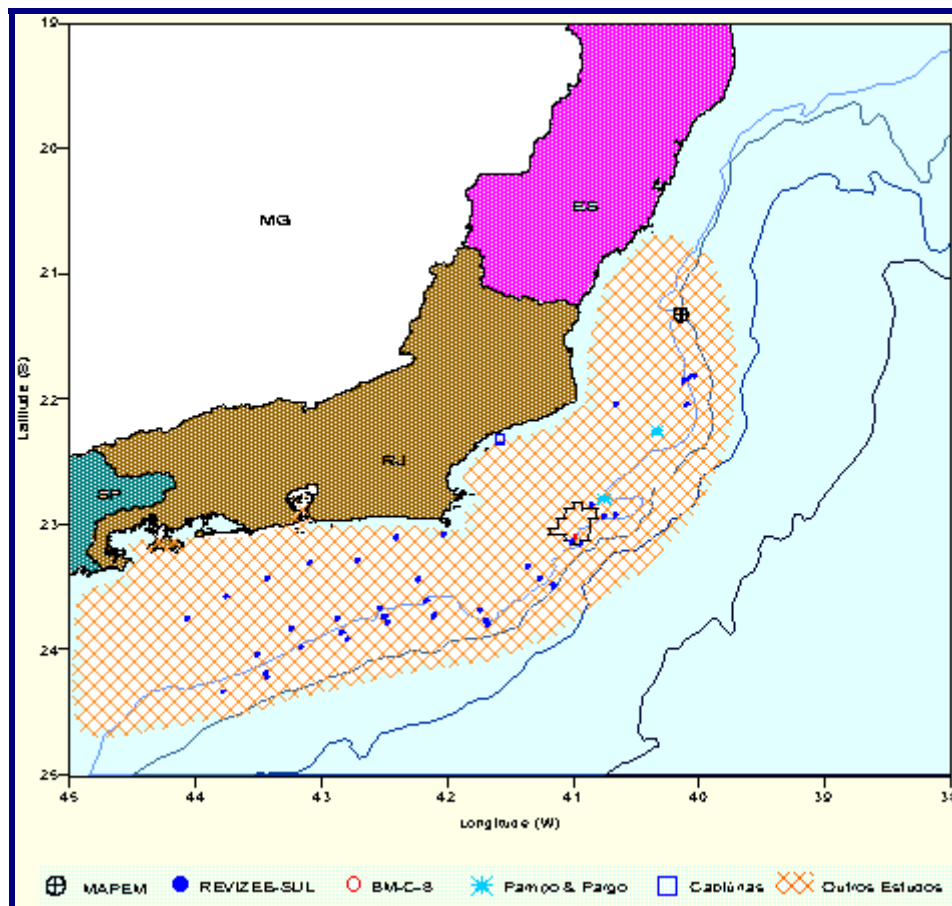


### II.5.1.3 Qualidade de Água e Sedimento

Para a caracterização da qualidade da água e do sedimento da área de influência do Bloco BM-C-8, na Bacia de Campos, foi realizado um levantamento de diversos trabalhos da literatura e de relatórios de campanhas de monitoramento ambiental realizados nas áreas de influência direta e indireta. O Bloco BM-C-8 está localizado na Bacia de Campos, o que torna fundamental este levantamento, uma vez que a mesma é alvo de intensas atividades de E&P. Trata-se da principal área produtora de petróleo do Brasil, respondendo por mais de 85% de toda a produção nacional, o que justifica uma investigação mais detalhada de seu ambiente. Dessa forma, pode-se compreender como a pressão antrópica pode estar influenciando os ecossistemas que compõem a bacia, sua biota e suas características físico-químicas. Este conjunto de dados foi analisado com base na literatura disponível (**Figura II.5.1.3-1**), sendo elaborado um sumário da qualidade da água e do sedimento para a região da área de influência do empreendimento.



**FIGURA II.5.1.3-1: ABRANGÊNCIA DOS PRINCIPAIS ESTUDOS UTILIZADOS PARA A ELABORAÇÃO DO DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTO NA REGIÃO DO LICENCIAMENTO**

Os diversos parâmetros de avaliação da qualidade da água e do sedimento serão tratados a seguir.

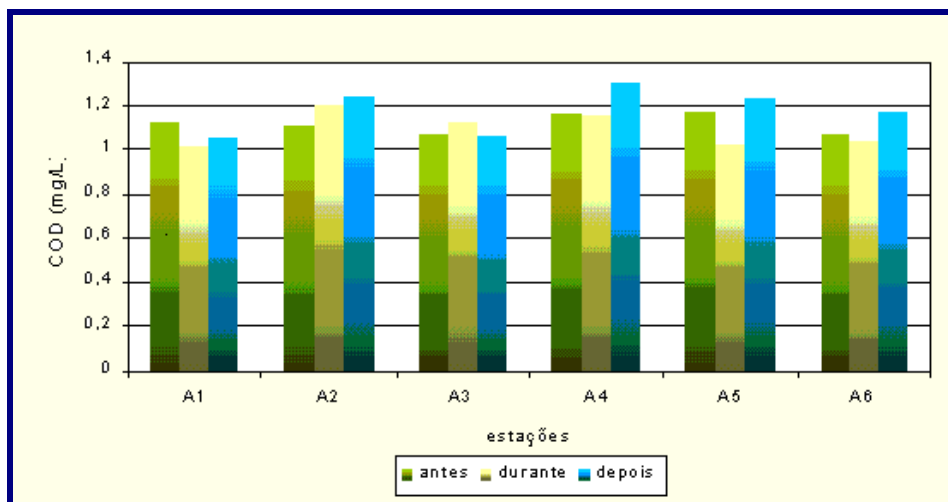
### II.5.1.3.1 Parâmetros da Água

#### a) Carbono Orgânico Dissolvido:

Nos trabalhos disponíveis na literatura para a área de influência do empreendimento os valores de Carbono Orgânico Dissolvido variaram entre 0,81 e 1,62mg/L nas profundidades amostradas (**Quadro II.5.1.3-1**).

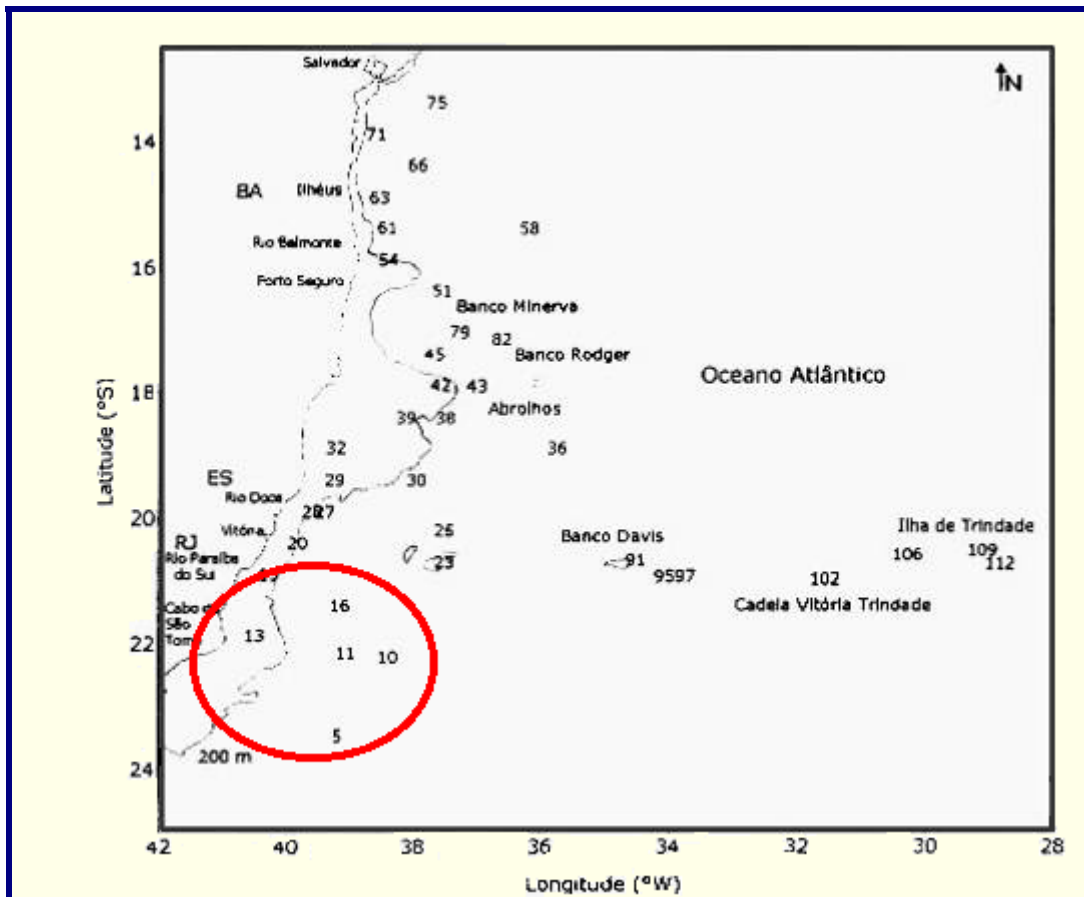
O Carbono Orgânico Dissolvido foi avaliado ao longo da fase de perfuração do poço 1-DEV-3-RJS, no Bloco BM-C-8, Bacia de Campos. O Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Perfuração contou com campanhas de monitoramento ambiental antes, durante e após a perfuração, em uma lâmina d'água de 104 m. Durante o projeto foram coletadas amostras de água e sedimento, durante os meses de outubro e novembro de 2001 (DEVON, 2002).

Em DEVON (2002), as amostras de água foram coletadas em sete estações oceanográficas no *pré-drilling* (outubro), no *drilling* (novembro) e no *pós-drilling* (novembro). A análise de Carbono Orgânico Dissolvido foi determinada através de combustão catalítica. As concentrações de Carbono Orgânico Dissolvido encontradas, variaram em entre 1,01 e 1,51 mg/L nas três campanhas, não sendo detectado diferenças significativas, tendo pouca variação entre as três campanhas realizadas (**Figura II.5.1.3-2**).



**FIGURA II.5.1.3-2: CONCENTRAÇÕES DE CARBONO ORGÂNICO DISSOLVIDO ENCONTRADAS DURANTE O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTO REALIZADO NO BLOCO BM-C-8, ANTES, DURANTE E DEPOIS DA PERFURAÇÃO (ADAPTADO DO RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTO – POÇO 1-DEV-3-RJS; DEVON, 2002).**

CUPELO (2000), estudando a contribuição de cada fração planctônica na cadeia microbiana em termos de densidade celular e biomassa, na área entre o Cabo de São Tomé (RJ) e Baía de Todos os Santos (BA), selecionou a partir de 116 estações da campanha realizada na operação Central III do Programa REVIZEE – Score Central, 37 estações para seu estudo, sendo que apenas cinco estações estão localizadas dentro da área de influência do empreendimento no Bloco BM-C-8 (**Figura II.5.1.3-3**). A coleta ocorreu no período de 28 de outubro a 12 de dezembro de 1998. Os teores de carbono orgânico dissolvido apresentaram valores entre 1,15 e 1,62 mg/L, considerados normais para a região.



**FIGURA II.5.1.3-3: MAPA ESQUEMÁTICO DA ÁREA DE ESTUDO DE CUPELO (2000), CIRCUNDADA EM VERMELHO ESTÃO AS ESTAÇÕES SELECIONADAS DO TRABALHO.**

**QUADRO II.5.1.3-1: RESULTADOS DE CARBONO ORGÂNICO DISSOLVIDO ENCONTRADOS DURANTE O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTO REALIZADO NO BLOCO BM-C-8, ANTES, DURANTE E DEPOIS DA PERFURAÇÃO (ADAPTADO DE DEVON, 2002) E DADOS DE CINCO ESTAÇÕES DE CUPELO (2000)**

REFERÊNCIA	PERÍODO	MÍNIMO (MG/L)	MÁXIMO (MG/L)	MÉDIA (MG/L)	DESVIO-P	N	DATA	COORDENADAS SAD 69	
								LATITUDE / X/E	LONGITUDE / Y(N)
DEVON, 2002	antes da perfuração	1,07	1,25	1,13	0,064	7	out/01	23°05'12,21"S 297.940,0	40°58'21,563"W 7.445.506,7
	durante a perfuração	1,01	1,51	1,15	0,173		out/01		
	depois da perfuração	1,05	1,3	1,17	0,093		nov/01		
CUPELO, 2000	REVIZEE – Score Central	0,81	1,62	1,29	0,321	5	out a dez/98	13,5° 23° S	

b) Fenóis:

Para caracterização deste item, foram utilizados dados de monitoramento ambiental da Bacia de Campos, onde foram selecionadas duas plataformas fixas de produção (Pampo e Pargo), que descartam água produzida, e que estão em operação há aproximadamente 15 anos. Nelas foi realizado o levantamento da composição química e biológica, no período de verão e inverno de 1998 (PETROBRAS, 2001).

No referido monitoramento as concentrações de fenóis estiveram entre 0,001 mg/L e 0,010mg/L na campanha de inverno, sendo utilizada a técnica de microextração em fase sólida (cromatógrafo). No **Quadro II.5.1.3-2**, abaixo, retirado de PETROBRAS (2001), são apresentados os resultados por comparação com fenóis nas concentrações de 0,001mg/L e 0,010mg/L.

**QUADRO II.5.1.3-2: RESULTADOS DE FENÓIS ENCONTRADOS DURANTE O MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ATIVIDADE DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO NA BACIA DE CAMPOS (PETROBRAS, 2001)**

REFERÊNCIA	PLATAFORMAS	FENÓIS (MG/L)		METODOLOGIA DE COLETA	COORDENADAS		DATUM	DATA
		VERÃO/98	INVERNO/98		S	W		
PETROBRAS, 2001	Pargo	*	<0,010	garrafa Go-Flo	NI	NI	NI	jun/98
			n=22					
	Pampo	*	<0,001	garrafa Go-Flo	NI	NI	NI	
			n=24					

\* Não-coletadas e/ou não-analisadas, NI = não identificado

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) não estabelece critérios para fenóis em água do mar. A Comunidade Européia estabelece <0,005 mg/L (CDTN, 1990). A legislação brasileira, CONAMA 357 de 2005, não menciona o índice de fenóis para águas salinas de Classe 3 (águas destinadas à navegação e harmonia paisagística), no entanto, a mesma legislação, admite

nível de até 60µg/L de C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina), para águas salinas de Classe 1 (destinadas à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA 274 de 2000).

c) Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPAs):

Nos trabalhos encontrados na literatura para a região do empreendimento, os valores de Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPAs), apresentaram valores entre não detectável e 2,24 µg/L nas profundidades amostradas (**Quadro II.5.1.3-3**).

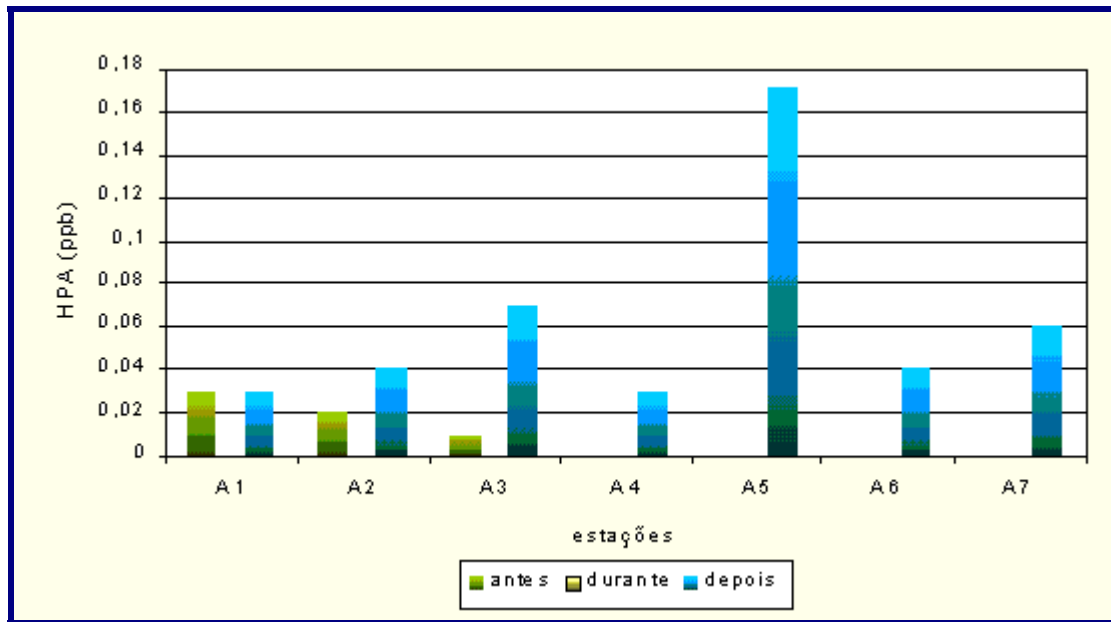
Em PETROBRAS (2001), foram verificados os teores de HPA na faixa de 0,084 a 1,21 ppb para área de Pargo, e entre <0,06 a 2,20 ppb para a área de Pampo.

Em PETROBRAS (2002), no estudo sobre Monitoramento Ambiental da Bacia de Campos, na região sob a influência do emissário submarino da estação de tratamento de efluentes de Cabiúnas, situado próximo a Macaé (RJ), foram feitas campanhas antes da entrada em operação do emissário, que ocorreram em março e julho de 1998. A concentração de HPA na campanha de verão ficou na faixa <0,12 a 0,59 µg/L, e na campanha de inverno na faixa de 0,10 a 0,56 µg/L, apenas uma amostra de fundo apresentou concentração de 2,24 µg/L.

Em DEVON (2002), as concentrações de HPA encontradas apresentaram-se baixas, em todas as campanhas realizadas (antes, durante e após a perfuração), com média de concentração de 0,02 ppb, estando todos os valores dentro do esperado para a área da Bacia de Campos (**Figura II.5.1.3-4**).

Não foram detectados níveis de HPA acima do limite de detecção (1,0 µg/L) em nenhuma das estações amostradas, nem antes nem após a perfuração, em DEVON (2005a) e DEVON (2005b).

Estudos citam que HPA com concentrações abaixo de 2,00 ppb são típicas de áreas não contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo (LAW, 1981; KEISER & GORDON, 1973; WEBER & BÍCEGO, 1991; GEOMAP/FUNDESPA, 1994). Em PETROBRAS (2001) na área de Pampo apenas uma amostra ficou acima de 2,00 ppb.



**FIGURA II.5.1.3-4: CONCENTRAÇÃO DE HPA ENCONTRADOS DURANTE O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTO REALIZADO NO BLOCO BM-C-8, ANTES, DURANTE E DEPOIS DA PERFURAÇÃO (ADAPTADO DE DEVON, 2002).**

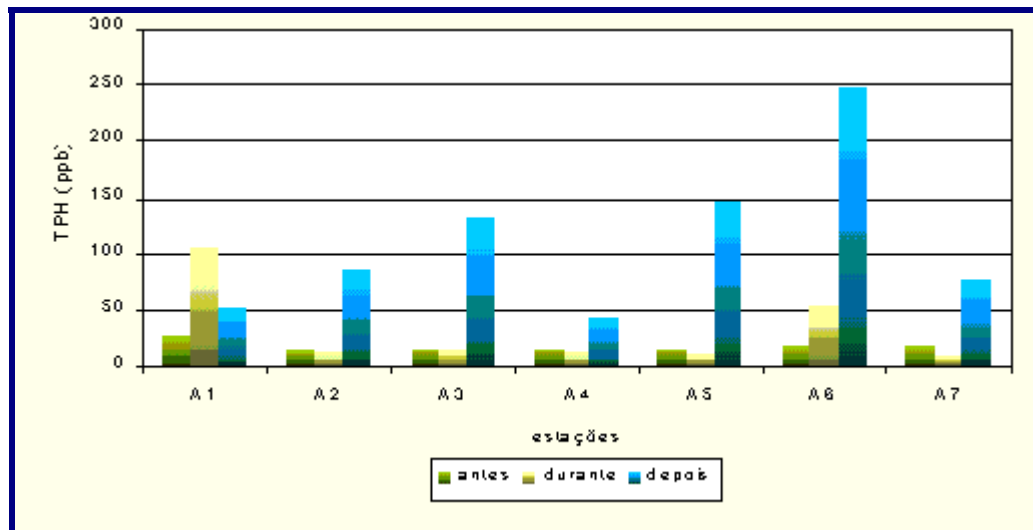
**QUADRO II.5.1.3-3: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA E DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA DEVON SOBRE A COMPOSIÇÃO DE HPA**

REFERÊNCIA	PLATAFORMAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIOP	N	COORDENADAS		DATUM	DATA
							S	W		
		(µg/L)								
PETROBRAS, 2001	Pargo - verão	<0,12	1,14	0,200	0,2480	24	NI	NI	NI	jun/98
	Pargo - inverno	0,084	1,21	0,460	0,2410	22				
	Pampo - verão	<0,12	2,20	0,710	0,6100	24	NI	NI	NI	jul/98
	Pampo - inverno	0,06	0,86	0,190	0,2570	24				
PETROBRAS, 2002	verão - sup	<0,12	0,55	0,303	0,1880	10	23°05'45,4"	40°59'20,7"	WGS-84	mar/98
	verão - fundo	<0,12	0,28	0,205	0,0600					jul/98
	inverno - sup	0,11	0,56	0,233	0,1742					
	inverno - fundo	0,1	2,24	0,455	0,6426					
DEVON, 2002	antes da perfuração	N.D.	0,03	0,080	0,0120	7	23°05,2587'	40°58,3833'	WGS-84	out/01
	durante a perfuração	N.D.	N.D.	-	-		23°05,2661'	40°58,4213'		nov/01
	depois da perfuração	0,03	0,17	0,110	0,1350		23°05,2211'	40°58,3846'		nov/01

NI = não identificado

d) Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPHs):

As concentrações de TPH encontradas em DEVON (2002) apresentaram níveis baixos em todas as campanhas realizadas (antes, durante e após a perfuração), variando de 9 a 246 ppb, com média de concentração de 53,38 ppb (**Figura II.5.1.3-5 e Quadro II.5.1.3-4**), estando todos os valores dentro do esperado para a área da Bacia de Campos.



**FIGURA II.5.1.3-5: CONCENTRAÇÃO DE TPH ENCONTRADOS DURANTE O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTO DEVON, (2002).**

**QUADRO II.5.1.3-4: SÍNTESE DOS DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA DEVON SOBRE A COMPOSIÇÃO DE TPH .**

REFERÊN- CIA	PLATA- FORMAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO- P	N	COORDENADAS		DATUM	DATA
							S	W		
		(µG.L <sup>-1</sup> )								
DEVON, 2002	antes da perfuração	15	26	17,86	3,76	7	23°05,2587'	40°58,3833'	WGS-84	out/01
	durante a perfuração	9	105	31,14	36,21		23°05,2661'	40°58,4213'		nov/01
	depois da perfuração	42	246	111,10	70,78		23°05,2211'	40°58,3846'		nov/01

e) Nutrientes:

Nos trabalhos encontrados na literatura para a região do empreendimento os valores de Amônia variaram entre <0,03 e 10,19 µM, de nitrito entre <0,02 e 2,66 µM, de nitrato entre 0,00 e 12,5 µMol/L, de fosfato entre 0,00 e 3,97 µM, de fósforo entre 0,06 e 20,22 µM e silicato entre 0,17 e 16,5 µM, nas profundidades amostradas (**Quadros II.5.1.3-5 e II.5.1.3-6**).

No estudo PETROBRAS (2001), para a análise de nutrientes, foram coletadas 48 amostras na plataforma de Pargo e 54 amostras na plataforma de Pampo,



nas campanhas de verão e inverno. O Fosfato foi determinado pelo Método Fosfomolibídico (GRASSHOFF *et al.*, 1983); a Amônia foi determinada pelo Método do Azul de Indofenol (PARSONS *et al.*, 1984a); o Nitrito, pelo Método da Diazotação (GRASSHOFF *et al.*, 1983); o Nitrato, por redução em coluna de Cd-Cu seguido de diazotação (GRASSHOFF *et al.*, 1983), tendo sido estudado via análise por injeção em fluxo; e o Silicato foi determinado pelo Método Silicomolibídico (GRASSHOFF *et al.*, 1983).

Em PETROBRAS (2001), na área da plataforma de Pargo, o Nitrito variou entre não-detectável (<0,02) e 0,12 µM, com média de 0,04 µM, sendo que os menores valores foram encontrados nas camadas de superfície e de fundo, enquanto os maiores valores foram encontrados na camada de meio. Não foram identificadas diferenças sazonais significativas, sendo encontrado valores um pouco maiores na campanha de inverno. O Nitrato variou entre 2,18 e 9,43 µM, com média de 4,19 µM, sendo que os menores valores foram encontrados na superfície, aumentando com a profundidade. O Fósforo Total variou entre não-detectável (<0,02) e 1,31 µM, com média de 0,42 µM, apresentando padrão de estratificação com concentrações maiores, de acordo com o aumento da profundidade, não sendo observadas diferenças sazonais na sua distribuição. A Amônia variou entre não-detectável (<0,03) e 1,01 µM, com média de 0,10 µM, sendo que os menores valores foram encontrados na camada de superfície e os maiores, na camada de fundo. Não foram identificadas diferenças sazonais na distribuição da Amônia. O Ortofosfato variou entre não-detectável (<0,02) e 0,68 µM, com média de 0,27 µM, os menores valores foram encontrados na superfície e os maiores valores foram encontrados no fundo, em torno de 0,50 µM. Não foram observadas diferenças entre as estações, bem como diferenças sazonais na distribuição do Ortofosfato, apesar da média dos valores no inverno ter sido menor que a média do verão. O Silicato variou entre 2,20 e 9,82 µM, com média de 4,63µM, sendo que os menores valores foram encontrados na superfície. Próximo à plataforma foram encontradas concentrações de Silicato maiores que nas estações mais distantes, principalmente na camada de fundo. Não foram observadas diferenças sazonais significativas na distribuição do Silicato, apesar de terem sido registrados maiores valores no inverno.

Em PETROBRAS (2001), na plataforma de Pampo, o Nitrito variou entre não-detectável (<0,02) e 0,36 µM, com média de 0,08 µM, sendo que os menores valores foram encontrados nas camadas de superfície. Não foram identificadas diferenças sazonais significativas, sendo encontrado valores um pouco maiores na campanha de inverno. O Nitrato variou entre 0,48 e 6,43 µM, com média de 2,97 µM e os menores valores foram encontrados na superfície, aumentando com a profundidade. O Fósforo Total variou de 0,08 e 1,37 µM, com média de 0,43 µM, apresentando padrão de estratificação com concentrações maiores, de acordo com o aumento da profundidade e não foram observadas diferenças sazonais na distribuição do Fósforo Total. A Amônia variou entre não-detectável (<0,03) e 0,96 µM, com média de 0,14 µM, sendo que os menores valores foram encontrados na camada de superfície e na maioria das estações as maiores concentrações foram detectadas na camada de fundo. Não foram



identificadas diferenças sazonais na distribuição da Amônia. O Ortofosfato variou entre não-detectável ( $<0,02$ ) e  $0,58 \mu\text{M}$ , com média de  $0,23 \mu\text{M}$ , sendo que os menores valores foram encontrados na superfície e os maiores valores foram encontrados no fundo. Não foram observadas diferenças sazonais na distribuição do Ortofosfato. O Silicato variou entre  $1,88$  e  $9,04 \mu\text{M}$ , com média de  $4,25 \mu\text{M}$  e os menores valores foram encontrados na superfície.

Em ambas as plataformas ocorreu estratificação termohalina característica e esperada para a região (PETROBRAS, 2001). Os padrões obtidos, para as diferentes variáveis nas plataformas de Pargo e Pampo foram bastante próximos, bem como os resultados médios. Apenas poucas variáveis como Amônia e Nitrato foram significativamente diferentes entre as duas plataformas, e em geral verificou-se que a distribuição da Clorofila-a acompanhou a distribuição do Fósforo, podendo explicar a presença das maiores concentrações de Clorofila-a na camada de meio, onde o efluente é lançado. Em geral os valores de nutrientes nas plataformas de Pargo e Pampo, estiveram na mesma faixa ou até abaixo dos valores anteriormente descritos, para esta região da costa brasileira (GEOMAP-FUNDESPA, 1994; NIENCHESKI, 1996).

Três experimentos foram realizados, em condições hidrológicas diferentes, com a finalidade de observar as variações espaço-temporais da atividade do bacterioplâncton e do fitoplâncton, provocadas pela ressurgência e a importância da contribuição das bactérias para a cadeia trófica da região de Arraial do Cabo, RJ, Brasil (CARVALHO, 2000). As amostras foram coletadas em uma estação fixa, com 60 m de profundidade local, fortemente influenciada pela ressurgência, e foram determinadas pelos métodos descritos por STRICKLAND & PARSONS (1972). As concentrações de Nitrato variaram  $0,24$  a  $12,50 \mu\text{Mol/L}$  na campanha de verão, com média de  $3,80 \mu\text{Mol/L}$  e ficou na faixa de  $0,00$  a  $5,23 \mu\text{Mol/L}$  na campanha de inverno, com média de  $1,67 \mu\text{Mol/L}$ . O Nitrito variou de  $0,01$  a  $0,67 \mu\text{Mol/L}$  na campanha de verão com média de  $0,19 \mu\text{Mol/L}$  e ficou na faixa de  $0,00$  a  $0,68 \mu\text{Mol/L}$  na campanha de inverno, com média de  $0,29 \mu\text{Mol/L}$ . A Amônia variou de  $0,49$  a  $6,08 \mu\text{Mol/L}$  na campanha de verão, com média de  $1,19 \mu\text{Mol/L}$ , e ficou na faixa de  $0,62$  a  $4,96 \mu\text{Mol/L}$  na campanha de inverno, com média de  $1,65 \mu\text{Mol/L}$ . O Fosfato variou de  $0,10$  a  $0,98 \mu\text{Mol/L}$  na campanha de verão, com média de  $0,42 \mu\text{Mol/L}$ , e ficou na faixa de  $0,22$  a  $0,74 \mu\text{Mol/L}$  na campanha de inverno, com média de  $0,37 \mu\text{Mol/L}$ .

Em estudo da distribuição da biomassa fitoplanctônica na Bacia de Campos (MOSER, 1997), foram feitas coletas em 46 estações durante o verão e 44 estações durante o inverno em 6 transectos perpendiculares à costa. As amostras foram coletadas em sete profundidades com garrafas Van Dorn. Na campanha de verão a concentração de Nitrato variou de  $0,00$  a  $8,57 \mu\text{M}$ , sendo que na superfície os valores foram inferiores a  $0,5 \mu\text{M}$ , com valores crescentes em direção ao fundo. O Nitrito variou de  $0,00$  a  $2,66 \mu\text{M}$ , com as maiores concentrações encontradas, geralmente, a meia-água entre 20 e 80 m. O Fosfato variou de  $0,03$  a  $0,92 \mu\text{M}$ , tendo apresentado o mesmo padrão de

distribuição e concentrações crescentes em direção ao fundo. O Silicato variou de 0,17 a 7,79  $\mu\text{M}$ , seguindo a distribuição de Nitrito e apresentando concentrações maiores à meia-água.

A biomassa fitoplanctônica, na área da Baía de Campos (RJ), foi estudada ao longo de 6 transectos, no inverno, até 50 m de profundidades (MOSER & GIANESELLA-GALVÃO, 1996). Foram utilizados, para as análises, um Sistema Integrado de Geoprocessamento (SGI) e SPRING 2.0.1, para fazer representações da distribuição de Nitrato. As concentrações de Nitrato apresentaram valor médio de 2,80  $\mu\text{M}$ .

VALENTIN (1974) recolheu dados de um ciclo anual de estudos de plâncton e de fenômenos biológicos ligados a presença da ressurgência de Cabo Frio, numa estação fixa. O método para a obtenção das concentrações de nitratos foi a fotolorimetria após redução em nitritos, o método para fosfato e silicato foi através de espectrofotometria (STRICKLAND, 1968). As concentrações de nitrato variaram de <1,00 a 16  $\mu\text{gAt/L}$ , os altos valores de nitrato são um indicio de presença de água profunda, os valores de fosfatos apresentaram distribuição semelhante aos valores de nitratos, apresentaram níveis entre 0,2 a 1,2  $\mu\text{gAt/L}$ . Foram notadas variações expressivas de concentração no interior da ACAS, tratando-se de um esgotamento do meio sob influência biológica. Silicatos variaram entre 2 e 10  $\mu\text{gAt/L}$ , e não apresentaram nenhum padrão de distribuição.

Relações entre o desenvolvimento fitoplanctônico e o bacterioplanctônico foram observadas, ao longo do tempo em um experimento de laboratório, simulando condições de ressurgência parcial e completa nas águas de Arraial do Cabo, RJ, Brasil (CARVALHO & RODRIGUEZ, 2004). As amostras foram coletadas em duas profundidades (superfície e fundo), sendo a profundidade local de 60 m. A concentração encontrada para Nitrato ficou na faixa de 0,83 a 12,90  $\mu\text{Mol/L}$ ; o Nitrito variou 0,01 a 0,30  $\mu\text{Mol/L}$ ; a Amônia variou de 1,22 a 1,41  $\mu\text{Mol/L}$  e o Fosfato entre 0,12 e 0,99  $\mu\text{Mol/L}$ .

GONZALEZ-RODRIGUEZ (1994) avaliou as concentrações de nutrientes em três praias do litoral do Rio de Janeiro, praias do Forno (Arraial do Cabo), Búzios (Armação de Búzios) e Jaconé (Marica), as concentrações de nitrato variaram de 0,00 a 3,32  $\text{mmol/m}^3$ , entre 0,00 e 7,30  $\text{mmol/m}^3$  e entre 0,36 a 8,54  $\text{mmol/m}^3$ , respectivamente. Já amônia variou de 0,23 a 5,78  $\text{mmol/m}^3$ , entre 0,31 e 6,52  $\text{mmol/m}^3$  e entre 0,47 a 7,91  $\text{mmol/m}^3$ , respectivamente e fosfato com concentrações que variaram de 0,00 a 0,47  $\text{mmol/m}^3$ , entre 0,00 e 0,22  $\text{mmol/m}^3$  e entre 0,13 a 1,32  $\text{mmol/m}^3$ , respectivamente.

Com o objetivo de identificar os padrões de distribuição vertical do zooplâncton, a partir de uma análise temporal (36 horas) de observações em uma estação fixa, sob condições de ressurgência, na região de Arraial do Cabo-RJ, SANTOS (2003) realizou arrastos verticais de 3 em 3 horas, aproximadamente, em quatro camadas (superfície, termoclina, intermediária e fundo), além de amostragens de água para determinação das concentrações de nutrientes e de

Clorofila-a. Os nutrientes foram analisados através do método descrito por STRICKLAND & PARSONS (1972). As concentrações de Nitrato variaram de 0,26 a 11,16  $\mu\text{Mol/L}$ , de Fosfato entre 0,06 e 0,86  $\mu\text{Mol/L}$ , de Nitrito entre 0,0 a 0,41  $\mu\text{Mol/L}$  e a Amônia apresentou concentrações menores que 0,6  $\mu\text{g/L}$ .

Estudos sobre as comunidades de zooplâncton e ictioplâncton, no litoral do Rio de Janeiro, foram realizados a partir de 141 amostras coletadas pelo navio oceanográfico Almirante Saldanha, em junho de 1977 e maio-junho de 1980 (NOGUEIRA *et al.*, 1999). Os Nutrientes apresentaram concentrações de 0 a 6,6  $\mu\text{M}$ , o Silicato na faixa entre 1,8 e 11,5  $\mu\text{M}$  e o Fosfato não apresentou concentração superior a 2,12  $\mu\text{M}$ .

**QUADRO II.5.1.3-5: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA E DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA DEVON SOBRE A COMPOSIÇÃO DE NUTRIENTES (AMÔNIA, NITRITO E NITRATO)**

REFERÊNCIA	PERÍODO		AMÔNIA ( $\mu\text{M}$ )	NITRITO ( $\mu\text{M}$ )	NITRATO ( $\mu\text{M}$ )	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69			
									LAT (S)	LONG (W)		
PETROBRAS, 2001	Pampo - verão	Mínimo	<0,03	<0,02	1,28	24	100	jan/98	NI	NI		
		Máximo	0,2	0,21	6,34							
		Média	<0,03	0,07	3,14							
		Desvio-p	0,05	0,06	1,76							
	Pampo - inverno	Mínimo	<0,03	<0,02	0,48	30		jul/98	NI	NI		
		Máximo	0,96	0,36	4,08							
		Média	0,24	0,08	2,88							
		Desvio-p	0,36	0,08	0,80							
	Pargo - verão	Mínimo	<0,03	<0,02	2,18	24		jan/98	NI	NI		
		Máximo	1,01	0,09	9,43							
		Média	0,16	0,04	4,66							
		Desvio-p	0,17	0,04	2,26							
Pargo - inverno	Mínimo	<0,03	<0,02	2,32	24	jun/98	NI	NI				
	Máximo	0,31	0,12	7,89								
	Média	0,05	0,05	3,62								
	Desvio-p	0,08	0,04	1,76								
PETROBRAS, 2002	verão - sup	Mínimo	<0,03	<0,02	0,5	20	100	mar/98	23° 05' 45,4"	40° 59' 20,7"		
		Máximo	0,16	0,21	2,24							
		Média	0,04	0,07	1,67							
		Desvio-p	0,05	0,06	0,57							
	verão - fundo	Mínimo	-	-	-	18		jul/98	23° 05' 45,4"	40° 59' 20,7"		
		Máximo	0,6	0,42	10,35							
		Média	<0,03	<0,02	<0,10							
		Desvio-p	0,20	0,13	2,24							
	inverno - sup	Mínimo	0,08	0,06	0,22	18			jul/98	23° 05' 45,4"	40° 59' 20,7"	
		Máximo	10,19	0,96	2,52							
		Média	2,07	0,31	1,82							
		Desvio-p	2,95	0,21	0,74							
inverno - fundo	Mínimo	<0,03	0,03	0,46	18	jul/98	23° 05' 45,4"			40° 59' 20,7"		
	Máximo	7,79	0,71	2,81								
	Média	0,94	0,21	1,92								
	Desvio-p	1,90	0,18	0,84								
MOSER, 1997	verão	Mínimo	NA	0	46		NI	dez/91 a jan/92		21° 20' e 23° 41'	40° 30' e 42° 30'	
		Máximo		2,66								8,57
	inverno	Mínimo	NA	0	44							jun e jul/92
		Máximo		0,75								
NOGUEIRA <i>et al.</i> , 1999	outono/ inverno	Mínimo	NA	0,00	141		200	jun/77 e mai e jun/80	NI	NI		
		Máximo		6,60								

REFERÊNCIA	PERÍODO		AMÔNIA	NITRITO	NITRATO	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
			(µMOL/L)	(µMOL/L)	(µMOL/L)				LAT (S)	LONG (W)
SANTOS, 2003	verão	Mínimo	<0,6	0	0,26	NI	100	jan/01	22° 58,7'	41° 58,2'
		Máximo		0,41	11,16					
CARVALHO, 2000	verão	Mínimo	0,49	0,01	0,24	NI	300	set-out/99 jun/99	23° 00'	42° 00'
		Máximo	6,08	0,67	12,5					
		Média	1,19	0,19	3,8					
	inverno	Mínimo	0,62	0	0					
		Máximo	4,96	0,68	5,23					
		Média	1,65	0,29	1,67					
CARVALHO & RODRIGUES, 2004	inverno	Mínimo	1,22	0,01	0,83	NI	60	NI	23° 01'	42° 00'
		Máximo	1,41	0,3	12,9					
VALENTIN, 1974	inverno	Mínimo	NA	<1,00	0,2	NI	NI	fev a abr/73	NI	NI
		Máximo		16,0	1,2					
GONZALEZ-RODRIGUEZ, 1994	Forno	Mínimo	NA	NA	0,00	NI	NI	jul/88 a ago/90	NI	NI
		Máximo			3,32					
		Média			0,31					
		Desvio-p			0,50					
	Búzios	Mínimo	NA	NA	0,00	NI	NI			
		Máximo			7,30					
		Média			1,20					
		Desvio-p			1,32					
	Jaconé	Mínimo	NA	NA	0,36	NI	NI			
		Máximo			8,54					
		Média			2,36					
		Desvio-p			2,04					

 NI = não identificado ; NA = não amostrado; \* = mg/m<sup>3</sup>
**QUADRO II.5.1.3-6: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA E DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA DEVON SOBRE A COMPOSIÇÃO DE NUTRIENTES (FOSFATO, FÓSFORO E SILICATO)**

REFERÊNCIA	PERÍODO		FOSFATO	FÓSFORO	SILICATO	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
			(µM)	(µM)	(µM)				LAT (S)	LONG (W)
PETROBRAS, 2001	Pampo - verão	Mínimo	<0,02	0,15	2,78	24	100	jan/98	NI	NI
		Máximo	0,58	0,73	9,04					
		Média	0,21	0,38	4,72					
		Desvio-p	0,18	0,17	1,83					
	Pampo - inverno	Mínimo	0,02	0,08	1,88	30		jul/98	NI	NI
		Máximo	0,50	1,37	7,35					
		Média	0,22	0,47	3,91					
		Desvio-p	0,16	0,26	1,26					
	Pargo - verão	Mínimo	0,09	0,09	2,2	24		jan/98	NI	NI
		Máximo	0,62	1,31	6,92					
		Média	0,31	0,45	4,38					
		Desvio-p	0,2	0,28	1,87					
Pargo - inverno	Mínimo	<0,02	0,06	2,4	24	jun/98	NI	NI		
	Máximo	0,68	1,04	9,82						
	Média	0,22	0,39	4,88						
	Desvio-p	0,18	0,28	2,12						
PETROBRAS, 2002	verão - sup	Mínimo	<0,02	0,23	0,17	20	100	mar/98	23° 05' 45,4"	40° 59' 20,7"
		Máximo	0,15	1,31	7,78					
		Média	0,11	0,48	4,07					
		Desvio-p	0,04	0,31	2,34					
	verão - fundo	Mínimo	0,4	0,82	7,44					
		Máximo	2,12	2,78	14,07					
		Média	<,02	0,28	0,6					
		Desvio-p	0,46	0,54	4,24					

REFERÊNCIA	PERÍODO		FOSFATO	FÓSFORO	SILICATO	N	PRO F. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69			
			(µM)	(µM)	(µM)				LAT (S)	LONG (W)		
PETROBRAS, 2002	inverno - sup	Mínimo	0,34	0,77	5,26	18		jul/98				
		Máximo	3,97	20,22	15,91							
		Média	1,21	5,96	9,84							
		Desvio-p	0,86	5,16	3,47							
	inverno - fundo	Mínimo	0,25	0,69	4,46							
		Máximo	1,85	12,46	16,5							
		Média	0,7	4,54	8,62							
		Desvio-p	0,45	3,53	3,47							
MOSER, 1997	verão	Mínimo	0,03	NA	0,17	46	NI	dez/91 a jan/92	21° 20' e 23° 41'	40° 30' e 42° 30'		
		Máximo	0,92		7,79							
	inverno	Mínimo	0	NA	0,38						44	jun e jul/92
		Máximo	0,95		15,87							
NOGUEIRA e/ al., 1999	outono/ inverno	Mínimo	0,00	NA	1,80	141	200	jun/77 e mai e jun/80	NI	NI		
		Máximo	2,12		11,50							
SANTOS, 2003	verão	Mínimo	0,06	NA	NA	NI	100	jan/01	22° 58,7'	41° 58,2'		
		Máximo	0,86									
CARVALHO, 2000	verão	Mínimo	0,1	NA	NA	NI	300	set-out/99	23° 00' S	42° 00'		
		Máximo	0,98									
		Média	0,42									
	inverno	Mínimo	0,22	NA	NA						jun/99	
		Máximo	0,74									
		Média	0,37									
CARVALHO & RODRIGUES, 2004	inverno	Mínimo	0,12	NA	NA	NI	60	NI	23° 01'	42° 00'		
		Máximo	0,99									
J. VALENTIN, 1974	inverno	Mínimo	NA	NA	2,0	NI	NI	fev a abr/73	NI	NI		
		Máximo			10,0							
GONZALEZ-RODRIGUEZ, 1994	Forno	Mínimo	0,00	NA	NA	NI	NI	jul/88 a ago/90	NI	NI		
		Máximo	0,47									
		Média	0,21									
		Desvio-p	0,15									
	Búzios	Mínimo	0,00	NA	NA	NI	NI					
		Máximo	0,22									
		Média	0,35									
		Desvio-p	0,22									
	Jaconé	Mínimo	0,13	NA	NA	NI	NI					
		Máximo	1,32									
		Média	0,47									
		Desvio-p	0,25									

 NI = não identificado ; NA = não amostrado; \* = mg/m<sup>3</sup>

## f) Clorofila-a:

Nos trabalhos encontrados para a região do empreendimento os valores de clorofila-a, apresentaram valores entre não detectável e 25,55 mg/m<sup>3</sup> nas profundidades amostradas (**Quadro II.5.1.3-7**).

No estudo da PETROBRAS (2001), para a análise de clorofila-a, foram coletadas 48 amostras na plataforma de Pargo e 54 amostras na plataforma de Pampo nas campanhas de verão e inverno. As amostras foram imediatamente filtradas a vácuo. Suas concentrações variaram entre não-detectável (<0,01) e 0,79 µg/L, com média de 0,31 µg/L. Os maiores valores foram encontrados na superfície, sendo encontradas as maiores concentrações obtidas no inverno, quando comparadas àquelas encontrada no verão, na plataforma de Pargo. Na plataforma de Pampo a clorofila-a variou entre não-detectável (<0,01) e 0,89 µg/L, com média de 0,25 µg/L. Os maiores valores foram encontrados em uma profundidade intermediária, enquanto nas camadas de superfície e fundo os valores encontrados foram os mais baixos. A clorofila-a foi uma das variáveis que apresentou variação sazonal, padrão que parece ser comum para esta região do Brasil (MAYR *et al.*, 1989).

Em CARVALHO (2000), a concentração de clorofila-a variou de 0,12 a 8,59 mg/m<sup>3</sup> na campanha de verão, com média de 1,03 mg/m<sup>3</sup> e ficou na faixa de 0,11 a 3,34 mg/m<sup>3</sup> na campanha de inverno com média de 0,66 mg/m<sup>3</sup>, as amostras foram coletadas em uma estação fixa a 60 m de profundidade, e foram determinados pelo método descrito por STRICKLAND & PARSONS (1972).

Em estudo da distribuição da biomassa fitoplanctônica na Bacia de Campos (MOSER, 1997), clorofila-a variou entre 0,00 e 2,35 mg/m<sup>3</sup>, no inverno, apresentando padrão de distribuição decrescente em direção ao fundo e crescente em direção à costa. No verão, as estações localizadas em frente a Cabo Frio apresentaram valores mais elevados de clorofila-a (entre 10 e 25,5 mg/m<sup>3</sup>). Os altos valores de clorofila-a associados a baixos valores de Nitrito e a presença de ACAS (Água Central do Atlântico Sul) sugerem que a ressurgência se encontrava em sua fase produtiva (próxima a superfície) na campanha de verão, e na campanha de inverno a concentração alta de Nitrato associado a baixos níveis de clorofila-a, a presença de ACAS mais ao fundo, sugeriam que a ressurgência se encontrava em sua fase inicial.

MOSER & GIANESELLA-GALVÃO (1996), utilizando Sistema Integrado de Geoprocessamento (SIG) e SPRING 2.0.1 na Bacia de Campos, para fazer representações da distribuição de clorofila, encontraram concentrações de clorofila baixas para toda área, crescentes em direção costa, e raramente excedeu os valores entre 0,20 a 0,50 mg/m<sup>3</sup>.

VALENTIN (1974), no programa de um ciclo anual de estudos de plâncton e de fenômenos biológicos ligados à presença da ressurgência de Cabo Frio,



encontrou concentrações de Clorofila-a entre <0,2 a 3,0 mg/m<sup>3</sup>, este último valor indicando uma proliferação algal, confirmada pelas contagens celulares o método para a obtenção de Clorofila-a foi utilizado o método espectrofotométrico de RICHARDS & THOMPSON (1952)

Com o objetivo de identificar os padrões de distribuição vertical do zooplâncton, a partir de uma análise temporal (36 horas) de observações em uma estação fixa, sob condições de ressurgência, na região de Arraial do Cabo-RJ, SANTOS (2003) realizou arrastos verticais de 3 em 3 horas, aproximadamente, em quatro camadas (superfície, termoclina, intermediária e fundo), além de amostragens de água para determinação das concentrações de clorofila-a. A clorofila-a foi analisada através de espectrofotômetro, segundo STRICKLAND & PARSONS (1972) e SCOR-UNESCO (1966). As concentrações clorofila-a variaram de 0,10 a 4,67 mg/m<sup>3</sup>.

**QUADRO II.5.1.3-7: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA E DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA DEVON SOBRE A COMPOSIÇÃO DE CLOROFILA-a**

REFERÊNCIA	PERÍODO		CLOROFILA-a	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
			(µg.l <sup>-1</sup> )				LAT (S)	LONG (W)
PETROBRAS, 2001	Pampo - verão	Mínimo	0	24	100	jan/98	NI	NI
		Máximo	0,43					
		Média	0,11					
		Desvio-p	0,13					
	Pampo - inverno	Mínimo	0,07	30		jul/98	NI	NI
		Máximo	0,89					
		Média	0,34					
		Desvio-p	0,19					
	Pargo - verão	Mínimo	<0,01	24		jan/98	NI	NI
		Máximo	0,73					
		Média	0,2					
		Desvio-p	0,21					
Pargo - inverno	Mínimo	0,05	24	jun/98	NI	NI		
	Máximo	0,79						
	Média	0,42						
	Desvio-p	0,21						
PETROBRAS, 2002	verão - superfície	Mínimo	0,1	20	100	mar/98	23° 05' 45,4	40° 59' 20,7"
		Máximo	2,31					
		Média	0,97					
		Desvio-p	0,52					
	verão - fundo	Mínimo	0,18					
		Máximo	2,54					
		Média	1,6					
		Desvio-p	0,65					

continua



continuação

REFERÊNCIA	PERÍODO		CLOROFILA- a	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
			( $\mu\text{g.l}^{-1}$ )				LAT (S)	LONG (W)
	inverno - superfície	Mínimo	0,33	18		jul/98		
		Máximo	1,98					
		Média	1,23					
		Desvio- p	0,47					
	inverno - fundo	Mínimo	0,56					
		Máximo	3,13					
		Média	1,77					
		Desvio- p	0,75					
MOSER, 1997	verão	Mínimo	0	46	NI	dez/91 a jan/92	21° 20' e 23° 41'	40° 30' e 42° 30'
		Máximo	25,55*					
	inverno	Mínimo	0	44				
		Máximo	2,35*					
NOGUEIRA <i>et al.</i> , 1999	-	Mínimo	NA	141	200,00	jun/77 e mai e jun/80	NI	NI
		Máximo						
SANTOS, 2003	verão	Mínimo	0,1	NI	100	jan/01	22° 58,7'	41° 58,2'
		Máximo	4,67					
CARVALHO, 2000	verão	Mínimo	0,12	NI	300	set- out/99	23° 00'	42° 00'
		Máximo	8,59					
		Média	1,03					
	inverno	Mínimo	0,11					
		Máximo	3,34					
		Média	0,66					

 NI = não identificado; \* =  $\text{mg/m}^3$ 

#### g) Oxigênio Dissolvido e pH:

Nos trabalhos encontrados na região do empreendimento, os valores de oxigênio dissolvido variaram de 2,56 a 6,11 mL/L e os de pH variaram de 6,87 a 8,54, nas profundidades amostradas (**Quadro II.5.1.3-8**).

Em PETROBRAS (2001), para a determinação do pH foi utilizado um potenciômetro Coming® Digital 112, descrito por GRASSHOFF *et al.* (1993) e para a determinação do Oxigênio Dissolvido, a amostra foi fixada, e seguiu o método descrito por CNEXO (1983). Na plataforma de Pargo o Oxigênio Dissolvido ficou na faixa entre 4,33 e 5,09 mL/L, com média de 4,71 mL/L, com os maiores valores sendo encontrados na superfície, em média 4,87 mL/L, enquanto nas camadas de meio e fundo os valores encontrados estiveram por volta de 4,70 mL/L, sendo, os valores de OD foram ligeiramente menores no inverno mas as diferenças entre as estações não foram significativas. O pH ficou na faixa entre 6,97 e 8,47, sendo em média 7,64, os menores e maiores valores foram encontrados na superfície, os valores foram que nas outras profundidades. Foi observado um gradiente decrescente de pH de acordo com o aumento da profundidade, sendo na camada de meio, em média, 7,62 e no fundo 7,35 não foram encontradas diferenças sazonais na distribuição do pH.

Na plataforma de Pampo, o oxigênio dissolvido ficou na faixa entre 3,85 e 5,31 mL/L, com média de 4,34 mL/L, com os maiores valores encontrados no meio e no fundo, os valores de OD foram ligeiramente maiores no inverno. O pH ficou na faixa entre 7,51 e 8,54, sendo em média 7,93, os menores valores foram encontrados no fundo no inverno e no meio no verão.

CARVALHO (2000), com a finalidade de observar as variações espaço-temporais da atividade do bacterioplâncton e do fitoplâncton provocadas pela ressurgência e a importância da contribuição das bactérias para a cadeia trófica da região de Arraial do Cabo, RJ, Brasil, encontrou valores de oxigênio dissolvido para a área entre de 4,21 a 6,11 mL/L no verão, com média de 5,13 mL/L e valores entre 4,25 a 7,31 mL/L na campanha de inverno, com média de 4,88 mL/L.

Na análise dos parâmetros de oxigênio dissolvido (OD) e pH em DEVON (2002), o OD foi analisado em sete estações através de um oxímetro ORION® modelo 1230 e o pH através de um potenciômetro modelo CORNING® Digital pH-10 CHEKMITE, ambos calibrados em laboratório. Para OD foi registrado uma variação entre 5,58 e 5,67 mL/L e o pH variou entre 7,72 e 8,00 na campanha antes da perfuração, apresentando uma variação muito baixa, durante a perfuração o OD variou entre 2,79 a 2,89 mL/L e o pH variou entre 8,16 e 8,33, após a perfuração o OD variou entre 2,56 e 2,90 mL/L e o pH apresentou valor constante em todas as estações, valor igual a 8,00, valores estes dentro das faixas relatadas para a região (ANDRADE *et al.*, 1999; NIENCHESSKI *et al.*, 1999) (**Quadro II.5.1.3-8**).

**QUADRO II.5.1.3-8: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA E DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA DEVON SOBRE A COMPOSIÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PH**

REFERÊNCIA	PERÍODO		OD	PH	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
			(mL/L)					LATITUDE / X/E	LONGITUDE / Y(N)
PETROBRAS, 2001	Pampo - verão	Mínimo	3,85	7,51	24	100	jan/98	NI	NI
		Máximo	5,28	8,31					
		Média	4,75	7,95					
		Desvio-p	0,32	0,22					
	Pampo - inverno	Mínimo	4,03	7,71	30	100	jul/98	NI	NI
		Máximo	5,31	8,54					
		Média	4,62	8,19					
		Desvio-p	0,31	0,20					
	Pargo - verão	Mínimo	4,48	6,98	24	100	jan/98	NI	NI
		Máximo	5,09	8,47					
		Média	4,8	7,67					
		Desvio-p	0,18	0,38					
Pargo - inverno	Mínimo	4,33	6,97	24	100	jun/98	NI	NI	
	Máximo	5,03	8,15						
	Média	4,62	7,61						
	Desvio-p	0,2	0,3						
PETROBRAS, 2002	verão - sup	Mínimo	4,33	7,75	20	100	mar/98	23° 05' 45,4" S	40° 59' 20,7" W
		Máximo	4,67	8,11					
		Média	4,5	7,95					

continua

continuação

REFERÊNCIA	PERÍODO		OD	PH	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
			(mL/L)					LATITUDE / X/E	LONGITUDE / Y(N)
PETROBRAS, 2002	verão - fundo	Mínimo	3,42	7,78	18		jul/98		
		Máximo	4,59	8,11					
		Média	4,09	7,89					
	inverno - sup	Mínimo	4,42	6,87					
		Máximo	5,09	8,31					
		Média	4,77	7,76					
	inverno - fundo	Mínimo	4,3	6,95					
		Máximo	5,34	8,35					
		Média	4,88	7,74					
CARVALHO, 2000	verão	Mínimo	4,21	NA	NI	300	set-out/99	23° 00' S	42° 00' W
		Máximo	6,11						
		Média	5,13						
	inverno	Mínimo	4,25	NA					
		Máximo	7,31						
Média	4,88								
DEVON, 2002	antes da perfuração	Mínimo	5,58	7,72	8	100	out/01	23°05'12,21"S 297.940,0	40°58'21,563"W 7.445.506,7
		Máximo	5,67	8,00					
		Média	5,62	7,90					
		Desvio-p	0,03	0,12					
	durante a perfuração	Mínimo	2,79	8,16					
		Máximo	2,89	8,33					
		Média	2,85	8,25					
		Desvio-p	0,03	0,06					
	depois da perfuração	Mínimo	2,56	8,00					
		Máximo	3,00	8,00					
		Média	2,78	8,00					
		Desvio-p	0,17	0,00					

NI = não identificado ; NA = não amostrado;

#### h) Sulfetos:

Nos trabalhos encontrados na região do empreendimento, as concentrações de sulfetos de valores não detectados a 0,004mg/L nas profundidades amostradas.

PETROBRAS (2001) apresentou dados de sulfetos. As amostras coletadas em garrafas Niskin (10L) e transferidas para frascos de 100 mL, onde foram preservadas com acetato de zinco e hidróxido de sódio, utilizou-se um cromatógrafo de íon DIONEX, modelo DX-300 com detector PED (*Pulsed Electrochemical Detector*) na campanha de inverno e as amostras da campanha de verão foram analisadas, através de titulação potenciométrica com AgNO<sub>3</sub>. Na campanha de inverno foram coletadas 45 amostras, todas as amostras apresentaram concentração inferior a 0,002 mg/L, à exceção de uma amostra que apresentou concentração de 0,004 mg/L. Na campanha de verão foram coletadas 21 amostras e todas as amostras se encontravam em valores inferiores a 0,5 mg/L (limite de detecção do método utilizado).

Em PETROBRAS (2002), para as amostras para a determinação de sulfetos foi utilizada a mesma metodologia de coleta e análise utilizada em PETROBRAS

(2001). Foram coletadas 20 amostras no verão e 20 amostras no inverno, e todas as amostras se encontraram em concentrações inferiores a 0,002 mg/L.

### II.5.1.3.2 Parâmetros do Sedimento

#### a) Granulometria:

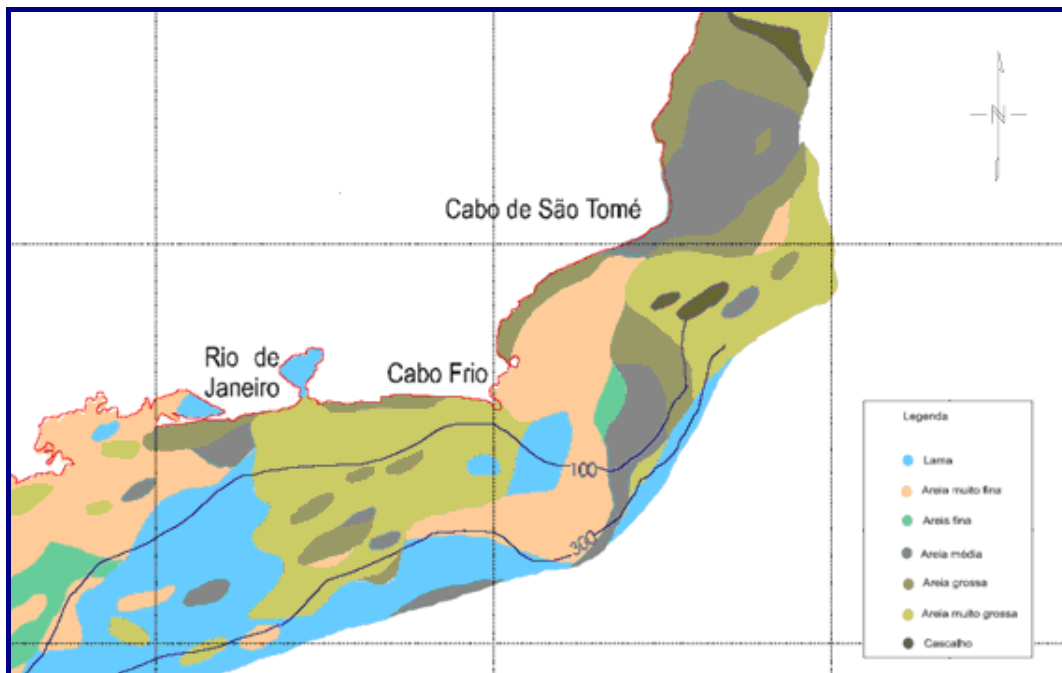
Quanto à distribuição granulométrica dos sedimentos das áreas de influência do empreendimento, nos trabalhos encontrados os teores de cascalho variaram entre 0 a 30,93%, de areia entre 23,28% e 53,37%, de silte entre 11,36% e 93,97%, de argila entre 5,03% e de 36,74% e carbonatos entre 2,84% e 79,02%, nas estações amostradas (**Quadro II.5.1.3-9**).

As variações sedimentares que compõem o fundo marinho são resultantes de processos primários, geológicos e físicos, e de processos secundários, químicos e biológicos. Estas variações acontecem de forma espacial e temporal, em diferentes escalas. Desta forma, os tipos de grãos encontrados, seu selecionamento, teor de carbonatos, diâmetro médio e outras características sedimentares são resultantes desses vários processos que agem de forma sinérgica.

Segundo BASTOS & SILVA (2000) e LANA *et al.* (1996) na plataforma continental ao Sul de Cabo Frio (RJ) as isóbatas se encontram bastantes próximas, atingindo rapidamente a isóbata de 140m, ocorrendo um alargamento da plataforma na direção Norte e ao longo do estado de São Paulo a plataforma continental apresentada cerca de 140 km da costa até o talude.

De acordo com ALVES & PONZI (1984) o sedimento ao longo da plataforma interna entre Itabapoana (RJ) e Cabo Frio (RJ) é predominantemente terrígena, representada por areias quartzosas com baixo teor de carbonatos, exceto a região ao largo de Itabapoana, onde predomina sedimentos carbonáticos e a plataforma externa é caracterizada pela presença de sedimentos carbonáticos, compostos principalmente por algas calcárias nodulares e ramificadas.

Conforme FIGUEIREDO & MADUREIRA (1999) e FIGUEIREDO & TESSLER (1999) na área sul de Cabo Frio (RJ) a partir de 100m de profundidade, há uma predominância de lamas, com áreas formadas por lamas arenosas ao longo do talude. Na plataforma média e interna ao Sul do Rio de Janeiro temos a presença de areias finas e muito finas, sendo intercalado com areias grossas e cascalhos. Já ao Norte do Rio de Janeiro são encontrados sedimentos mais grossos e maior variação granulométrica, devido às províncias isoladas de sedimentos de várias granulometrias (**Figura II.5.1.3-6**).



**FIGURA II.5.1.3-6: MAPA DE GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS NA COSTA SUDESTE DO BRASIL (ADAPTADO DE REVIZEE – SCORE SUL, 2003)**

**FONTE: RELATÓRIO REVIZEE E FIGUEIREDO & MADUREIRA (1999).**

Ao longo da costa do Estado do Rio de Janeiro, a granulometria e a composição de sedimento são as mais heterogênicas em relação aos demais estados em direção ao litoral Sul (FIGUEIREDO & MADUREIRA, 1999).

Em DEVON (2002), o sedimento analisado do entorno do poço 1-DEV-3-RJS em oito estações foi considerado bastante homogêneo quanto à sua composição e granulometria, a análise das amostras de sedimento foi realizada segundo a metodologia descrita por SUGUIO (1973) e HOLME & MCINTYRE (1984). O silte foi a fração predominante e não foram encontradas frações maiores que areia muito fina. O silte e a areia muito fina ocorreram em todas as estações e a argila em 97,2% das estações, a areia fina ocorreu em 31,4%, a areia média em 31,5%, a areia grossa em 28,7%, a areia muito grossa em 25,9% e o cascalho em 11,9% das estações. De uma maneira geral, as areias predominaram em 24,1% das estações, enquanto que as partículas menores que 63 micron predominaram em 75,9% das estações. As amostras de sedimento contiveram teores extremamente elevados (35% em média) de carbonatos em todas as estações.

Em PETROBRAS (2001), os autores puderam observar tipos diferentes de sedimentos no entorno de cada uma das plataformas (Pampo e Pargo), sendo que a plataforma de Pargo apresentou um substrato composto por areia fina bem selecionada e com teores de calcário variando entre 20 e 30%. Já a plataforma de Pampo apresentou um substrato predominantemente consolidado, de origem biogênica, composto principalmente por concreções carbonáticas, formado por algas calcárias, com a presença de um canal alongado no sentido Sudoeste-Nordeste, canal este constituído por sedimento

lamoso rico em carbonatos. Os autores também ressaltam o fato de que os substratos carbonáticos duros, como aqueles existentes na região da plataforma de Pampo, não favorecem a deposição de particulado e, portanto, não constituem local adequado para a avaliação dos impactos provenientes do lançamento de efluentes no meio marinho. A taxa de sedimentação na região da plataforma de Pampo foi de 0,8 mm/ano, sendo este valor coerente com uma região de baixa deposição de sedimentos, como a plataforma continental. Já a taxa de sedimentação encontrada na região de Pargo, que foi de 2,8 mm/ano, elevada, e foi explicada pelos autores como sendo um possível reflexo de um maior aporte de material particulado de origem fluvial.

Províncias carbonáticas com sedimentos contendo mais de 50% de carbonato de cálcio foram encontradas nas plataformas média e externa ao Norte do Rio de Janeiro, conforme descrito por LANA *et al.* (1996).

A análise granulométrica, realizada no relatório final da caracterização de pré-operação e monitoramento pós-operação, incluídos no Programa de Monitoramento Ambiental da Área de Influência do Emissário de Cabiúnas, em PETROBRAS (2002), indicou que os sedimentos da região variam entre areia grossa e silte. Os teores de carbonatos variaram entre não detectável e 8,4%.

Em DEVON (2005a), o tamanho médio dos grãos variou de areia muito fina a silte, na campanha de antes da perfuração, e de areia média a silte, depois da perfuração, nas 10 amostras analisadas nas campanhas do projeto de monitoramento ambiental da perfuração no Bloco BM-C-8. Cascalho variou de 11,91% a 30,93% antes da perfuração e de 6,10% a 27,37% após a perfuração. Os teores de cascalho, areia e argila foram substancialmente diferentes entre as duas campanhas, sendo silte a única fração que não apresentou diferença entre as campanhas. Os teores de cascalho e argila foram maiores na campanha anterior à perfuração e os teores de areia foram maiores na campanha posterior à perfuração.



**QUADRO II.5.1.3-9: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA E DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA DEVON SOBRE A COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA**

REFERÊNCIA	PERÍODO	TIPO	MÍNIMO (%)	MÁXIMO (%)	MÉDIA	DESVIO-P	N	PROF.	DATA	COORDENADAS SAD 69	
										LAT (S)	LONG (W)
DEVON, 2002	antes da perfuração	Cascalho	0,00	0,00	0,00	0,00	8	100	out/01	23°05'12,21"S 297.940,0	40°58'21,563"W 7.445.506,7
		Areia m. grossa	0,00	0,00	0,00	0,00					
		Areia Grossa	0,00	0,00	0,00	0,00					
		Areia Média	0,00	0,00	0,00	0,00					
		Areia Fina	0,00	0,00	0,00	0,00					
		Areia m. fina	0,80	2,20	1,40	0,42					
		Silte	87,67	93,97	91,73	1,93					
		Argila	5,03	10,12	6,88	1,63					
	Carbonatos	33,92	38,56	35,39	11,33						
	depois da perfuração	Cascalho	0,00	0,00	0,00	0,00					
		Areia m. grossa	0,00	0,00	0,00	0,00					
		Areia Grossa	0,00	0,00	0,00	0,00					
		Areia Média	0,00	0,00	0,00	0,00					
		Areia Fina	0,00	0,00	0,00	0,00					
		Areia m. fina	0,87	2,93	1,44	0,72					
		Silte	81,60	92,99	88,61	3,51					
Argila		6,06	16,35	9,96	3,11						
DEVON, 2005a	antes da perfuração	Cascalho	11,91	30,93	19,79	6,28	10	100	mai e jun/04	23°05'45,4"S	40°59'20,7"W
		Areia	23,28	53,37	32,62	8,81					
		Silte	11,36	27,01	20,33	4,99					
	depois da perfuração	Argila	19,76	36,74	27,26	5,90					
		Cascalho	6,10	27,37	16,31	6,23					
		Areia	34,64	55,13	41,99	6,12					
		Silte	15,55	29,07	22,15	5,10					
Argila	13,46	27,85	19,56	4,86							
PETROBRAS, 2001	Pampo - verão	Carbonatos	2,84	77,67	51,29	19,16	8	100	jan/98	NI	NI
	Pampo - inverno	Carbonatos	29,62	75,29	50,88	11,06	11	100	jul/98	NI	NI
	Pargo - verão	Carbonatos	6,57	52,27	25,33	7,62	11	100	jan/98	NI	NI
	Pargo - inverno	Carbonatos	14,02	55,61	26,56	7,32	11	100	jun/98	NI	NI

NI = não identificado

**b) Metais:**

Nos trabalhos encontrados na região do empreendimento, as concentrações de bário variaram entre 5,48 e 328 mg/kg, de ferro entre 0,5 e 9,18 mg/kg, de chumbo entre 3,5 e 27,12 mg/kg, de cromo entre 9,36 e 28,71 mg/kg, de cobre entre 1,86 e 8,88 mg/kg, de zinco entre 9,56 e 116 mg/kg, níquel entre 2,27 e 46,7 mg/kg, cádmio entre 0,01 e 0,47 mg/kg, mercúrio entre <0,07 e 61 mg/kg e vanádio entre 1,89 e 110 mg/kg, no sedimento das estações amostradas (**Quadros II.5.1.3-10 e II.5.1.3-11**).

Em PETROBRAS (2001), as amostras de sedimento foram peneiradas, homogeneizadas em gral de porcelana e, em seguida, para a determinação



dos seguintes metais: Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Ba, Sn, Ag e Al, foi feito procedimento químico de solubilização de amostras que consistiu na mineralização de 1g ( $\pm 0,100g$ ) de sedimento seco em presença de uma mistura ácida (10ml de HF e 5ml de HNO<sub>3</sub> concentrados) em bomba de teflon a 110°C durante 18 horas. As soluções foram então transferidas para cadinhos de teflon para evaporação total da mistura ácida em banho de areia, sendo o resíduo retomado em HNO<sub>3</sub> 0,5N (volume final de 20ml). Em muitos casos, o procedimento de solubilização das amostras com a mistura de HF e HNO<sub>3</sub> era repetido até a completa solubilização da amostra. As determinações das concentrações de metais pesados foram realizadas por ICP-AES Varian (Liberty Series II), seguindo-se a cada intervalo de 30 determinações a recalibração do equipamento. Esta metodologia para a determinação da concentração total vem sendo amplamente utilizada por vários autores (CARVALHO, 1997; KERSTEN & FÖRSTNER, 1989; RANTALLA & LORING, 1987; Farmer & Gibson; 1981). Os sedimentos para determinação de Hg foram secos em estufa a 50°C até atingir peso constante. Duplicatas de cada amostra de sedimento seco, aproximadamente 1,0 g ( $\pm 0,100g$ ), foram digeridas em água régia 50% em banho-maria e colocadas em um sistema de refluxo fechado, mantidas por duas horas a 40°C. Do extrato ácido foram retirados 2ml, adicionados 2ml de SnCl<sub>2</sub> para redução do Hg presente na amostra e geração de vapor de Hg. O vapor foi carreado por um fluxo de ar puro, isento de Hg, e as concentrações determinadas por absorção atômica Bacharach Modelo 2.500 (GONÇALVES, 1999).

Em PETROBRAS (2001), os autores observaram que, na plataforma de Pargo, apenas as concentrações de bário foram ligeiramente elevadas em ambas campanhas. Não foram observadas diferenças significativas nas concentrações de metais medidas em função do distanciamento das plataformas. Ainda referente à plataforma de Pargo, os autores, observaram um aumento de Cr, Fe e Hg nas estações mais distantes, sugerindo, portanto a participação de uma fonte continental; já os maiores valores de Cu, Zn e Ba nas estações mais próximas à Plataforma foram associados ao descarte da atividade. Com relação à Plataforma de Pampo, a distribuição dos metais foi influenciada pela distância entre as estações, pela deposição preferencial na direção SW e pela influência do fundo carbonático.

Em DEVON (2002), as concentrações de metais em torno do poço antes da perfuração e após a perfuração não apresentaram nenhuma tendência. Mercúrio não foi detectado em nenhuma campanha e vanádio não foi detectado na campanha após a perfuração.

TOLDO JR *et al.* (2004) avaliaram os níveis de metais na Bacia de Campos em 54 estações em uma profundidade média de 900 metros em três campanhas, antes da perfuração, um mês após a perfuração e outros doze meses após a perfuração, a metodologia de análise utilizada para detectar Ba, Fe, Pb, Cr, Cu, Zn, Ni, Hg e V, foi ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*) e para determinar Cd foi utilizado o método GFAAS (*Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry*). O metal mercúrio não foi detectado,

ficando abaixo do limite de detecção (0,07 µM/g) em todas as campanhas. Bário foi o único metal que apresentou um aumento, provavelmente devido à utilização de barita no processo de perfuração. Cr, Cu e Cd apresentaram comportamentos semelhantes, aumentaram na segunda campanha e diminuindo na terceira campanha. Pb, Zn e Ni, tiveram variações muito pequenas, havendo um decréscimo das concentrações de Zn e Ni nas amostras da terceira campanha em relação à segunda campanha.

DEVON (2005a) apresentou o resultado de metais em dez amostras de sedimento em duas campanhas (antes e após a perfuração). Foram analisados os metais Bário e Cromo, através da técnica ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*). Os teores de Bário apresentaram variações entre as estações e em ambas as campanhas, tendo obtido valor máximo de 40,6 mg/kg na primeira campanha e de 83,9 mg/kg na segunda campanha. O metal cromo também variou, tendo ocorrido uma diminuição na campanha após a perfuração.

**QUADRO II.5.1.3-10: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA E DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA DEVON SOBRE A COMPOSIÇÃO DE METAIS (BA, FE, PB, CR E CU)**

REFERÊNCIA	PERÍODO		BÁRIO (MG/KG)	FERRC (MG/KG)	CHUMBO (MG/KG)	CROMC (MG/KG)	COBRE (MG/KG)	N	PROF (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
											LAT (S)	LONG (W)
DEVON, 2002	antes da perfura- ção	Mínimo	20,06	0,69	14,56	15,22	4,36	8	100	out/01	23°05'12,21" 297.940,0	40°58'21,563" 7.445.506,7
		Máximo	61,28	1,31	19,24	28,21	6,18					
		Média	43,93	1,02	17,73	23,20	5,31					
		Desvio-p	10,58	0,22	1,68	4,17	0,63					
	depois da perfura- ção	Mínimo	5,48	0,50	22,12	15,59	6,54			nov/01		
		Máximo	55,97	1,36	27,12	28,71	8,88					
		Média	23,84	0,98	25,06	23,26	7,68					
		Desvio-p	16,22	0,36	1,46	4,83	1,03					
DEVON, 2005a	antes da perfura- ção	Mínimo	14,7	:	:	12,6	:	10	100	mai e jun/04	23°05'45,4"	40°59'20,7"
		Máximo	40,6	:	:	25,5	:					
		Média	24,97	:	:	18,78	:					
		Desvio-p	9,35	:	:	4,85	:					
	depois da perfura- ção	Mínimo	13,1	:	:	9,57	:			set/04		
		Máximo	83,9	:	:	15	:					
		Média	40,78	:	:	11,98	:					
		Desvio-p	20,31	:	:	2,02	:					

REFERÊNCIA	PERÍODO		BÁRIO (MG/KG)	FERRR (MG/KG)	CHUMBO (MG/KG)	CROMO (MG/KG)	COBRE (MG/KG)	N	PROF (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
											LAT (S)	LONG (W)
PETROBRAS (2001)	Pampo - verão	Mínimo	67	4,71	3,92	11,1	4,8	9	100	jan/98	NI	NI
		Máximo	402	7,29	18,6	18,6	9,39					
		Média	220,38	5,83	7,33	14,01	6,43					
		Desvio-p	120,87	0,84	4,48	2,55	1,59					
PETROBRAS 2001	Pampo - inverno	Mínimo	76,2	4,59	10,9	9,85	3,92	7		jul/98	NI	NI
		Máximo	310	6,52	7,58	16,7	7,71					
		Média	146,65	5,98	5,48	13,58	5,95					
		Desvio-p	72,14	1,63	1,96	3,86	1,96					
	Pargo - verão	Mínimo	106	5,69	3,5	13,1	2,39	11	100	jan/98	NI	NI
		Máximo	328	5,94	11,9	20,4	5,91					
		Média	194,18	7,54	6,17	16,86	3,65					
		Desvio-p	67,29	1,06	2,36	2,38	1,02					
	Pargo - inverno	Mínimo	70,4	4,43	3,67	9,36	1,86	11		jun/98	NI	NI
		Máximo	260	9,18	8,54	18,3	7,06					
		Média	136	6,30	4,91	13,04	3,11					
		Desvio-p	64,00	1,48	1,54	3,16	1,51					
TOLDO JR et al., 2004	antes da perfuração	Mínimo	135	2,16	17,1	40,1	13	54	900	abr/01	21°19'26,11	40° 08'45,26"
		Máximo	282	4,09	35,5	73,9	19,9					
		Média	207,4	3,19	21,46	57,18	16,91					
		Desvio-p	36,5	0,44	2,69	8,23	1,28					
	um mês após a perfuração	Mínimo	228	1,88	14,7	35,7	13,3	54	900	jul/01	21°19'26,11	40° 08'45,26"
		Máximo	4545	5,46	34,6	79,4	26,9					
		Média	670,4	3,03	21,97	64,26	19,78					
		Desvio-p	764,4	0,85	3,79	7,88	3,28					
	doze meses após a perfuração	Mínimo	162	2,08	17,4	44,8	12,6	54	900	jun/02	21°19'26,11	40° 08'45,26"
		Máximo	4610	4,45	34,5	74,6	24,8					
		Média	754,4	3,11	21,9	60,95	17,31					
		Desvio-p	853,9	0,52	3,31	6,16	2,56					

**QUADRO II.5.1.3-11: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA E DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA DEVON SOBRE A COMPOSIÇÃO DE METAIS (ZN, NI, CD, HG E V)**

REFERÊNCIA	PERÍODO		ZINCO (MG/KG)	NÍQUEL (MG/KG)	CÁDMIC (MG/KG)	MERCÚRIO (MG/KG)	VANÁDIO (MG/KG)	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
											LAT (S)	LONG (W)
DEVON, 2002	antes da perfuração	Mínimo	14,85	13,64	1,86	< 0,05	5,20	8	100	out/01	23°05'12,21"	40°58'21,6"
		Máximo	24,33	18,77	2,44	< 0,05	26,75					
		Média	19,95	16,07	2,20	:	21,372					
	depois da perfuração	Desvio-p	3,85	1,63	0,21	:	7,261					
		Mínimo	19,23	24,18	3,37	< 0,05	< 0,05					
		Máximo	43,38	29,21	4,26	< 0,05	< 0,05					
Média	29,11	26,15	3,74	:	:							
Desvio-p	9,29	2,03	0,27	:	:							
DEVON, 2005a	antes da perfuração	Mínimo	:	:	:	:	:	10	100	mai e jun/04	23°05'45,4"	40°59'20,7"
		Máximo	:	:	:	:	:					
		Média	:	:	:	:	:					
		Desvio-p	:	:	:	:	:					
	depois da perfuração	Mínimo	:	:	:	:	:					
		Máximo	:	:	:	:	:					
		Média	:	:	:	:	:					
		Desvio-p	:	:	:	:	:					

REFERÊNCIA	PERÍODO		ZINCO (MG/KG)	NÍQUEL (MG/KG)	CÁDMIC (MG/KG)	MERCÚRIO (MG/KG)	VANÁDIO (MG/KG)	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69			
											LAT(S)	LONG(W)		
PETROBRAS, 2001	Pampo – verão	Mínimo	15,6	5,41	< 0,10	27	14,4	9	100	jan/98	NI	NI		
		Máximo	84,6	14,2	0,24	48	19							
		Média	32,60	7,87	0,17	34,35	17,06							
		Desvio-p	23,76	2,91	0,08	8,04	1,69							
	Pampo – inverno	Mínimo	36,9	10,5	< 0,10	32,4	22,5			7	jul/98	NI	NI	
		Máximo	16,8	7,96	0,27	48	17,5							
		Média	23,66	6,97	0,21	40,74	16,4							
	Desvio-p	20,47	1,10	0,08	20,19	2,10								
		Pargo – verão	Mínimo	13,1	6,09	< 0,10	29			1,89	11	jan/98	NI	NI
			Máximo	116	9,51	< 0,10	53			18,6				
	Média		30,04	7,74	:	40,27	14,92							
	Desvio-p	29,37	1,24	:	7,84	4,42								
	Pargo – inverno	Mínimo	9,56	2,27	< 0,10	11,5	10,6			11	jun/98	NI	NI	
		Máximo	50,1	7,49	0,21	61	23,6							
		Média	18,94	4,64	:	36,93	16,45							
	Desvio-p	11,55	1,78	:	17,35	4,05								

REFERÊNCIA	PERÍODO		ZINCO (MG/KG)	NÍQUEL (MG/KG)	CÁDMIC (MG/KG)	MERCÚRIO (MG/KG)	VANÁDIO (MG/KG)	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
											LAT(S)	LONG(W)
TOLDO JR et al., 2004	antes da perfuração	Mínimo	61,4	24,3	0,01	<0,07	66,1	54	900	abr/01	21°19'26,11	40°08'45,26"
		Máximo	103	45,2	0,44	<0,07	93					
		Média	80,6	33,51	0,19	<0,07	80,36					
		Desvio-p	9,13	3,44	0,09	<0,07	5,85					
	um mês após a perfuração	Mínimo	49,1	19,9	0,11	<0,07	59,7			jul/01		
		Máximo	105	46,7	0,47	<0,07	110					
		Média	70,86	31,05	0,27	<0,07	78,72					
		Desvio-p	12,19	4,26	0,07	<0,07	7,2					
	doze meses após a perfuração	Mínimo	41,1	21	0,05	<0,07	52,6			jun/02		
		Máximo	102	38,9	0,44	<0,07	90,8					
		Média	67,87	21,9	0,18	<0,07	79,21					
		Desvio-p	15,6	4,07	0,09	<0,07	7,08					

## c) Hidrocarbonetos:

Nos trabalhos disponíveis para a região do empreendimento, os valores de TPH no sedimento variaram de 0,11 a 23,72 ppm e os valores de HPA variaram entre 0,005 e 223,83 ppm (**Quadro II.5.1.3-12**).

A análise de cromatografia gasosa (CG) e a de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), de extratos orgânicos de amostras de água e sedimento, permitem identificar, caracterizar, diferenciar e quantificar os vários tipos de hidrocarbonetos utilizados na avaliação ambiental. Sob tal aspecto, torna-se imperativo separar os hidrocarbonetos de origem antrópica (termogênica) dos biogênicos. Entre os hidrocarbonetos mais estudados, podem ser destacados os hidrocarbonetos alifáticos (ex.: n-alcenos, isoprenóides e cicloalcenos) e os aromáticos (ex.: naftalenos, benzenos, fenantrenos, etc.).

A maior fonte de hidrocarbonetos no ecossistema marinho é a antrópica, que envolve a contribuição de efluentes urbanos e industriais, transporte e acidentes marítimos. Em geral, as fontes naturais contribuem em menor proporção com hidrocarbonetos. Mas, em áreas abertas como os oceanos, onde a influência antrópica é mínima, as fontes naturais têm importância primordial e são as principais responsáveis pelos níveis de background observados. Apesar das diminutas concentrações, o conhecimento dos níveis de background é muito importante porque permite avaliar e monitorar os impactos que as atividades antrópicas exercem no meio ambiente.

Em PETROBRAS (2001), as análises de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) por fluorescência de ultravioleta realizadas nos extratos de sedimentos marinhos coletados, em equivalentes de cristo, para os no entorno da plataforma de Pargo indicaram valores na faixa de 3,5 a 53,4 mg/g, para a campanha de verão de 1998, e de 2,2 a 34,8 mg/g, para a campanha de inverno de 1998. Quanto aos sedimentos das proximidades de Pampo, foram verificados resultados na faixa de 5,6 a 62,2 mg/g para a campanha de verão de 1998 e de 4,3 a 49,6 mg/g para a campanha de inverno de 1998. Já as concentrações obtidas por CG-EM no sedimento do entorno da plataforma de Pargo apresentaram a soma dos HPA na faixa de 60 a 2.095 ng/g. Para os sedimentos de Pampo, a soma dos HPA individuais se encontrou na faixa de 61 a 207 ng/g. Foram observadas diferenças de duas a três ordens de grandezas inferiores para os resultados de CG-EM, quando comparados com concentrações de HPA encontradas através da metodologia fluorescência de UV, o que já seria esperado, uma vez que a metodologia de fluorescência mede o total de HPA, e certamente outros compostos que fluorescem no comprimento de onda estudado estão somados aos HPA. As concentrações de HPA por CG-EM dos sedimentos foram inferiores aos níveis citados como causadores de efeito biológico (4.000 ng/g) (LONG & MORGAN, 1990).

Ainda em PETROBRAS (2001), os resultados dos n-alcenos, dos isoprenóides e da mistura complexa não resolvida (MCNR) para a plataforma de Pargo os

resultados da soma dos n-alcanos e isoprenóides ficaram na faixa de 906 a 2.241 ng/g e para a MCNR, na faixa de 10 a 60 mg/g. Para a plataforma de Pampo estes mesmos parâmetros foram de 742 a 2.366 ng/g e de 9 a 72 mg/g, respectivamente. Também em relação ao sedimento, as concentrações mais elevadas de hidrocarbonetos foram observadas nas estações próximas às plataformas, até um raio de 1.500m, sendo estes hidrocarbonetos de origem petrogênica. As faixas de concentração de n-alcanos, MCNR (mistura complexa não-resolvida), e HPA (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) para as duas plataformas estudadas foram similares, sendo em alguns casos inferiores às concentrações reportadas na literatura para ambientes próximos às plataformas de produção de petróleo.

Em PETROBRAS (2002), as análises de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) por fluorescência de ultravioleta realizadas nos sedimentos coletados na região costeira adjacente ao emissário de Cabiúnas indicaram grande variabilidade natural entre as amostragens feitas em janeiro e março (verão) e julho (inverno) de 1998. As concentrações de HPA por fluorescência de ultravioleta na campanha de janeiro ficaram entre 0,25 a 4,25 µg/g, na campanha de março ficaram entre 0,81 a 14,73 µg/g, e na campanha de julho de 1998 ficaram na faixa de 0,04 a 2,01 µg/g. De todas as 29 amostras coletadas, apenas uma estação apresentou concentração acima de 10 µg/g, mostrando níveis típicos de ambientes costeiros. As concentrações obtidas por CG-EM, que é a técnica mais adequada para a determinação de HPA, variaram na faixa de 8,3 a 310,4 ng/g, níveis estes considerados de ambientes não impactados. Os resultados para n-alcanos foram de 371 a 4.449 ng/g e para a mistura complexa não-resolvida (MCNR) foi na faixa de 3 a 26 mg/g. No geral, as amostras de sedimentos apresentaram baixas concentrações de hidrocarbonetos provenientes do petróleo; entretanto, em todas as amostras foram observadas evidências da introdução destes compostos na área de estudo. As concentrações mais elevadas situaram-se dentro dos níveis para ambientes costeiros sujeitos à influência antrópica. Outro fator pode ter contribuído para esta variação, a lamina d'água do estudo foi em média de 20 m, o que contribui para a modificação do assoalho marinho em função de ventos e correntes.

No projeto de monitoramento DEVON (2002), foram analisados os hidrocarbonetos totais (TPH) do sedimento de acordo com CG/EM e hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) do sedimento através do protocolo USEPA 8270B em duas campanhas, antes e depois da perfuração, ambas com oito estações de coleta de sedimento. As concentrações de TPH ficaram na faixa entre 2.812 a 17.492 ppb e as de HPA na faixa entre 4,68 a 20,10 ppb.

TOLDO JR *et al.* (2004) analisaram por CG/EM as concentrações de HPA e TPH por cromatografia capilar de alta resolução, e encontraram concentrações na faixa de 2,02 a 223,83 ppb para HPA e na faixa de 0,11 a 23,72 ppm para TPH, nas três campanhas realizadas, níveis muito baixos e com variação não significativa. HPA teve uma distribuição homogênea, e não ocorreu aumento deste composto devido à presença de fluido de perfuração, comparando as



estações de referência com as estações até 500 m do poço, que sofreram as mesmas tendências.

No projeto de monitoramento DEVON (2005a), as concentrações de TPH no sedimento variaram de 798,95 a 2063,89 µg/Kg e todas as concentrações de HPA no sedimento ficaram abaixo do limite de detecção (1,0 µg/Kg) nas seis estações analisadas, não sendo detectado HPA em ambas as campanhas (antes e após a perfuração). Não foi identificada nenhuma interferência da atividade nas concentrações de hidrocarbonetos no sedimento, e as concentrações de HPA indicaram que a região não se encontra contaminada.



**QUADRO II.5.1.3-12: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA E DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA DEVON SOBRE A COMPOSIÇÃO DE TPH E HPA**

REFERÊNCIA	PERÍODO		TPH	HPA	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
								LAT (S)	LONG (W)
DEVON, 2002	antes da perfuração	Mínimo (ppb)	5937,00	4,68	8	100	out/01	23°05'12,21" 297.940,0	40°58'21,56" 7.445.506,7
		Máximo (ppb)	17492,00	20,10					
		Média (ppb)	8743,88	9,01					
		Desvio-p	3706,27	4,78					
	depois da perfuração	Mínimo (ppb)	2812,00	9,86			nov/01		
		Máximo (ppb)	4906,00	34,08					
		Média (ppb)	3846,88	17,40					
		Desvio-p	694,18	8,41					
DEVON, 2005a	antes da perfuração	Mínimo (µg/kg)	1115,52	N.D	6	100	mai e jun/04	23°05'45,4"	40°59'20,7"
		Máximo (µg/kg)	1783,03	N.D					
		Média (µg/kg)	1429,50	N.D					
		Desvio-p	309,86	N.D					
	depois da perfuração	Mínimo (µg/kg)	798,95	N.D			set/04		
		Máximo (µg/kg)	2063,89	N.D					
		Média (µg/kg)	1487,16	N.D					
		Desvio-p	457,81	N.D					
PETROBRAS, 2001	Pampo - verão (µg/g)	Mínimo	:	3,50	8		jan/98	NI	NI
		Máximo	:	53,40					
		Média	:	15,00					
		Desvio-p	:	13,72					
	Pampo - inverno (µg/g) UV	Mínimo	:	2,20	11		jul/98	NI	NI
		Máximo	:	34,80					
		Média	:	16,85					
		Desvio-p	:	11,39					
	Pampo - inverno (ng/g) CG	Mínimo	752,70	96,50					
		Máximo	2435,50	113,40					
		Média	1539,99	102,75					
		Desvio-p	475,21	39,71					

REFERÊNCIA	PERÍODO		TPH	HPA	N	PROF. (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69		
								LAT (S)	LONG (W)	
PETROBRAS, 2001	Pargo - verão (µg/g)	Mínimo	:	5,60	11		jan/98	NI	NI	
		Máximo	:	62,20						
		Média	:	19,89						
		Desvio-p	:	19,65						
	Pargo - inverno HPA (µg/g) UV	Mínimo	:	4,30	11		jun/98	NI	NI	
		Máximo	:	49,60						
		Média	:	16,10						
		Desvio-p	:	13,39						
	Pargo - inverno (µg/g) CG	Mínimo		892,50	140,20	11		jun/98	NI	NI
		Máximo		2262,00	157,80					
		Média		1362,24	403,12					
		Desvio-p		431,19	623,38					
TOLDO JR et al., 2004	antes da perfuração (<500m) TPH (ppm) HPA (ppb)	Mínimo		0,11	14,86	48		abr/01		
		Máximo		5,47	202,91					
		Média		1,78	89,45					
		Desvio-p		1,09	50,11					
	antes da perfuração (<500m) TPH (ppm) HPA (ppb)	Mínimo		0,50	38,43	6				
		Máximo		1,85	104,39					
		Média		1,41	79,21					
		Desvio-p		0,55	24,38					
	um mês após a perfuração (<500m) TPH (ppm) HPA (ppb)	Mínimo		0,64	11,84	48		jul/01	21°19'26,11	40° 08'45,26"
		Máximo		14,78	223,83					
		Média		3,43	96,27					
		Desvio-p		3,45	51,37					
	um mês após a perfuração (2500m) TPH (ppm) HPA (ppb)	Mínimo		0,34	64,85	6				
		Máximo		1,37	160,06					
		Média		0,93	114,08					
		Desvio-p		0,37	40,85					
	doze meses após a perfuração (<500m) TPH (ppm) HPA (ppb)	Mínimo		0,25	2,02	48		jun/02		
		Máximo		23,72	71,07					
		Média		2,79	37,53					
		Desvio-p		4,30	16,23					
	doze meses após a perfuração (2500m) TPH (ppm) HPA (ppb)	Mínimo		0,25	27,48	6				
		Máximo		0,72	75,78					
		Média		0,41	47,71					
		Desvio-p		0,20	18,42					

UV = análise de HPA por fluorescência de UV ; CG = análise HPA por CG/EM; : = não coletado

d) Carbono, Nitrogênio, Fósforo e Matéria Orgânica:

Nos trabalhos encontrados na região do empreendimento, os valores de carbono orgânico total no sedimento variaram de 0,06 a 2,32%, de nitrogênio total variaram de 0,00 a 0,25% e de fósforo variaram de 0,00 a  $35,7 \times 10^{-3}\%$  (**Quadro II.5.1.3-13**).

A maior produtividade das águas costeiras e o conseqüente fluxo de matéria orgânica para o sedimento, originados pela excreção ou morte dos organismos planctônicos ou via aporte continental, promovem alterações no fluxo de matéria orgânica para o sedimento. Deste modo, as áreas costeiras freqüentemente apresentam maiores concentrações dos teores de matéria orgânica no sedimento. Esta influência dos organismos planctônicos agindo como reguladores de matéria orgânica no sedimento foi observada por PIRES-VANIN *et al.* (1993) na Plataforma Continental do Atlântico Sul.

PETROBRAS (2001) apresentou uma análise quantitativa da matéria orgânica presente nos sedimentos marinhos do entorno de Pampo e Pargo. Os resultados não indicaram alterações significativas em termos de Carbono, Nitrogênio e Fósforo. Por outro lado, a distribuição da razão C:N da matéria orgânica indicou uma tendência de aumento em direção às estações localizadas próximo à plataforma. As razões C:P e N:P se apresentaram dentro dos valores esperados para ambientes marinhos oceânicos não-sujeitos às influências antropogênicas. A metodologia de análise as amostras de sedimento foram feitas através da eliminação do carbono inorgânico, que foi feita com ácido clorídrico, controlando o pH (em torno de 2,0) para evitar perdas da fração mais solúvel da matéria orgânica (FROELICH, 1980). O ácido foi adicionado até o pH estabilizar, caracterizando o fim da reação. Em seguida, as amostras foram novamente secas, trituradas e estocadas para análise da composição elementar da matéria orgânica (Carbono Orgânico, Nitrogênio Total e Fósforo Orgânico). O Carbono Orgânico (Corg) e o Nitrogênio Total (Ntotal) foram determinados pelo método de combustão a seco (analisador elementar da *CE Instruments*, modelo EÁ1110). O Fósforo Orgânico (Porg) foi determinado por diferença entre Fósforo Total e Fósforo Inorgânico, seguindo o método de ignição proposto por ASPILA *et al.* (1976). O teor de Fósforo no extrato final, em ambos os casos, foi medido pelo Método Espectrofotométrico do Azul de Molibdênio (GRASSHOFF *et al.*, 1983).

ROMANKEVICH (1984) mostrou que fatores como granulometria e teor de carbonato, favorecem o acúmulo ou a degradação de matéria orgânica, a granulometria fina e estruturas de carbonatos podem favorecer o acúmulo de matéria orgânica e areia pode favorecer a degradação da matéria orgânica devido ao maior fluxo de oxigênio entre os grãos.

Em PETROBRAS (2002), as análises de Carbono, Nitrogênio e Fósforo no sedimento indicaram concentrações com diferenças entre as campanhas de verão e inverno, sendo que as variações não foram influenciadas pela localização das estações em relação à costa, ou ao redor da área de difusores

do emissário de Cabiúnas, mas possivelmente pelas condições hidrológicas e oceanográficas da região. Os autores puderam identificar um predomínio da fração de origem terrestre sobre a matéria orgânica total depositada nos sedimentos, não sendo identificada influência significativa de atividades antropogênicas na região. A metodologia de análise seguiu o mesmo padrão de PETROBRAS (2001).

BAPTISTA-FILHO *et al.* (1994) em estudo da caracterização do sedimento da Plataforma Continental interna entre a Ilha do Cabo Frio e Búzios (RJ), mostrou núcleos com altas concentrações de matéria orgânica a leste da Ilha do Cabo Frio, região constituída de lama com areia. A concentração de matéria orgânica encontrada em alguns núcleos foram maiores que 9%, enquanto que em BAPTISTA-FILHO *et al.* (1995) não ultrapassou 4% em alguns núcleos, a **Figura II.5.1.3-7**, demonstra a distribuição espacial de matéria orgânica nos referidos trabalhos.

**QUADRO II.5.1.3-13: RESULTADOS DE CARBONO, NITROGÊNIO E FÓSFORO ENCONTRADOS NOS TRABALHOS, PETROBRAS, 2001 E PETROBRAS, 2002**

REFERÊN- CIA	PERÍODO		C <sub>ORG</sub>	N <sub>TOTAL</sub>	P <sub>ORG</sub>	C <sub>ORG</sub>	C/N	C/P	N	PROF (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
			(%)	(%)	(%×10 <sup>-3</sup> )	(MOL/G)	(MOL/G)	(MOL/G)				LAT (S)	LONG (W)
PETRO- BRAS, 2001	Pampo - verão	Mínimo	0,85	0,12	5,65	708	8,65	174,5	8	100	jan/9 8	NI	NI
		Máximo	1,57 5	0,2	19,5	1312	10,25	720,5					
		Média	1,23	0,15	12,46	1024,00	9,29	329,69					
		Desvio-p	0,26	0,03	5,66	218,38	0,62	185,82					
	Pampo - inverno	Mínimo	0,97	0,1	5,51	810	8,7	201,7	11		jul/ 98	NI	NI
		Máximo	1,89	0,19	21,22	1575	16,5	538,9					
		Média	1,47	0,13	11,26	1224,36	12,58	387,53					
		Desvio-p	0,33 5	0,025	4,621	278,969	2,675	122,967					
	Pargo - verão	Mínimo	0,09	0	0	0	0	0	11		jan/9 8	NI	NI
		Máximo	0,29	0,04	0,435	240,5	12	6788					
		Média	0,18	0,02	0,13	131,32	7,88	1543,77					
		Desvio-p	0,07	0,01	0,15	82,43	4,03	2049,18					
	Pargo - inverno	Mínimo	0,12	0,01	1,32	100	9,6	94,5	11		jun/9 8	NI	NI
		Máximo	0,29	0,03	5,39	239	12	295					
		Média	0,20	0,02	3,60	169,18	10,62	172,99					
		Desvio-p	0,05 8	0,007	1,604	47,463	0,737	60,080					

REFERÊN- CIA	PERÍODO		C <sub>ORG</sub>	N <sub>TOTAL</sub>	P <sub>ORG</sub>	C <sub>ORG</sub>	C/N	C/P	N	PROF (M)	DATA	COORDENADAS SAD 69	
			(%)	(%)	(%x10 <sup>-3</sup> )	[μMOL/G]	(MOLAR)	(MOLAR)				LAT (S)	LONG (W)
PETRO- BRAS, 2002	verão	Mínimo	<0,06	<0,01	<0,12	0	0	0	15	100	mar/ 98	23°05'45 ,4"	40°59'20,7"
		Máximo	2,18	0,25	26,1	1816,00	10,15	224,45					
		Média	1,00	0,21	20,40	830,50	4,79	65,63					
		Desvio-p	1,109	0,186	23,697	923,782	5,318	77,489					
	inverno	Mínimo	< 0,06	< 0,01	< 0,12	50,00	9,8	77,2					
		Máximo	2,32	0,19	35,7	1933,00	109,8	1272,1					
		Média	0,70	0,03	7,13	579,43	12,26	278,70					
		Desvio-p	0,794	0,054	11,549	660,472	28,733	380,515					

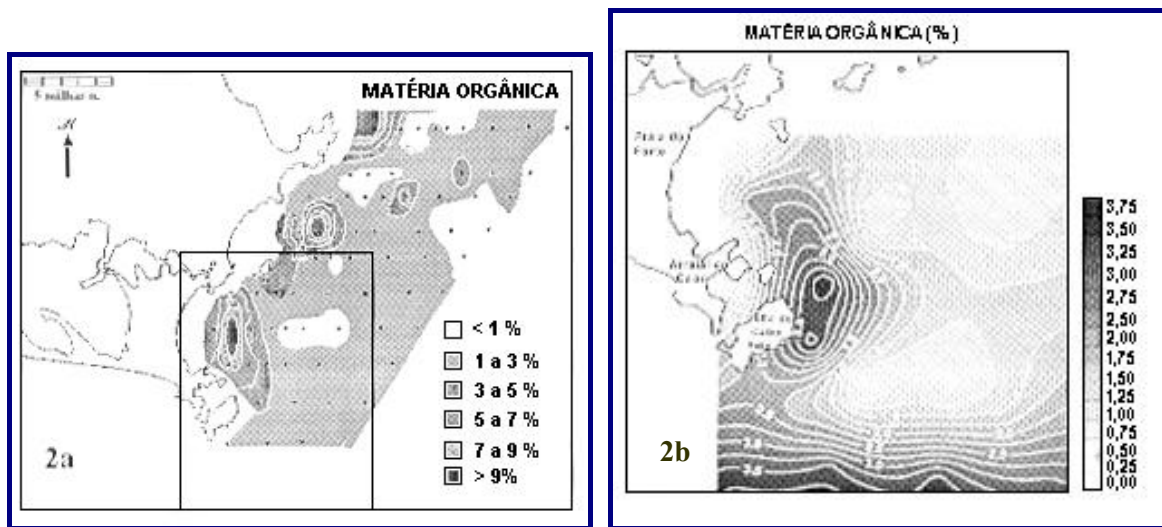


FIGURA II.5.1.3-7 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MATÉRIA ORGÂNICA, SEGUNDO BAPTISTA-FILHO ET AL. (1994) (2A) E BAPTISTA-FILHO ET AL. (1995) (2B), (FIGURAS RETIRADAS DE BAPTISTA-FILHO ET AL. (1995), TRABALHO ORIGINAL).