149	180	168	159	173	142	139	-	-	-	-	137
pH	8,36	8,33	8,19	8,27	8,31	8,38	8,37	7,50	7,22	7,77	7,81	8,42
mg/L NO2-	0,03	-	ND	-	-	-	-	0,90	1,34	3,29	0,22	ND
mg/L NO3-	0,50	-	0,50	-	-	-	-	14,89	44,74	21,71	3,10	0,40
mg/L NH4+	0,03	-	0,02	-	-	-	-	12,00	6,35	7,02	78,46	ND
mg/L PO43-	0,04	-	ND	-	-	-	-	1,80	1,14	2,34	14,73	0,02

Fonte: Magini *et al.*(2007).

A Figura V.1.5-19 apresenta as concentrações de amônia, nitrito, nitrato e ortofosfato dos diferentes pontos coletados na Praia do Futuro.

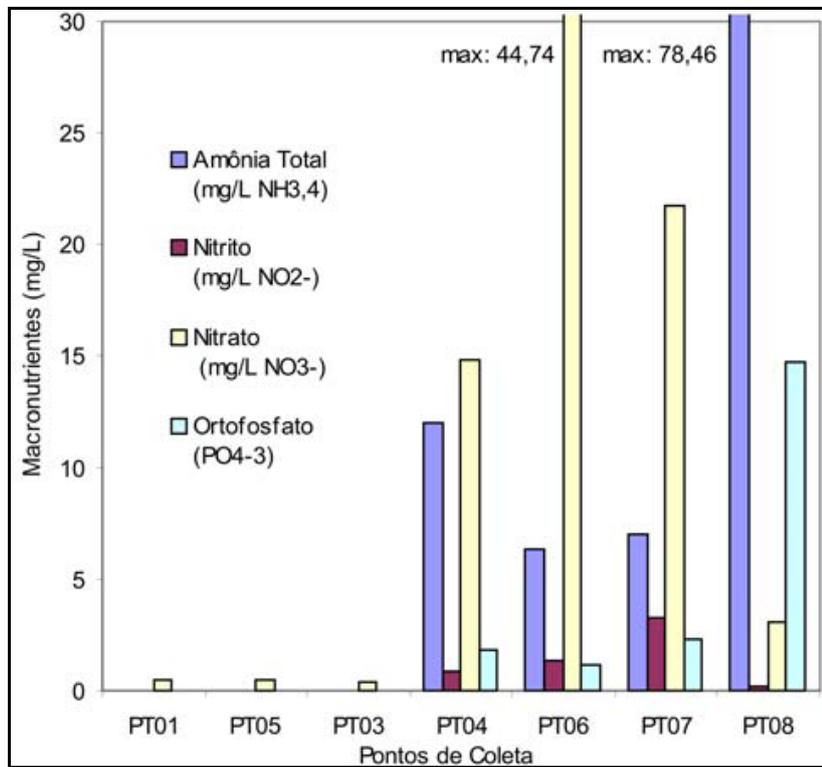


Figura V.1.5-19 - Concentração de amônia, nitrito, nitrato e ortofosfato em diferentes pontos da Praia do Futuro. Os valores anômalos foram obtidos em drenagens superficiais (*run off*) presentes na região central da praia.

MAGINI *et al.* (2007) detectaram na foz do rio Cocó, a presença de amônia, nitrito, nitrato e fosfato em pequenas concentrações, indicando que este rio contribui com uma pequena quantidade de nutrientes para o mar, mesmo em épocas de estiagem. Além disso, já foi observado que nas épocas secas a concentração de material em suspensão em algumas lagoas e estuários do estado do Ceará tende a aumentar (GOMES, 1998; BEZERRA *et al.*, 2003) devido a ação do vento, que leva sedimentos finos, como argilas, para o meio aquático.

As argilas, ao atingirem o ecossistema aquático marinho podem, dependendo das condições físico-químicas do meio, reter ou adsorver o fosfato, que depois é precipitado juntamente com a argila, reduzindo sua quantidade na água, mas enriquecendo o substrato. Este fato ocorre porque as argilas possuem grande capacidade de adsorção de fosfato.

Concluindo, MAGINI *et al.* (2007) identificaram na zona I, a presença de efluentes domésticos e industriais lançados no sistema fluvial do rio Cocó, acredita-se que o principal fator para que isso ocorra seja devido a invasão de áreas nas margens do rio, comprometendo todo o sistema fluvial bem como a contaminação do lençol freático. Já na zona onde se encontram as drenagens superficiais (zona II), foi observado um elevado nível de contaminação, muito acima dos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, para águas salinas de Classe 1. Este fato está relacionado ao lançamento de efluente doméstico nas drenagens naturais, nos riachos e nas piscinas naturais por meio de escoamento pelas bermas.

Por fim, na zona III, o destaque está associado ao grande acúmulo de resíduos sólidos na região de pós-praia recobertos por sedimentos eólicos. A presença desses resíduos pode gerar mudança na composição química dos sedimentos de praia, contaminação do lençol freático e perda de habitat na faixa de praia.

V.1.5.2.2 - Zona Oceânica

Para a caracterização da qualidade da água ao longo da plataforma continental e região oceânica, foram utilizados dados referentes às Campanhas do Programa de Monitoramento da Bacia Potiguar empreendidas pela PETROBRAS em julho de 2002 (1ª Campanha), maio de 2003 (2ª Campanha) e novembro de 2003 (3ª Campanha).

V.1.5.2.2.1 - Oxigênio Dissolvido e pH

A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica (CARMOUZE, 1994). Geralmente o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico.

Segundo levantamentos executados pela Petrobras, pode se observar que a Bacia Potiguar apresenta águas bem oxigenadas e com pH alcalino, indicando que a área está em equilíbrio com relação ao consumo e disponibilidade de O₂. A média de O₂ dissolvido registrado foi de 5,05 mL.L⁻¹, sendo o valor máximo observado de 6,35 mL.L⁻¹, durante a 4ª Campanha (PETROBRAS, 2006).

Contudo, MELO (1996), estudou uma área de deságue de esgoto de um emissário submarino localizado na costa de Fortaleza, e registrou valores de oxigênio inferiores a 4 mg.L⁻¹, abaixo do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salinas de classe 1.

No que se refere ao pH, estes são indicadores muito importantes, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água. Nas águas naturais as variações destes parâmetros são ocasionados geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono (CO_2), realizados pelos organismos fotossintetizadores e pela fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos (BRANCO, 1986).

De acordo com a campanha realizada pela Petrobras, o pH apresentou variação relativa ainda menor do que o O_2 entre as estações de coleta e as estações do ano. Essas características podem ser explicadas devido à pouca diferenciação climática ao longo do ano. Assim, o pH sempre alcalino, encontra-se dentro do limite preconizado pela Resolução do CONAMA 357/05 para as águas salinas de classe 1, que determina valores entre 6,5 a 8,5 mL.L^{-1} .

V.1.5.2.2.2 - Nutrientes e Clorofila *a*

Analisando o oceano como um todo, a renovação dos nutrientes na produtividade das camadas superficiais é um fator essencial na taxa de produção orgânica. A quantidade de nutrientes, particularmente de nitrato e de fosfato, que anualmente estão disponíveis às algas planctônicas, pela ressurgência, turbulência e regeneração, determina a produtividade primária dos oceanos (PASSAVANTE & FEITOSA, 1995).

Os valores de nutrientes encontrados na plataforma do Rio Grande do Norte registrados no Programa REVIZEE IV (MACÊDO & FLORES MONTES, 2002), detectaram concentrações de amônia maiores que o monitoramento realizado pela Petrobras (2002), com valores indicando uma média de 0,510 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, enquanto, no monitoramento da Petrobras, as médias registradas variaram entre 0,018 e 0,038 $\mu\text{mol.L}^{-1}$.

Os teores de clorofila *a* na Bacia Potiguar apresentaram-se variáveis nas três campanhas realizadas, sendo que a maioria das amostras registraram valores baixos, à exceção de certos pontos cujos teores estiveram acima de 1,00 mg.m^{-3} .

No que tange à distribuição da biomassa fitoplanctônica, a maior parte das amostras analisadas apresentou características de ambientes oligotróficos, fato este que também já foi constatado anteriormente em outras áreas da região nordeste do Brasil por COSTA (1991), PASSAVANTE & FEITOSA (1995) e por MEDEIROS *et al.* (1999). Essa característica está diretamente relacionada ao tipo de massa d'água que banha a região, devido a corrente de águas mornas e pobre em sais e nutrientes dissolvidos, que acarreta baixa biomassa e produtividade algal.

Considerando ainda o Programa REVIZEE IV (MACÊDO & FLORES MONTES, 2002) e o monitoramento realizado pela Petrobras (2002), os demais nutrientes apresentaram a mesma faixa de variação em ambos os Programas. Salvo algumas exceções, o nitrato ficou sempre abaixo de $1 \mu\text{mol.L}^{-1}$, o silicato de $15 \mu\text{mol.L}^{-1}$ e o fosfato de $0,50 \mu\text{mol.L}^{-1}$.

Contudo, vale salientar que algumas estações estiveram fora deste padrão, não apresentando característica oligotrófica, com concentrações de clorofila *a* iguais ou superiores a $1,0 \text{ mg.m}^{-3}$. Este fato pode estar associado à influência continental e, conseqüentemente, ao maior aporte de sais e nutrientes, elevando assim a biomassa fitoplanctônica nestes pontos amostrados.

V.1.5.2.2.3 - Fenóis e Hidrocarbonetos

De acordo com o monitoramento implementado pela Petrobras, os valores de hidrocarbonetos totais de petróleo registrados variaram entre $0,62$ e $6,91 \mu\text{g.L}^{-1}$, sendo que o maior valor observado chegou a $60,17 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Nas amostras de água da Bacia Potiguar da 1ª Campanha, não foram verificadas concentrações expressivas de HPAs, sendo que a grande maioria dos compostos obteve concentrações abaixo do limite de detecção do método ($2 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Se considerarmos o somatório dos 16 HPAs analisados com os compostos alquilados do nafatleno, perileno e dibenzotiofeno, as concentrações das amostras da 1ª Campanha, variam entre 3 e $238 \mu\text{g.L}^{-1}$ em praticamente todas as estações, sendo a média de $42 \pm 45 \mu\text{g.L}^{-1}$. Observa-se com isso, que a distribuição dos valores é aleatória em relação à profundidade e à localização das estações.

V.1.5.2.2.4 - Material Particulado em Suspensão

CHESTER & STONE (1979), relataram que o material particulado em águas costeiras varia de $0,1$ a $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Já em ambientes mais afastados da costa, em oceano aberto, os valores podem cair para $\leq 0,010 \text{ mg.L}^{-1}$. Quando existem atividades antrópicas na costa e influência de estuários, os elementos importantes comumente encontrados são os produtos de esgoto, elementos nucleares, hidrocarbonetos de petróleo, pesticidas, PCBs e outros orgânicos sintéticos (CHESTER, 1990), e o material em suspensão pode alcançar valores em torno de 9 mg.L^{-1} .

Com relação a concentração de material particulado total apresentada durante o monitoramento implementado pela Petrobras, o valor máximo registrado foi de $3,81 \text{ mg.L}^{-1}$. Já o valor do material particulado inorgânico foi de $2,94 \text{ mg.L}^{-1}$ e do material particulado orgânico de $1,01 \text{ mg.L}^{-1}$.

V.1.5.3 - Considerações Finais

V.1.5.3.1 - Rio de Janeiro (RJ)

No complexo lagunar de Jacarepaguá, nota-se que as lagoas mais impactadas são a Lagoa da Tijuca e a Lagoa de Jacarepaguá. A Lagoa da Tijuca é mais impactada pelas concentrações de metais e coliformes termotolerantes, enquanto que a de Jacarepaguá nos parâmetros físico químicos (REBELO, 2016). O período compreendido entre 2011 e 2015, foi o que teve o maior número de parâmetros acima do limite estabelecido pela CONAMA 357/05.

A Lagoa de Sepetiba, apresentou elevados teores para todos os metais pesquisados. Em apenas dois pontos de coletas, os teores de metais apresentaram-se em algumas análises não detectadas e/ou em níveis insignificantes, o que pode estar atrelado a um maior fluxo da entrada de maré nestes pontos, possibilitando assim, um maior poder de dissolução (HORTA; FERREIRA; CUNHA, 2010). A Baía de Guanabara, por sua vez, teve os maiores parâmetros de salinidade, oxigênio dissolvido, nitrato dissolvido e total de sólidos em suspensão, nas amostras de água que foram coletadas no canal central da Baía. Neste mesmo local foram encontradas as menores concentrações de clorofila-a e carbono orgânico total. De um modo geral a qualidade da água da Baía de Guanabara, durante o estudo, indicou um estado hipereutrófico com elevada produtividade biológica.

Esse cenário de deterioração da qualidade das águas costeiras vem ocorrendo, principalmente, devido a intensa agressão ao seu ecossistema natural, em função da ocupação antrópica sem infraestrutura urbana adequada e do lançamento de rejeitos industriais e domésticos em seus corpos hídricos.

Com relação à zona oceânica da Bacia de Santos, apesar da escassez de estudos, foi possível identificar que a maioria dos parâmetros indicou a classificação das águas como águas salinas classe 1, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005. A água possui pH básico, com bons índices de oxigenação. O oxigênio dissolvido apresentou concentrações maiores em áreas próximas a costa e, ao longo da coluna d'água, na termoclina. Os resultados relativos as concentrações de nutrientes, indicam no geral, um gradiente em direção às camadas mais profundas, bem como uma tendência de aumento em direção à costa, o que pode ocorrer devido à entrada de água fluviais mais enriquecidas em nutrientes. As concentrações de clorofila-a foram mais altas nas águas superficiais onde há disponibilidade de luz.

V.1.5.3.2 - Praia do Futuro (CE)

Observando as três zonas ambientais definidas na Praia do Futuro, nota-se que na zona I existe a presença de efluentes domésticos e industriais lançados no sistema fluvial do rio Cocó; na zona II, um elevado índice de contaminação por efluente doméstico nas drenagens naturais; e na zona III, um grande acúmulo de resíduos sólidos na região de pós-praia.

Já o estudo realizado na região oceânica da Bacia Potiguar, mostrou que as águas são bem oxigenadas e teores de pH alcalino, apresentando características de um ambiente oligotrófico. Este fato indica que a área está em equilíbrio quanto ao consumo e disponibilidade de O₂. Além disso, não foram verificadas concentrações expressivas de HPAs nas amostras de água da Bacia Potiguar.

Em síntese, a zona oceânica apresentou águas com melhor qualidade, e com menor indício de deterioração do que a zona costeira, em ambas as praias. Este fato está relacionado com a diluição do ambiente, que contribui para a manutenção das pequenas concentrações de contaminantes.

