





QUADRO II.5.1.3-1: COORDENADAS DOS PRINCIPAIS ESTUDOS UTILIZADOS PARA A ELABORAÇÃO DO DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTO NA REGIÃO DO LICENCIAMENTO (NI = NÃO INFORMADO)

REFERÊNCIA	COORDENADAS		DATUM
	LATITUDE	LONGITUDE	
SHELL, 2000	21°12'01"S	039°49'44"W	NI
SHELL, 2001a	21°21'35,0378"S	039°36'42,3926"W	WGS-84
SHELL, 2001b	21°29,405'S	039°46,152'W	NI
SHELL, 2001c	21°19'23,77"S	039°35'46,29"W	WGS-84
SHELL, 2001d	21°12'13,15"S	039°52'05,8"W	NI
CUPELO, 2000	13,5° a 23° S		NI
PETROBRAS, 2001	22°47'54" a 22°48'56"S e 22°14'51" a 22°26'23"S	040°44'38" a 040°46'23"W e 040°18'39" a 040°20'16"W	NI
PETROBRAS, 2002	23°05'45,4"S	040°59'20,7"W	WGS-84
MOSER, 1997	21°20' a 23°41'S	040°30' a 042°30'W	NI
NOGUEIRA <i>et al.</i> , 1999	≅ 23° a 25°S	≅ 042,5 a 044,5°W	NI
SANTOS, 2003	22°58,7'S	041°58,2'W	NI
CARVALHO, 2000	23°00S	042°00W	NI
CARVALHO & RODRIGUES, 2004	23°01'S	042°00'W	NI
VALENTIN, 1974	NI	NI	NI
GONZALEZ-RODRIGUEZ, 1994	NI	NI	NI
TOLDO JR. <i>et al.</i> , 2004 (Projeto MAPEM)	-21,3239194°S	-040,14590556°W	NI

No intuito de subsidiar informações mais atualizadas sobre os parâmetros físicos e químicos da área de influência no Bloco BC-10, a seguir é apresentado um quadro síntese das amostragens realizadas durante os programas de monitoramento ambientais na fase de perfuração exploratória.

QUADRO II.5.1.3-2: INFORMAÇÕES DOS MONITORAMENTOS DA FASE EXPLORATÓRIA NA ÁREA DO BLOCO BC-10

POÇO	PERÍODO DAS COLETAS	COMPARTIMENTO AMOSTRADO	OBSERVAÇÃO	REFERÊNCIA
1-SHEL-1-ESS	Setembro e outubro de 2000	Água e sedimento	Antes e depois da perfuração	Shell, 2000
1-SHEL-2-ESS	Dezembro de 2000 e janeiro de 2001	Água e sedimento	Antes e depois da perfuração	Shell, 2001a
1-SHEL-3-ESS	Abril de 2001	Água	Após perfuração	Shell, 2001b
1-SHEL-6-ESS	Maio e julho de 2001	Água	Antes e depois da perfuração	Shell, 2001c
		Sedimento	Após a perfuração	
1-SHEL-7-ESS	Julho e agosto de 2001	Água e sedimento	Antes e depois da perfuração	Shell, 2001d



Este conjunto de informações é importante pela sua atualidade e ajudam no entendimento da dinâmica do ecossistema sob influência da atividade, podendo ser comparados com informações de outros estudos já existentes na literatura para a região.

Em todas as campanhas realizadas no Bloco BC-10, entre 2000 e 2001, as amostras de sedimento foram coletadas através do Veículo de Operação Remota (Magnum ROV) da plataforma *Stena Tay*, adaptado para retirar amostras superficiais do fundo oceânico. As amostras de água foram coletadas com uma garrafa *Niskin* de 10 L, em dois diferentes estratos de profundidade, utilizando-se o apoio oferecido pelas embarcações de apoio a serviço da SHELL do Brasil.

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

Parâmetros da Água

a) Carbono Orgânico Dissolvido

CUPELO (2000), trabalhando com os dados da Campanha Central III do Programa REVIZEE, no período de 28 de outubro a 12 de dezembro de 1998, estudou 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). Nas estações localizadas na região da Bacia de Campos, encontrou teores de carbono orgânico dissolvido (**Figura II.5.1.3-2**) que apresentaram valores entre 1,15 e 1,62 mg/L (**Quadro II.5.1.3-3**).

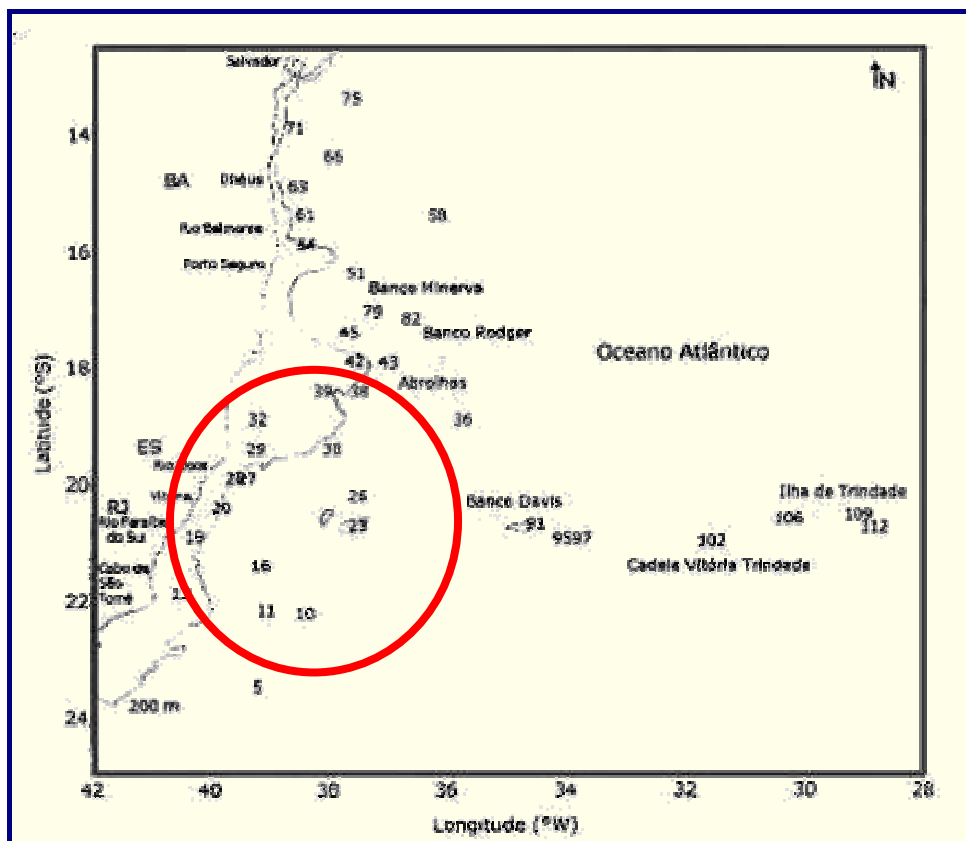


FIGURA II.5.1.3-2: MAPA ESQUEMÁTICO DA ÁREA DE ESTUDO DE CUPELO (2000), CIRCUNDADA EM VERMELHO ESTÃO ÀS ESTAÇÕES SELECIONADAS DO TRABALHO



QUADRO II.5.1.3-3: RESULTADOS DE CARBONO ORGÂNICO DISSOLVIDO DE CUPELO (2000)

REFERÊNCIA	PERÍODO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	DATA	COORDENADAS SAD 69	
							LATITUDE / X/E	LONGITUDE / Y(N)
CUPELO, 2000	REVIZEE – Score central	0,81	1,62	1,29	0,321	out a dez - 98	13,5° 23° S	

b) Fenóis

No Monitoramento Ambiental da Bacia de Campos implementado pela PETROBRAS, 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) (**Figura II.5.1.3-3**)

No referido monitoramento as concentrações de fenóis estiveram entre 0,001 mg/L e 0,010 mg/L na campanha de inverno, sendo utilizada a técnica de microextração em fase sólida (cromatógrafo) (**Quadro II.5.1.3-4**).

QUADRO II.5.1.3-4: RESULTADOS DE FENÓIS ENCONTRADOS DURANTE O MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ATIVIDADE DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO NA BACIA DE CAMPOS (PETROBRAS, 2001).

REFERÊNCIA	PLATAFORMAS	FENÓIS		METODOLOGIA DE COLETA	COORDENADAS		DATUM	DATA
		VERÃO 1998	INVERNO 1998		S	W		
PETROBRAS, 2001	Pargo	*	<0,010	garrafa Go-Flo	22°47'54" a 22°48'56"S	40°44'38" a 40°46'23"W	NI	jun-98
			n=22					
	Pampo	*	<0,001	garrafa Go-Flo	22°14'51" a 22°26'23"S	40°18'39" a 40°20'16"W	NI	jul-98
			n=24					

* NÃO-COLETADAS E/OU NÃO-ANALISADAS, NI = NÃO OU NÃO INFORMADO.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) não estabelece critérios para fenóis em água do mar, por outro lado a Comunidade Européia estabelece <0,005mg/L (CDTN, 1990), e na legislação brasileira é mencionado o índice de fenóis de 0,001mg/L para águas salinas de Classe 5 (águas costeiras destinadas à recreação e harmonia paisagística), no entanto, a legislação CONAMA 357 admite nível de até 0,003mg/L para águas doces de Classe 1 (destinadas inclusive ao abastecimento doméstico).



c) Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPAs)

Ainda no mesmo estudo de Monitoramento Ambiental (PETROBRAS, 2001), foram verificados os teores de HPA (hidrocarbonetos poliaromáticos) 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 (**Quadro II.5.1.3-5**).

Em PETROBRAS (2002) no 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. As concentrações de HPA na campanha de verão variaram de <0,12 a 0,59 µg/L (µg/L=ppb), e na campanha de inverno de 0,10 a 0,56 µg/L, sendo que apenas uma amostra de fundo apresentou concentração de 2,24 µg/L (**Quadro II.5.1.3-5**).

Nas campanhas de monitoramento realizadas no Bloco BC-10 as concentrações apresentaram valores normalmente encontrados, variando de 0,8 a 2,80 ppb. Em SHELL (2001a), apenas uma estação a 100 m de profundidade apresentou uma concentração de 651,70 ppb, concentração esta acima do encontrado normalmente.

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.

QUADRO II.5.1.3-5: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA SOBRE A COMPOSIÇÃO DE HPA(ppb=µg/L)

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO	MÍNIMO (ppb)	MÁXIMO (ppb)	MÉDIA	N	DATA
PETROBRAS, 2001	Pargo - verão	<0,12	1,14	0,20	24	jun/98
	Pargo - inverno	0,08	1,21	0,46	22	
	Pampo - verão	<0,12	2,20	0,71	24	jul/98
	Pampo - inverno	0,06	0,86	0,19	24	
PETROBRAS, 2002	verão - sup	<0,12	0,55	0,30	10	mar/98
	verão - fundo	<0,12	0,28	0,21		jul/98
	inverno - sup	0,11	0,56	0,23		
	inverno - fundo	0,10	2,24	0,46		
SHELL, 2001a	antes da perfuração	0,10	2,80	0,35	10	dez/00
	depois da perfuração	0,80	651,70	33,07		jan/01
SHELL, 2001c	antes da perfuração	0,10	0,30	0,02	10	mai/01
	depois da perfuração	0,11	0,44	0,06		jul/01
SHELL, 2001d	antes da perfuração	0,10	0,16	0,01	10	jul/01
	depois da perfuração	0,11	1,40	0,55		ago/01



d) Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPHs)

Em relação aos valores de TPH na água, foram observadas concentrações variando de 0,1 a 153,0 ppb nos estudos de monitoramento realizados anteriormente pela SHELL no Bloco BC-10. A concentração desses compostos nas amostras coletadas da área do poço está dentro do esperado para a área da Bacia de Campos (**Quadro II.5.1.3-6**)

QUADRO II.5.1.3-6: SÍNTESE DOS DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA SHELL SOBRE A COMPOSIÇÃO DE TPH. (ppb = µg/L)

REFERÊNCIA	PERÍODO	MÍNIMO (ppb)	MÁXIMO (ppb)	MÉDIA	N	DATA
SHELL, 2000	antes da perfuração	0,10	0,40	0,18	10	set/00
	depois da perfuração	0,10	2,70	0,34		out/00
SHELL, 2001a	antes da perfuração	0	26,6	2,42	10	dez/00
	depois da perfuração	0	0	0		jan/01
SHELL, 2001b	depois da perfuração	0	0	0	10	abr/01
SHELL, 2001c	antes da perfuração	6,50	33,20	4,13	10	mai/01
	depois da perfuração	1,00	153,00	11,40		jul/01
SHELL, 2001d	antes da perfuração	1,00	3,00	2,20	10	jul/01
	depois da perfuração	4,00	11,00	5,80		ago/01

e) Metais

Nos monitoramentos da SHELL, no Bloco BC-10 realizados entre 2000 e 2001, as concentrações medidas foram:

- Arsênio (As) – variação entre 0,08 e 1,77 ppb;
- Cobre (Cu) – variação de 0,01 e 17 ppb;
- Ferro (Fe) – variação de 0,08 a 1,13 ppb;
- Mercúrio (Hg) – variação de 0,01 a 0,75 ppb;
- Níquel (Ni) – variação entre 0,11 e 8,02 ppb;
- Vanádio (V) – variação de 0,05 a 59 ppb;
- Zinco (Zi) – variação entre 0,01 e 29 ppb;
- Cádmio (Ca) – variação entre 0,01 e 0,43 ppb;
- Manganês (Mn) – variação entre 0,01 e 0,06 ppb e;
- Chumbo (Pb) – variação entre 0,01 e 0,43 ppb.

Todos os valores encontrados estão dentro do esperado para a área da Bacia de Campos (**Quadros II.5.1.3-7 e II.5.1.3-8**).



QUADRO II.5.1.3-7: SÍNTESE DOS DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA SHELL SOBRE A COMPOSIÇÃO DE METAIS AS, CU, FE, HG E NI. (NA = NÃO ANALISADO)

REFERÊNCIA	PERÍODO		METAIS (µG/L OU PPB)					N	PROF. (M)	DATA
			As	Cu	Fe	Hg	Ni			
SHELL, 2000	antes da perfuração	Mínimo	0,68	<5	<5	0,06	0,91	10	10 e 100	set/00
		Máximo	1, 57	<5	<5	0,75	7,60			
		Média	1,41	-	-	0,24	2,71			
	depois da perfuração	Mínimo	1,38	<2	<5	<0,05	1,04			out/00
		Máximo	1,77	17,00	<5	<0,05	8,02			
		Média	1,61	10,00	-	-	4,02			
SHELL, 2001a	antes da perfuração	Mínimo	NA	0,05	0,12	NA	0,72	10	10 e 100	dez/00
		Máximo	NA	0,07	0,18	NA	7,60			
		Média	NA	0,06	0,15	NA	2,71			
	depois da perfuração	Mínimo	NA	0,02	0,08	NA	1,04			jan/01
		Máximo	NA	0,06	0,42	NA	8,02			
		Média	NA	0,05	0,16	NA	4,02			
SHELL, 2001b	depois da perfuração	Mínimo	<0,05	0,03	NA	<0,001	0,16	10	10 e 100	abr/01
		Máximo	<0,05	0,06	NA	<0,001	0,20			
		Média	-	0,04	NA	-	0,18			
SHELL, 2001c	antes da perfuração	Mínimo	0,08	0,01	0,08	<0,001	0,11	10	10 e 100	mai/01
		Máximo	0,13	0,08	1,13	0,005	0,31			
		Média	0,10	0,04	0,22	0,0004	0,22			
	depois da perfuração	Mínimo	< 0,05	0,03	0,09	<0,001	0,16			jul/01
		Máximo	< 0,05	0,05	0,21	0,01	0,27			
		Média	-	0,04	0,13	0,003	0,22			
SHELL, 2001d	antes da perfuração	Mínimo	< 0,05	0,02	0,09	0,001	0,16	10	10 e 100	jul/01
		Máximo	< 0,05	0,05	0,17	0,005	0,25			
		Média	-	0,03	0,13	0,002	0,21			
	depois da perfuração	Mínimo	< 0,05	0,03	0,10	0,001	0,20			ago/01
		Máximo	< 0,05	0,06	0,25	0,007	0,27			
		Média	-	0,05	0,17	0,002	0,24			

QUADRO II.5.1.3-8: SÍNTESE DOS DADOS PRETÉRITOS OBTIDOS PELA SHELL SOBRE A COMPOSIÇÃO DE METAIS V, ZN, CD, MN E PB. (NA = NÃO ANALISADO)

REFERÊNCIA	PERÍODO		METAIS (MG/L OU PPM)					N	PROF. (M)	DATA
			V	ZN	CD	MN	PB			
SHELL, 2000	antes da perfuração	Mínimo	8,00	<0,2	NA	NA	NA	10	10 e 100	set/00
		Máximo	59,00	29,00	NA	NA	NA			
		Média	31,15	10,00	NA	NA	NA			
	depois da perfuração	Mínimo	<2	<2	NA	NA	NA			out/00
		Máximo	17,00	<2	NA	NA	NA			
		Média	9,11	-	NA	NA	NA			
SHELL, 2001a	antes da perfuração	Mínimo	0,05	0,02	0,04	0,003	0,05	10	10 e 100	dez/00
		Máximo	0,75	0,04	0,43	0,04	0,28			
		Média	0,23	0,02	0,07	0,03	0,20			

continua



continuação

REFERÊNCIA	PERÍODO		METAIS (MG/L OU PPM)					N	PROF. (M)	DATA
			V	Zn	Cd	Mn	Pb			
	depois da perfuração	Mínimo	0,06	0,02	0,02	0,02	0,11			jan/01
		Máximo	0,12	0,19	0,06	0,05	0,32			
		Média	0,08	0,04	0,04	0,04	0,22			
SHELL, 2001b	depois da perfuração	Mínimo	<0,05	0,01	<0,03	0,01	0,1	10	10 e 100	abr/01
		Máximo	<0,05	0,02	0,06	0,03	0,2			
		Média	-	0,015	0,05	0,02	0,17			
SHELL, 2001c	antes da perfuração	Mínimo	0,10	0,01	0,02	0,01	0,19	10	10 e 100	mai/01
		Máximo	2,00	0,10	0,07	0,06	0,38			
		Média	0,87	0,02	0,06	0,03	0,31			
	depois da perfuração	Mínimo	< 0,05	0,06	0,04	0,02	0,21			jul/01
		Máximo	< 0,05	0,03	0,05	0,03	0,43			
		Média	-	0,05	0,04	0,02	0,32			
SHELL, 2001d	antes da perfuração	Mínimo	< 0,05	0,02	0,03	0,002	0,19	10	10 e 100	jul/01
		Máximo	< 0,05	0,05	0,04	0,02	0,41			
		Média	-	0,03	0,03	0,01	0,29			
	depois da perfuração	Mínimo	< 0,05	0,01	0,01	0,03	0,13			ago/01
		Máximo	< 0,05	0,03	0,05	0,05	0,24			
		Média	-	0,02	0,03	0,03	0,20			

No monitoramento feito por PETROBRAS (2001), nas plataformas de Pampo e Pargo foram apresentados valores de concentração de metais pesados em solução (Ba, As e V) e também associados ao material particulado (Al, V, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Ag, Cd, Sn, Ba, Pb). As concentrações máximas, mínimas e médias registradas são apresentadas nos **Quadros II.5.1.3-9 e II.5.1.3-10**.

QUADRO II.5.1.3-9: TEORES DOS METAIS (PPB) BÁRIO, ARSÊNIO E VANÁDIO EM SOLUÇÃO EM AMOSTRAS DE ÁGUA DO MAR, PARA AS PLATAFORMAS DE PARGO E PAMPO

PLATAFORMAS	METAIS								
	BÁRIO			ARSÊNIO			VANÁDIO		
	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN
Pargo	7,7	7,0	6,0	1,5	1,3	1,1	2,9	2,4	1,7
Pampo	8,8	7,0	6,0	1,4	1,3	1,3	4,9	2,7	2,2

A média da concentração de bário, no entorno das plataformas de Pampo e Pargo, encontra-se dentro da faixa registrada para água do mar de 5 a 10 ppb (KLINKHAMMER e CHAN, 1990).



QUADRO II.5.1.3-10: METAIS ASSOCIADOS AO MATERIAL PARTICULADO EM PPB, PARA AS PLATAFORMAS DE PAMPO E PARGO

PLATAFORMA	METAIS	TEORES	
		MÁXIMO	MÍNIMO
Pargo	Alumínio	4,62	0,296
	Vanádio	0,032	0,009
	Cromo	0,17	<0,025
	Ferro	3,15	0,7
	Níquel	0,095	0,009
	Cobre	0,316	0,025
	Zinco	0,137	<0,05
	Arsênio	0,007	0,002
	Selênio	0,051	<0,01
	Prata	<0,003	<0,003
	Cádmio	0,004	<0,0002
	Bário	0,06	0,01
	Chumbo	0,025	<0,008
Pampo	Alumínio	1,126	0,104
	Vanádio	0,038	0,001
	Cromo	1,35	<0,025
	Ferro	6,19	0,089
	Níquel	0,736	0,022
	Cobre	0,185	0,017
	Zinco	<0,05	<0,05
	Arsênio	0,006	0,001
	Selênio	0,025	<0,01
	Prata	0,032	<0,003
	Cádmio	0,002	<0,0002
	Bário	0,025	0,005
	Chumbo	0,01	<0,008

f) Nutrientes

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 fosfomolibdico (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 silicomolibdico (GRASSHOFF *et al.*, 1983).

No referido trabalho na área da plataforma de Pargo, o nitrito variou entre não-detectável (<0,02) e 0,12 µM, com média de 0,04 µM. Os menores valores foram encontrados nas camadas de superfície e de fundo, enquanto os maiores valores foram encontrados na camada intermediária. 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 foram observadas diferenças sazonais na distribuição do fósforo total.



A amônia variou entre não-detectável ($<0,03$) e $1,01 \mu\text{M}$, com média de $0,10 \mu\text{M}$. Os menores valores foram encontrados na camada de superfície, e os maiores, na camada de fundo, não sendo identificadas diferenças sazonais na distribuição da amônia.

O ortofosfato variou entre não-detectável ($<0,02$) e $0,68 \mu\text{M}$, com média de $0,27 \mu\text{M}$. Os menores valores foram encontrados na superfície e os maiores encontrados no fundo, em torno de $0,50 \mu\text{M}$. Não foram observadas diferenças entre as estações, bem como diferenças sazonais na distribuição do ortofosfato, apesar de a média dos valores no inverno ter sido menor que a média do verão.

O silicato variou entre $2,20$ e $9,82 \mu\text{M}$, com média de $4,63 \mu\text{M}$. Os menores valores foram encontrados na superfície. As estações próximas à plataforma apresentaram concentrações de silicato maiores que as estações mais distantes, principalmente na camada de fundo. Não foram observadas diferenças sazonais na distribuição do silicato, apesar de terem sido registrados maiores valores no inverno.

Na plataforma de Pampo, o nitrito variou entre não-detectável ($<0,02$) e $0,36 \mu\text{M}$, com média de $0,08 \mu\text{M}$. Os menores valores foram encontrados nas camadas de superfície, não sendo identificadas diferenças sazonais significativas, apesar de encontrarmos valores um pouco maiores na campanha de inverno.

O nitrato variou entre $0,48$ e $6,43 \mu\text{M}$, com média de $2,97 \mu\text{M}$. Os menores valores foram encontrados na superfície, aumentando com a profundidade.

O fósforo total variou de $0,08$ e $1,37 \mu\text{M}$, com média de $0,43 \mu\text{M}$, apresentando padrão de estratificação com concentrações maiores de acordo com o aumento da profundidade, não sendo observadas diferenças sazonais na distribuição do fósforo total.

A amônia variou entre não-detectável ($<0,03$) e $0,96 \mu\text{M}$, com média de $0,14 \mu\text{M}$, sendo os menores valores encontrados na camada de superfície. Na maioria das estações as maiores concentrações aparecem na camada de fundo, não sendo 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 os menores valores encontrados na superfície e os maiores 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 $4,25 \mu\text{M}$, sendo os menores valores encontrados na superfície na maioria das estações. Em apenas três estações a concentração foi maior na superfície.



Em ambas as plataformas, ocorreu estratificação termohalina característica e esperada para a região. Os padrões obtidos para as diferentes variáveis nas plataformas de Pargo e Pampo foram bastantes próximos, bem como os resultados médios. Apenas poucas variáveis como amônia e nitrato foram significativamente diferentes entre as duas plataformas, em geral verificou-se que a distribuição da clorofila acompanhou a distribuição do fósforo, esta condição pode explicar a presença das maiores concentrações de clorofila na camada intermediária, 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 a 60 m de profundidade, fortemente influenciada pela ressurgência, e os valores analíticos determinados pelos métodos descritos por STRICKLAND & PARSONS (1972).

As concentrações de Nitrato variaram de 0,24 a 12,50 $\mu\text{mol/L}$ na campanha de verão com média de 3,80 $\mu\text{mol/L}$ e de 0,00 a 5,23 $\mu\text{mol/L}$ na campanha de inverno, com média de 1,67 $\mu\text{mol/L}$.

Já as concentrações de Nitrito variaram de 0,01 a 0,67 $\mu\text{mol/L}$ na campanha de verão, com média de 0,19 $\mu\text{mol/L}$ e de 0,00 a 0,68 $\mu\text{mol/L}$ na campanha de inverno, com média de 0,29 $\mu\text{mol/L}$.

As concentrações de Amônia ficaram entre 0,49 e 6,08 $\mu\text{mol/L}$ na campanha de verão com média de 1,19 $\mu\text{mol/L}$ e entre 0,62 a 4,96 $\mu\text{mol/L}$ na campanha de inverno, com média de 1,65 $\mu\text{mol/L}$.

Para as concentrações de Fosfato a variação ficou entre 0,10 e 0,98 $\mu\text{mol/L}$ na campanha de verão, com média de 0,42 $\mu\text{mol/L}$ e entre 0,22 a 0,74 $\mu\text{mol/L}$ na campanha de inverno, com média de 0,37 $\mu\text{mol/L}$.

Em estudo sobre a distribuição da biomassa fitoplanctônica na Bacia de Campos (RJ) (MOSER, 1997), foram realizadas coletas em 46 estações durante o verão e 44 estações durante o inverno em 6 transectos perpendiculares à costa. As amostras foram coletas em sete profundidades com garrafas *Van-Dorn*.

Na campanha de verão a concentração de nitrato variou de 0,00 a 8,57 μM , sendo na superfície os valores inferiores a 0,5 μM e crescentes em direção ao fundo. O nitrito variou de 0,00 a 2,66 μM , sendo as maiores concentrações encontradas geralmente a meia água, entre 20 e 80 m. O fosfato variou de 0,03



a 0,92 μM , tendo apresentado o mesmo padrão de distribuição, concentrações crescentes em direção ao fundo e o silicato variou de 0,17 a 7,79 μM seguindo o padrão encontrado para o nitrito, apresentando concentrações maiores a 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 profundidade (MOSER & GIANESELLA-GALVÃO, 1996). Foi utilizado para as análises, um Sistema Integrado de Geoprocessamento (SGI) e SPRING 2.0.1, para fazer representações da distribuição de nitrato. Os resultados demonstraram que as concentrações de nitrato apresentaram valor médio de 2,80 μM .

VALENTIN, (1974), recolheu dados no programa de um ciclo anual de estudos de plâncton e de fenômenos biológicos ligados à presença da ressurgência de Cabo Frio, numa estação fixa. O método para a obtenção de nitratos foi a fotolorimetria após redução em nitritos, fosfatos e silicatos, através de espectrofotometria (STRICKLAND, 1968). As concentrações de nitrato variaram de <1,00 a 16 $\mu\text{gAt/L}$. Os fosfatos apresentaram uma distribuição semelhante ao dos nitratos, com níveis entre 0,2 a 1,2 $\mu\text{gAt/L}$. Já, os 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 da ACAS (Água Central do Atlântico Sul) parcial e completa em 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 $\mu\text{mol/L}$, nitrito variou 0,01 a 0,30 $\mu\text{mol/L}$, amônia variou de 1,22 a 1,41 $\mu\text{mol/L}$ e fosfato entre 0,12 e 0,99 $\mu\text{mol/L}$.

GONZALEZ-RODRIGUEZ (1994) estudou a concentração de nutrientes em três praias do litoral do Rio de Janeiro, praia do Forno (Arraial do Cabo), Búzios (Armação de Búzios) e Jaconé (Maricá). As concentrações de nitrato variaram de 0,00 a 3,32 mmol/m^3 , de 0,00 a 7,30 mmol/m^3 e de 0,36 a 8,54 mmol/m^3 , respectivamente. Já amônia variou de 0,23 a 5,78 mmol/m^3 , de 0,31 a 6,52 mmol/m^3 e de 0,47 a 7,91 mmol/m^3 , respectivamente e fosfato com concentrações que variaram de 0,00 a 0,47 mmol/m^3 , de 0,00 a 0,22 mmol/m^3 e de 0,13 a 1,32 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 $\mu\text{mol/L}$, fosfato entre 0,06 e 0,86 $\mu\text{mol/L}$, nitrito entre 0,0 e 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 N.Oc. "Almirante Saldanha", em junho de 1977 e maio-junho de 1980. Foram realizados arrastos verticais a partir de 5 m acima do fundo até a superfície nas regiões neríticas e de 200 m de profundidade até a superfície nas regiões oceânicas (NOGUEIRA *et al.*, 1999). Os nutrientes apresentaram concentrações de 0 a 6,6 μM . As concentrações de silicato situaram-se na faixa entre 1,8 e 11,5 μM e o fosfato não apresentou concentrações superiores a 2,12 μM .

Nas campanhas anteriores realizadas no bloco BC-10 as concentrações apresentaram valores usualmente encontrados: a amônia variou de 0,07 a 1,05 $\mu\text{mol/L}$, o nitrito entre 0,02 e 1,13 $\mu\text{mol/L}$, o nitrato entre 0,02 e 2,31 $\mu\text{mol/L}$, o fósforo variou entre 0,07 e 5,43 $\mu\text{mol/L}$ e o silicato entre 0,66 e 28,26 $\mu\text{mol/L}$.

Todas as análises feitas e dados apresentados estão tabulados nos **Quadros II.5.1.3-11 e II.5.1.3-12**.

QUADRO II.5.1.3-11: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE AMÔNIA, NITRITO E NITRATO

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		AMÔNIA	NITRITO	NITRATO	N	PROF. (m)	DATA
			(µM)	(µM)	(µM)			
PETROBRAS, 2001	Pampo - verão	Mínimo	<0,03	<0,02	1,28	24	100	jan/98
		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
		Máximo	0,96	0,36	4,08			
		Média	0,24	0,08	2,88			
		Desvio-p	0,36	0,08	0,8			
	Pargo - verão	Mínimo	<0,03	<0,02	2,18	24		jan/98
		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
		Máximo	0,31	0,12	7,89			
		Média	0,05	0,05	3,62			
		Desvio-p	0,08	0,04	1,76			

continua



continuação

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		AMÔNIA	NITRITO	NITRATO	N	PROF. (m)	DATA						
			(µM)	(µM)	(µM)									
PETROBRAS, 2002	verão - sup	Mínimo	20	20	20	20	100	mar/98						
		Máximo	0,04	0,07	1,67									
		Média	<0,03	<0,02	0,5									
		Desvio-p	0,16	0,21	2,24									
	verão - fundo	Mínimo	20	20	20				18	jul/98				
		Máximo	0,19	0,15	1,78									
		Média	<0,03	<0,02	<0,10									
		Desvio-p	0,6	0,42	10,35									
	inverno - sup	Mínimo	18	18	18	46		NI			dez-91/jan-92			
		Máximo	2,07	0,31	1,82									
		Média	0,08	0,06	0,22									
		Desvio-p	10,19	0,96	2,52									
	inverno - fundo	Mínimo	18	18	18				44	NI		jun e jul-92		
		Máximo	0,94	0,21	1,92									
		Média	<0,03	0,03	0,46									
		Desvio-p	7,79	0,71	2,81									
MOSER, 1997	verão	Mínimo	NA	0	0	141	200	jun-77 e mai e jun-80						
		Máximo		2,66	8,57									
	inverno	Mínimo	NA	0	0						NI		100	jan/01
		Máximo		0,75	8,54									
NOGUEIRA <i>et al.</i> , 1999	—	Mínimo	NA	NA	0	NI	100	jan/01						
		Máximo		6,6										
SANTOS, 2003	verão	Mínimo	<0,6	0	0,26	NI	100	jan/01						
		Máximo		0,41	11,16									
CARVALHO, 2000	verão	Mínimo	0,49	0,01	0,24	NI	300	set/out-99						
		Máximo	6,08	0,67	12,5									
		Média	1,19	0,19	3,8									
	inverno	Mínimo	62	0	0			NI	60	NI				
		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						
		Máximo	1,41	0,3	12,9									

continua



continuação

REFERÊNCIA	PERÍODO		AMÔNIA	NITRITO	NITRATO	N	PROF. (m)	DATA
			(µgAt/l)	(µgAt/l)	(µgAt/l)			
VALENTIN, 1974	inverno	Mínimo	NA	<1,00	0,2	NI	NI	fev a abr-73
		Máximo		16	1,2			
GONZALEZ-RODRIGUEZ, 1994	Forno	Mínimo	0,23	NA	0	NI	NI	Jul-88 a Ago-90
		Máximo	5,78		3,32			
		Média	1,07		0,31			
		Desvio-p	0,76		0,5			
	Búzios	Mínimo	0,31	NA	0	NI	NI	
		Máximo	6,52		7,3			
		Média	2,18		1,2			
		Desvio-p	1,32		1,32			
	Jaconé	Mínimo	0,47	NA	0,36	NI	NI	
		Máximo	7,91		8,54			
		Média	3		2,36			
		Desvio-p	1,54		2,04			
SHELL, 2000	antes da perfuração	Mínimo	NA	0,02	0,12	10	10 e 100	set/00
		Máximo		0,10	1,58			
		Média		0,05	1,19			
	depois da perfuração	Mínimo	NA	0,02	0,47			out/00
		Máximo		0,03	1,73			
		Média		0,03	1,05			
SHELL, 2001a	antes da perfuração	Mínimo	0,00	0,00	0,32	10	10 e 100	dez/00
		Máximo	0,07	0,18	1,08			
		Média	0,004	0,04	0,66			
	depois da perfuração	Mínimo	0,00	0,00	0,24			jan/01
		Máximo	0,06	0,05	1,17			
		Média	0,003	0,02	0,91			
SHELL, 2001b	depois da perfuração	Mínimo	ND	0,64	0,02	10	10 e 100	abr/01
		Máximo	ND	1,13	0,05			
		Média	-	0,94	0,03			
SHELL, 2001c	antes da perfuração	Mínimo	ND	0,02	0,49	10	10 e 100	mai/01
		Máximo	ND	0,23	1,34			
		Média	-	0,08	0,94			
	depois da perfuração	Mínimo	ND	0,03	0,65			jul/01
		Máximo	0,07	0,00	2,00			
		Média	0,003	0,08	1,52			
SHELL, 2001d	antes da perfuração	Mínimo	0,06	0,02	0,45	10	10 e 100	jul/01
		Máximo	1,05	0,14	2,31			
		Média	0,34	0,08	1,62			
	depois da perfuração	Mínimo	0,21	0,06	0,36			ago/01
		Máximo	0,68	2,60	1,67			
		Média	0,34	1,06	1,05			

NA = NÃO ANALISADO; NI = NÃO INFORMADO; ND = NÃO DETECTADO = <0,05



QUADRO II.5.1.3-12: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE FOSFATO, FÓSFORO E SILICATO.

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		FOSFATO	FÓSFORO	SILICATO	N	PROF. (m)	DATA			
			(µM)	(µM)	(µM)						
PETROBRAS, 2001	Pampo - verão	Mínimo	<0,02	0,15	2,78	24	100	jan/98			
		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			
		Máximo	0,5	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			
		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			
		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	20	20	20	20	100	mar/98			
		Máximo	0,11	0,48	4,07						
		Média	<0,02	0,23	0,17						
		Desvio-p	0,15	1,31	7,78						
	verão - fundo	Mínimo	20	20	20	20					
		Máximo	0,4	0,82	7,44						
		Média	<,02	0,28	0,6						
		Desvio-p	2,12	2,78	14,07						
	inverno - sup	Mínimo	18	18	18	18		jul/98			
		Máximo	1,21	5,96	9,84						
		Média	0,34	0,77	5,26						
		Desvio-p	3,97	20,22	15,91						
	inverno - fundo	Mínimo	18	18	18				18		
		Máximo	0,7	4,54	8,62						
		Média	0,25	0,69	4,46						
		Desvio-p	1,85	12,46	16,5						
MOSER, 1997	verão	Mínimo	0,03	NA	0,17	46	NI	dez- 91/jan-92			
		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	—	Mínimo	0	NA	1,8	141	200	jun-77 e mai e jun- 80			
		Máximo	2,12		11,5						

continua



continuação

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		FOSFATO	FÓSFORO	SILICATO	N	PROF. (m)	DATA
			($\mu\text{mol/L}$)	($\mu\text{mol/L}$)	($\mu\text{mol/L}$)			
SANTOS, 2003	verão	Mínimo	0,06	NA	NA	NI	100	jan/01
		Máximo	0,86					
CARVALHO, 2000	verão	Mínimo	0,1	NA	NA	NI	300	set/out-99
		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
		Máximo	0,99					

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		FOSFATO (µgAt/l)	FÓSFORO (µgAt/l)	SILICATO (µgAt/l)	N	PROF. (m)	DATA
J. VALENTIN, 1974	inverno	Mínimo	NA	NA	2	NI	NI	fev a abr-73
		Máximo			10			
GONZALEZ-RODRIGUEZ, 1994	Forno	Mínimo	0	NA	NA	NI	NI	Jul-88 a Ago-90
		Máximo	0,47					
		Média	0,21					
		Desvio-p	0,15					
	Búzios	Mínimo	0	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					

REFERÊNCIA	PERÍODO		FOSFATO	FÓSFORO	SILICATO	N	PROF. (m)	DATA
			(μmolL^{-1})	(μmolL^{-1})	(μmolL^{-1})			
SHELL, 2000	antes da perfuração	Mínimo	NA	0,31	1,58	10	10 e 100	set/00
		Máximo		5,43	28,26			
		Média		1,56	15,28			
	depois da perfuração	Mínimo	NA	0,07	1,03			out/00
		Máximo		0,63	3,02			
		Média		0,36	1,96			
SHELL, 2001a	antes da perfuração	Mínimo	NA	0,13	2,55	10	10 e 100	dez/00
		Máximo		0,90	11,16			
		Média		0,52	6,31			
	depois da perfuração	Mínimo	NA	0,22	1,41			jan/01
		Máximo		0,60	9,22			
		Média		0,38	4,13			
SHELL, 2001b	depois da perfuração	Mínimo	NA	0,26	1,38	10	10 e 100	abr/01
		Máximo		0,58	8,39			
		Média		0,39	4,39			

continua



continuação

REFERÊNCIA	PERÍODO		FOSFATO (μmolL^{-1})	FÓSFORO (μmolL^{-1})	SILICATO (μmolL^{-1})	N	PROF. (m)	DATA
SHELL, 2001c	antes da perfuração	Mínimo	NA	0,12	0,75	10	10 e 100	mai/01
		Máximo		1,11	1,01			
		Média		0,43	0,91			
	depois da perfuração	Mínimo	NA	0,23	0,76			jul/01
		Máximo		1,77	1,41			
		Média		0,68	0,96			
SHELL, 2001d	antes da perfuração	Mínimo	NA	0,18	0,66	10	10 e 100	jul/01
		Máximo		1,50	1,27			
		Média		0,72	0,98			
	depois da perfuração	Mínimo	NA	1,26	2,19			ago/01
		Máximo		7,09	6,26			
		Média		4,34	4,43			

NA = NÃO ANALISADO; NI = NÃO INFORMADO

g) Clorofila *a*

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. As concentrações de clorofila *a* variaram entre não-detectável ($<0,01$) e $0,79 \mu\text{g/L}$, com média de $0,31 \mu\text{g/L}$, sendo os maiores valores encontrados na superfície e no inverno na plataforma de Pargo (todos os valores analisados são apresentados no **Quadro II.5.1.3-13**). Na plataforma de Pampo, a clorofila *a* variou entre não-detectável ($<0,01$) e $0,89 \mu\text{g/L}$, com média de $0,25 \mu\text{g/L}$, sendo os maiores valores encontrados à meia-água, comparados aos registros para as camadas de superfície e fundo onde encontramos valores mais baixos. A clorofila *a* foi uma das variáveis que apresentou variação sazonal, padrão geralmente encontrado para esta região do Brasil (MAYR *et al.*, 1989).

Em CARVALHO, (2000) a concentração de clorofila *a* variou de $0,12$ a $8,59 \text{ mg/m}^3$ na campanha de verão, com média de $1,03 \text{ mg/m}^3$ e ficou na faixa de $0,11$ a $3,34 \text{ mg/m}^3$ na campanha de inverno, com média de $0,66 \text{ mg/m}^3$. 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 (RJ) (MOSER, 1997), clorofila *a* variou entre $0,00$ e $2,35 \text{ mg/m}^3$, apresentado padrão de distribuição decrescente em direção ao fundo e crescente em direção à costa. Os altos valores de clorofila *a* associados a baixos valores de nitrito e a presença de ACAS (Água Central do Atlântico Sul) encontrados por MOSER (1997), sugerem que a ressurgência se encontrava em sua fase produtiva na campanha de verão e na campanha de inverno a concentração alta de nitrato associada aos baixos níveis de clorofila *a* e a presença de ACAS na superfície, sugere que a ressurgência se encontrava em sua fase inicial.



MOSER & GIANESELLA-GALVÃO, (1996), utilizando o Sistema Integrado de Geoprocessamento (SGI) 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 à costa, raramente excedendo os valores de 0,20 a 0,50 mg/m³.

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/m³, este último valor indicando uma proliferação algal, confirmada pelas contagens celulares. O método para a obtenção de clorofila *a* utilizado foi o espectrofotométrico de RICHARDS & THOMPSON (1952).

SANTOS (2003) analisando a clorofila através de espectrofotômetro encontrou concentrações de clorofila *a* variando entre 0,10 e 4,67 mg/m³.

MOSER (1997) em um estudo na Bacia de Campos (RJ), entre Cabo Frio e a foz do rio Paraíba do Sul observou um aumento da biomassa fitoplanctônica em direção à costa e à superfície no período do verão. As estações localizadas em frente a Cabo Frio apresentaram valores elevados de clorofila *a* (entre 10 e 25,5 mg/m³).

Nas campanhas anteriormente já realizadas no Bloco BC-10 as concentrações de clorofila *a* apresentaram valores normalmente encontrados, variando entre 0,02 e 0,26 µg/L.

QUADRO II.5.1.3-13: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA *a*

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		CLOROFILA-a (µgl ⁻¹)	N	PROF. (m)	DATA
PETROBRAS, 2001	Pampo - verão	Mínimo	0,00	24	100	jan/98
		Máximo	0,43			
		Média	0,11			
		Desvio-p	0,13			
	Pampo - inverno	Mínimo	0,07	30		jul/98
		Máximo	0,89			
		Média	0,34			
		Desvio-p	0,19			
	Pargo - verão	Mínimo	<0,01	24		jan/98
		Máximo	0,73			
		Média	0,20			
		Desvio-p	0,21			
	Pargo - inverno	Mínimo	0,05	24		jun/98
		Máximo	0,79			
		Média	0,42			
		Desvio-p	0,21			

continua



continuação

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		CLOROFILA-a ($\mu\text{g l}^{-1}$)	N	PROF. (m)	DATA		
PETROBRAS, 2002	verão - superfície	Mínimo	20,00	20	100	mar/98		
		Máximo	0,97					
		Média	0,10					
		Desvio-p	2,31					
	verão - fundo	Mínimo	20,00				18	jul/98
		Máximo	1,60					
		Média	0,18					
		Desvio-p	2,54					
	inverno - superfície	Mínimo	18,00	18		jul/98		
		Máximo	1,23					
		Média	0,33					
		Desvio-p	1,98					
	inverno - fundo	Mínimo	18,00				18	jul/98
		Máximo	1,77					
		Média	0,56					
		Desvio-p	3,13					
MOSER, 1997	verão	Mínimo	0,00	46	NI	dez- 91/jan-92		
		Máximo	25,55*					
	inverno	Mínimo	0,00	44		jun/jul-92		
		Máximo	2,35*					
		Máximo						

REFERÊNCIA	PERÍODO		CLOROFILA-a (mg/m ³)	N	PROF. (m)	DATA
SANTOS, 2003	verão	Mínimo Máximo	0,10 4,67	NI	100	jan/01
CARVALHO, 2000	verão	Mínimo Máximo	0,12 8,59	NI	300	set/out-99
		Média	1,03			
		Mínimo	0,11			
	inverno	Máximo	3,34			jun/99
		Média	0,66			

REFERÊNCIA	PERÍODO		CLOROFILA-a (µg/L)	N	PROF. (m)	DATA
SHELL, 2000	antes da perfuração	Mínimo	0,03	10	10 e 100	set/00
		Máximo	0,07			
		Média	0,03			
	depois da perfuração	Mínimo	0,04			out/00
		Máximo	0,09			
		Média	0,06			
SHELL, 2001a	antes da perfuração	Mínimo	0,001	10	10 e 100	dez/00
		Máximo	0,20			
		Média	0,10			
	depois da perfuração	Mínimo	0,04			jan/01
		Máximo	0,11			
		Média	0,07			
SHELL, 2001b	depois da perfuração	Mínimo	0,06	10	10 e 100	abr/01
		Máximo	0,10			
		Média	0,08			

continua



continuação

REFERÊNCIA	PERÍODO		CLOROFILA-a (µg/L)	N	PROF. (m)	DATA
SHELL, 2001c	antes da perfuração	Mínimo	0,02	10	10 e 100	mai/01
		Máximo	0,16			
		Média	0,12			
	depois da perfuração	Mínimo	0,09			jul/01
		Máximo	0,24			
		Média	0,14			
SHELL, 2001d	antes da perfuração	Mínimo	0,15	10	10 e 100	jul/01
		Máximo	0,26			
		Média	0,22			
	depois da perfuração	Mínimo	0,04			ago/01
		Máximo	0,24			
		Média	0,11			

NI = NÃO INFORMADO

g) Oxigênio Dissolvido e pH (Quadro II.5.1.3-14)

No estudo PETROBRAS (2001) para a determinação do pH foi utilizado um potenciômetro Coming® Digital 112 segundo descrito por GRASSHOFF *et al.* (1993) e para a determinação do Oxigênio Dissolvido (OD), a amostra foi fixada, e seguiu o método segundo 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 intermediárias e fundo os valores encontrados estiveram por volta de 4,70 mL/L. Os valores de OD foram ligeiramente menores no inverno, porém as diferenças entre as estações não foram significativas. O pH ficou na faixa entre 6,97 e 8,47, sendo em média 7,64, com os menores e maiores valores encontrados na superfície. Foi observado um gradiente decrescente de pH de acordo com o aumento da profundidade, sendo na camada intermediária, em média, 7,62 e no fundo 7,35. Não foram encontradas diferenças sazonais na distribuição do pH.

Já para a 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 nas camadas intermediárias e de 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, sendo os menores valores encontrados no fundo no inverno e na camada intermediária no verão.

CARVALHO (2000), observou 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 estudada entre 4,21 e 6,11 mL/L no verão, com média de 5,13 mL/L e valores entre 4,25 e 7,31 mL/L na campanha de inverno, com média de 4,88 mL/L.



Nas campanhas anteriores do bloco BC-10 as concentrações apresentaram valores para oxigênio dissolvido entre 3,95 e 6,00 mL/L e pH entre 7,81 e 8,22.

QUADRO II.5.1.3-14: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA SOBRE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PH

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		OD (ml/L)	PH	N	PROF. (m)	DATA		
PETROBRAS, 2001	Pampo - verão	Mínimo	3,85	7,51	24	100	jan/98		
		Máximo	5,28	8,31					
		Média	4,75	7,95					
		Desvio-p	0,32	0,22					
	Pampo - inverno	Mínimo	4,03	7,71	30		jul/98		
		Máximo	5,31	8,54					
		Média	4,62	8,19					
		Desvio-p	0,31	0,2					
	Pargo - verão	Mínimo	4,48	6,98	24		jan/98		
		Máximo	5,09	8,47					
		Média	4,8	7,67					
		Desvio-p	0,18	0,38					
	Pargo - inverno	Mínimo	4,33	6,97	24		jun/98		
		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		
		Máximo	4,67	8,11					
		Média	4,5	7,95					
	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	18		jul/98		
		Máximo	5,09	8,31					
		Média	4,77	7,76					
	inverno - fundo	Mínimo	4,3	6,95				18	jul/98
		Máximo	5,34	8,35					
		Média	4,88	7,74					
CARVALHO, 2000	verão	Mínimo	4,21	NA	NI	300	set/out-99		
		Máximo	6,11						
		Média	5,13						
	inverno	Mínimo	4,25	NA			jun/99		
		Máximo	7,31						
		Média	4,88						
SHELL, 2000	antes da perfuração	Mínimo	5,21	8,01	10	10 e 100	set/00		
		Máximo	5,34	8,19					
		Média	5,21	8,11					
	depois da perfuração	Mínimo	5,06	8,00			out/00		
		Máximo	5,41	8,26					
		Média	5,19	8,14					

continua



REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		OD (ml/L)	PH	N	PROF. (m)	DATA
SHELL, 2001a	antes da perfuração	Mínimo	4,77	8,00	10	10 e 100	dez/00
		Máximo	5,12	8,22			
		Média	4,97	8,13			
	depois da perfuração	Mínimo	4,92	8,00			jan/01
		Máximo	5,38	8,22			
		Média	5,12	8,13			
SHELL, 2001b	depois da perfuração	Mínimo	4,97	8,08	10	10 e 100	abr/01
		Máximo	5,36	8,21			
		Média	5,14	8,15			
SHELL, 2001c	antes da perfuração	Mínimo	4,92	8,03	10	10 e 100	mai/01
		Máximo	5,38	8,20			
		Média	5,12	8,14			
	depois da perfuração	Mínimo	5,56	8,01			jul/01
		Máximo	5,92	8,21			
		Média	5,79	8,14			
SHELL, 2001d	antes da perfuração	Mínimo	3,95	8,10	10	10 e 100	jul/01
		Máximo	5,72	8,21			
		Média	4,98	8,15			
	depois da perfuração	Mínimo	4,84	7,81			ago/01
		Máximo	6,00	8,18			
		Média	5,13	8,03			

NA = NÃO ANALISADO; NI = NÃO INFORMADO

h) Sulfetos

PETROBRAS (2001) apresentou dados de sulfetos, em amostras de água coletadas em garrafas Niskin (10 L) 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 Eletrochemical Detector*) na campanha de inverno e as amostras da campanha de verão foram analisadas através de titulação potenciométrica com AgNO_3 . Na campanha de inverno foram coletas 45 amostras, sendo que 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 níveis inferiores a 0,5 mg/L, valor este do nível de detecção do método utilizado.

Em PETROBRAS (2002) a determinação de sulfetos nas amostras utilizou a mesma metodologia de coleta e análise, com um cromatógrafo de íon DIONEX, modelo DX-300 e detector PED (*Pulsed Eletrochemical Detector*). Foram coletas 20 amostras no verão e 20 amostras no inverno, sendo que todas as amostras apresentaram uma concentração inferior a 0,002 mg/L.



Parâmetros do Sedimento

a) Granulometria

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 carbonato, diâmetro médio e outras características sedimentares são resultantes desses vários processos que agem de forma sinérgica, positivamente ou não.

BASTOS & SILVA (2000) e LANA *et al.* (1996) afirmam que na plataforma continental ao sul de Cabo Frio (RJ) as isóbatas se encontram bastantes próximas, atingindo rapidamente a profundidade de 140 m, 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 (ES) e Cabo Frio (RJ) é predominantemente terrígeno, representado por areias quartzosas com baixo teor de carbonatos, exceto a região ao largo de Itabapoana, onde predomina sedimentos carbonáticos e a plataforma externa que é caracterizada pela presença de sedimentos carbonáticos, compostos principalmente por algas calcárias nodulares e ramificadas.

No Programa REVIZEE–SCORE SUL/Bentos, foram analisados a granulometria e o teor de carbonatos (CaCO_3), em 22 estações situadas entre o Cabo de São Tomé (RJ) e a Baía de Ilha Grande (RJ). A metodologia empregada foi a descrita por FIGUEIREDO & TESSLER (1999) e nas estações onde não foi possível realizar a coleta foram utilizados mapas de distribuição granulométrica de FIGUEIREDO & MADUREIRA (1999).

Conforme indicam FIGUEIREDO & MADUREIRA (1999) e FIGUEIREDO & TESSLER (1999) na área sul de Cabo Frio (RJ) a partir de 100 m 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 (**Figura II.5.1.3-3**).

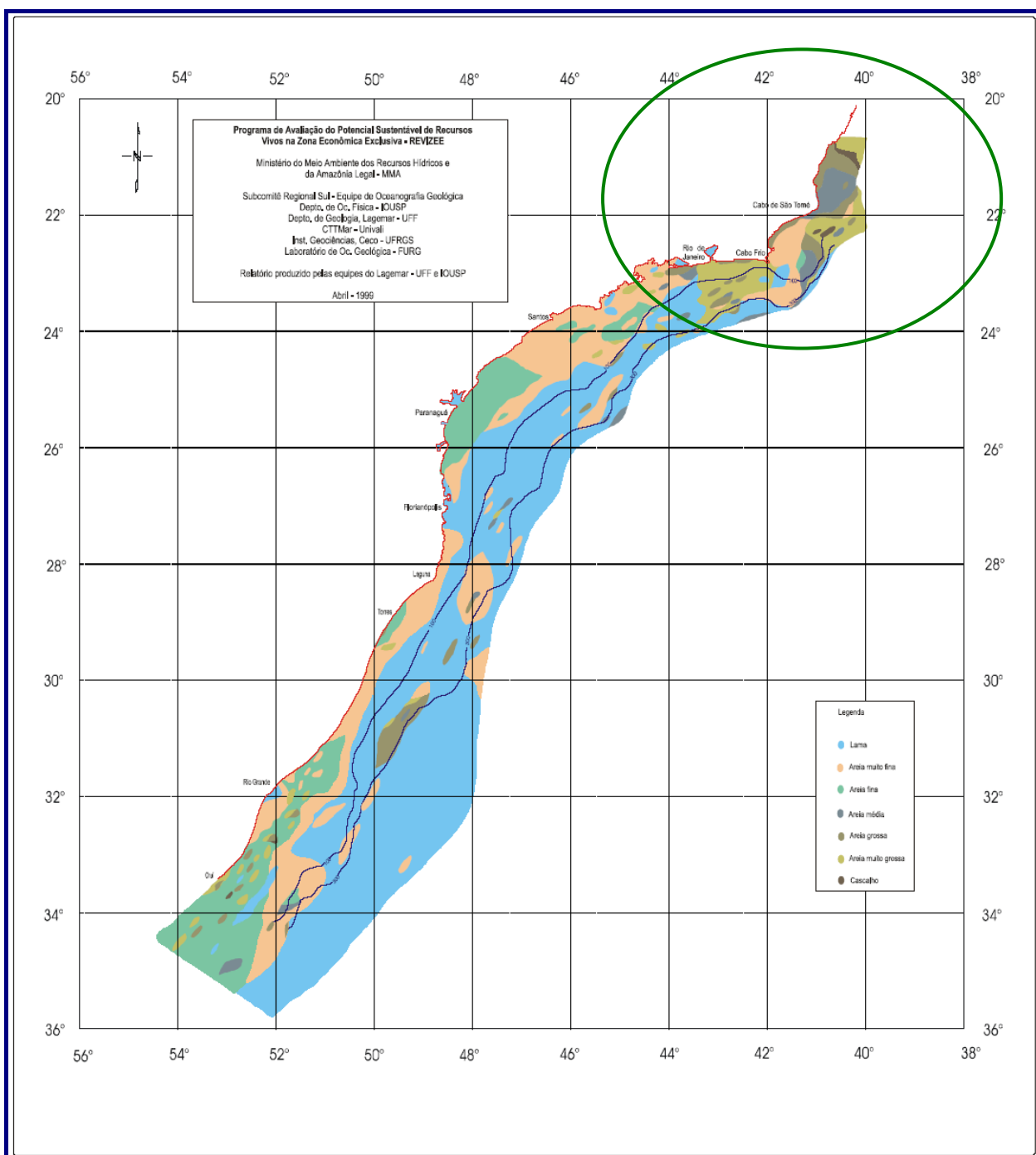


FIGURA II.5.1.3-3: MAPA DE GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS NA COSTA SUDESTE DO BRASIL
(ADAPTADO DE REVIZEE – SCORE SUL, 2003; AS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO SÃO CIRCUNDADAS EM LARANJA) FONTE: RELATÓRIO REVIZEE E FIGUEIREDO & MADUREIRA (1999).

Segundo FIGUEIREDO & MADUREIRA (1999), ao longo da costa do Estado do Rio de Janeiro, a granulometria e a composição dos sedimentos são mais heterogêneas em relação aos demais estados do sul do Brasil.

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 um sedimento lamoso rico em carbonatos. 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. Sendo uma taxa elevada se comparada a outra região, foi explicada pelos autores como sendo um possível reflexo de um maior aporte de material particulado de origem fluvial (**Quadro II.5.1.3-15**).

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 variaram entre areia grossa e silte. Os teores de carbonatos variaram entre não detectável e 8,4%.

Em SHELL (2001c) todas as estações de coleta de sedimento no entorno do poço 1-SHEL-6-ESS depois da perfuração, apresentaram percentuais de areia, silte e argila praticamente constantes, com variação inferior a 4% (**Quadro II.5.1.3-15**). Segundo a classificação textural de SHEPARD, o sedimento foi classificado como lama.

Em SHELL (2001d) o sedimento caracterizou-se como composto prioritariamente por lama, em todas as estações de coleta de sedimento do poço 1-SHEL-7-ESS depois da perfuração (**Quadro II.5.1.3-15**).

QUADRO II.5.1.3-15: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA SOBRE A COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

REFERÊNCIA	ÁREA/ PERÍODO	TIPO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO- P	N	PROF.	DATA
PETROBRAS, 2001	Pampo verão	carbonatos	2,84	77,67	51,29	19,16	8	100	jan/98
	Pampo inverno	carbonatos	29,62	75,29	50,88	11,06	11	100	jul/98
	Pargo verão	carbonatos	6,57	52,27	25,33	7,62	11	100	jan/98
	Pargo inverno	carbonatos	14,02	55,61	26,56	7,32	11	100	jun/98
SHELL, 2001c	depois da perfuração	areia	6,01	7,03	6,52	0,47	4	1600	jul/01
		silte	35,81	38,35	37,08	1,27			
		argila	54,62	58,06	56,34	1,70			
SHELL, 2001d	depois da perfuração	areia	4,544	9,493	6,53	1,47	8	1600	ago/01
		lama	90,467	95,403	93,43	1,487			



b) Metais

Os dados relativos às análises feitas são apresentados nos **Quadros II.5.1.3-16 e II.5.1.3-17**.

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 0,100 g) de sedimento seco em presença de uma mistura ácida (10 ml de HF e 5 ml de HNO₃ 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 HNO₃ 0,5 N (volume final de 20 ml). Em muitos casos, o procedimento de solubilização das amostras com a mistura de HF e HNO₃ 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 0,100 g), 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 2 mL, adicionados 2 mL de SnCl₂ para redução do Hg presente na amostra e geração de vapor de Hg. O vapor foi carregado por um fluxo de ar puro, isento de Hg, e as concentrações determinadas por absorção atômica Bacharach Modelo 2.500 (GONÇALVES, 1999).

Os autores observaram que na plataforma de Pargo apenas as concentrações de bário foram ligeiramente elevadas em ambas às 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.

TOLDO JR *et al.* (2004) avaliaram os níveis de metais na Bacia de Campos em 54 estações e três campanhas, em uma profundidade média de 900 metros,



antes da perfuração, um mês após a perfuração e doze meses após a perfuração de poço exploratório (Projeto MAPEM). 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 ($0,07\mu\text{M/g}$) em todas as campanhas. Bário foi o único metal que apresentou um aumento significativo entre as diferentes fases, provavelmente devido à utilização de barita no processo de perfuração. Cr, Cu e Cd apresentaram comportamentos semelhantes, aumentando 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.

Nas campanhas de monitoramento realizadas pela Shell do Brasil durante as suas atividades de perfuração no Bloco BC-10 entre 2000 e 2001, apresentaram as concentrações de bário entre 69,72 e 124 mg/kg, ferro entre 1,54 e 2,64 mg/kg, chumbo entre 7,03 e 34,25 mg/kg, cromo entre 31,17 e 37,76, zinco entre 33,19 mg/kg, níquel 17,00 e 32,14, cádmio 1,97 e 10,00, mercúrio entre 0,08 e 4,20 mg/kg e vanádio 17,82 e 49,00 mg/kg.

QUADRO II.5.1.3-16: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE METAIS (BA, FE, PB, CR E CU)

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		METAIS (mg/kg)					N	PROF. (m)	DATA
			BÁRIO	FERRO	CHUMBO	CROMO	COBRE			
PETROBRAS, 2001	Pampo verão	Mínimo	67,00	4,71	3,92	11,10	4,80	8	100	jan/98
		Máximo	402,00	7,29	18,60	18,60	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			
	Pampo inverno	Mínimo	76,20	4,59	10,90	9,85	3,92	11		jul/98
		Máximo	310,00	6,52	7,58	16,70	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	106,00	5,69	3,50	13,10	2,39	11		jan/98
		Máximo	328,00	5,94	11,90	20,40	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	70,40	4,43	3,67	9,36	1,86	11		jun/98
		Máximo	260,00	9,18	8,54	18,30	7,06			
		Média	136,00	6,30	4,91	13,04	3,11			
		Desvio-p	64,00	1,48	1,54	3,16	1,51			

continua



continuação

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		METAIS (µg/kg)					N	PROF. (m)	DATA
			BÁRIO	FERRO	CHUMBO	CROMO	COBRE			
TOLDO JR <i>et al.</i> , 2004 (Projeto MAPEM)	antes da perfuração	Mínimo	135,00	2,16	17,10	40,10	13,00	54	900	abr/01
		Máximo	282,00	4,09	35,50	73,90	19,90			
		Média	207,40	3,19	21,46	57,18	16,91			
		Desvio-p	36,50	0,44	2,69	8,23	1,28			
	um mês após a perfuração	Mínimo	228,00	1,88	14,70	35,70	13,30			jul/01
		Máximo	4545,00	5,46	34,60	79,40	26,90			
		Média	670,40	3,03	21,97	64,26	19,78			
		Desvio-p	764,40	0,85	3,79	7,88	3,28			
	doze meses após a perfuração	Mínimo	162,00	2,08	17,40	44,80	12,60			jun/02
		Máximo	4610,00	4,45	34,50	74,60	24,80			
		Média	754,40	3,11	21,90	60,95	17,31			
		Desvio-p	853,90	0,52	3,31	6,16	2,56			

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		METAIS (mg/kg)					N	PROF. (m)	DATA
			BÁRIO	FERRO	CHUMBO	CROMO	COBRE			
SHELL, 2000 (ppb)	antes da perfuração	Mínimo	<7,00	<2,00	8,11	-	14,00	8	1600	set/00
		Máximo	<7,00	<2,00	9,85	-	18,00			
		Média	0,00	0,00	8,85	-	16,50			
	depois da perfuração	Mínimo	<7,00	<2,00	7,03	-	17,00			out/00
		Máximo	<7,00	<2,00	8,70	-	19,00			
		Média	0,00	0,00	7,88	-	17,75			
SHELL, 2001c (Fe em g/100g)	depois da perfuração	Mínimo	69,72	1,73	25,95	-	15,52	4	1600	jul/01
		Máximo	78,38	2,31	34,25	-	20,28			
		Média	53,50	2,00	29,86	-	17,82			
SHELL, 2001d (Fe em g/100g)	antes da perfuração	Mínimo	91,48	1,54	16,81	-	11,67	8	1600	jul/01
		Máximo	124,61	2,15	28,90	-	27,38			
		Média	104,24	1,82	21,75	-	15,53			
	depois da perfuração	Mínimo	69,74	2,14	22,66	31,17	14,62			ago/01
		Máximo	103,86	2,64	27,17	37,76	17,85			
		Média	87,81	2,32	25,09	32,96	16,08			

QUADRO II.5.1.3-17: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE METAIS (Zn, Ni, Cd, Hg e V)

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		METAIS (mg/kg)					N	PROF. (m)	DATA
			ZINCO	NÍQUEL	CÁDMIO	MERCÚRIO	VANÁDIO			
PETROBRAS, 2001	Pampo verão	Mínimo	15,60	5,41	< 0,10	27,00	14,40	9	100	jan/98
		Máximo	84,60	14,20	0,24	48,00	19,00			
		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	36,90	10,50	< 0,10	32,40	22,50	7		jul/98
		Máximo	16,80	7,96	0,27	48,00	17 5			
		Média	23,66	6,97	0,21	40,74	16,40			
		Desvio-p	20,47	1,10	0,08	20,19	2,10			
	Pargo - verão	Mínimo	13,10	6,09	< 0,10	29,00	1,89	11		jan/98
		Máximo	116,00	9,51	< 0,10	53,00	18,60			
		Média	30,04	7,74	:	40,27	14,92			
		Desvio-p	29,37	1,24	:	7,84	4,42			

continua



continuação

REFERÊNCIA	ÁREA / PERÍODO		METAIS (mg/kg)					N	PROF. (m)	DATA
			ZINCO	NÍQUEL	CÁDMIO	MERCÚRIO	VANÁDIO			
PETROBRAS, 2001	Pargo - inverno	Mínimo	9,56	2,27	< 0,10	11,50	10,60	11	100	jun/98
		Máximo	50,10	7,49	0,21	61,00	23,60			
		Média	18,94	4,64	:	36,93	16,45			
		Desvio-p	11,55	1,78	:	17,35	4,05			

REFERÊNCIA	PERÍODO		METAIS (µg/kg)					N	PROF. (m)	DATA
			ZINCO	NÍQUEL	CÁDMIO	MERCÚRIO	VANÁDIO			
TOLDO JR et al., 2004 (Projeto MAPEM)	antes da perfuração	Mínimo	61,40	24,30	0,01	<0,07	66,10	54	900	abr/01
		Máximo	103,00	45,20	0,44	<0,07	93,00			
		Média	80,60	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	49,10	19,90	0,11	<0,07	59,70			jul/01
		Máximo	105,00	46,70	0,47	<0,07	110,00			
		Média	70,86	31,05	0,27	<0,07	78,72			
		Desvio-p	12,19	4,26	0,07	<0,07	7,20			
	doze meses após a perfuração	Mínimo	41,10	21,00	0,05	<0,07	52,60			jun/02
		Máximo	102,00	38,90	0,44	<0,07	90,80			
		Média	67,87	21,90	0,18	<0,07	79,21			
		Desvio-p	15,60	4,07	0,09	<0,07	7,08			

REFERÊNCIA	PERÍODO		METAIS (mg/kg)					N	PROF. (m)	DATA
			ZINCO	NÍQUEL	CÁDMIO	MERCÚRIO	VANÁDIO			
SHELL, 2000 (ppb)	antes da perfuração	Mínimo	35,00	17,00	0,10	-	40,00	8	1600	set/00
		Máximo	45,00	19,00	0,17	-	49,00			
		Média	39,75	18,00	0,12	-	44,63			
	depois da perfuração	Mínimo	41,00	20,00	0,07	-	38,00			out/00
		Máximo	47,00	29,00	0,15	-	47,00			
		Média	43,50	21,75	0,11	-	40,88			
SHELL, 2001c	depois da perfuração	Mínimo	35,32	24,94	2,84	-	22,37	4	1600	jul/01
		Máximo	43,64	32,14	10,00	-	27,33			
		Média	40,32	28,26	4,29	-	25,48			
SHELL, 2001d	antes da perfuração	Mínimo	33,19	18,08	2,27	0,08	17,82	8	1600	jul/01
		Máximo	48,96	30,61	4,20	0,26	25,71			
		Média	40,84	24,39	2,92	0,13	23,07			
	depois da perfuração	Mínimo	51,95	17,81	1,97	1,28	27,15			ago/01
		Máximo	58,84	31,86	2,13	4,20	32,14			
		Média	53,71	27,11	2,06	1,93	29,07			

c) Hidrocarbonetos (Quadro II.5.1.3-18)

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-alcanos, isoprenóides e cicloalcanos) e os aromáticos (ex. naftalenos, benzenos, fenantrenos, etc.).

A maior fonte de hidrocarbonetos no ecossistema marinho é de origem 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) realizadas por fluorescência de ultravioleta nos extratos de sedimentos marinhos coletados, em equivalentes de criseno, no entorno da plataforma de Pargo indicaram valores na faixa de 3,5 a 53,4 µg/g, para a campanha de verão de 1998, e de 2,2 a 34,8 µg/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 µg/g para a campanha de verão de 1998 e de 4,3 a 49,6 µg/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 2095 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 (4000 ng/g) (LONG & MORGAN, 1990). Os resultados dos n-alcanos, dos isoprenóides e da mistura complexa não resolvida (MCNR) para a Plataforma de Pargo ficaram na faixa de 906 a 2241 ng/g e para a MCNR, na faixa de 10 a 60 µg/g. Para a Plataforma de Pampo estes mesmos parâmetros foram de 742 a 2366 ng/g e de 9 a 72 µg/g, respectivamente. Também em relação ao sedimento, as concentrações mais elevadas de hidrocarbonetos foram observadas nas estações próximas às plataformas, até um raio de 1.500 m, 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 ficou 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 µg/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 metros, o que contribui para a modificação do assoalho marinho em função de ventos e correntes.

TOLDO JR *et al.* (2004) analisaram por CG/EM as concentrações de HPA e TPH por cromatografia capilar de alta resolução, e encontraram concentrações variando de 2,02 a 223,83 ppb para HPA e TPH de 0,11 a 23,72 ppm, nas três campanhas realizadas (Projeto MAPEM). Níveis estes muito baixos e com variação não significativa, os HPA tiveram 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.

Nas campanhas realizadas entre 2000 e 2001 no Bloco BC-10 as concentrações apresentaram valores de TPH entre 4,90 e 9847,0 ppb e de HPA entre 0,45 e 10511,0 ppb. Sendo os maiores valores de TPH encontrados em SHELL (2001c) depois da perfuração e concentrações maiores de HPA em SHELL (2000).



QUADRO II.5.1.3-18: SÍNTESE DOS DADOS DISPONÍVEIS NA LITERATURA E DADOS SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE TPH E HPA

REFERÊNCIA	PERÍODO		TPH	HPA	N	PROF. (M)	DATA
PETROBRAS, 2001	Pampo – verão (µg/g)	Mínimo	-	3,5	8	100	jan/98
		Máximo	-	53,4			
		Média	-	15			
		Desvio-p	-	13,72			
	Pampo - inverno (µg/g) UV	Mínimo	-	2,2	11		jul/98
		Máximo	-	34,8			
		Média	-	16,85			
		Desvio-p	-	11,39			
	Pampo - inverno (ng/g) CG	Mínimo	752,7	96,5	11		jul/98
		Máximo	2435,5	113,4			
		Média	1539,99	102,75			
		Desvio-p	475,21	39,71			
	Pargo – verão (µg/g)	Mínimo	-	5,6	11		jan/98
		Máximo	-	62,2			
		Média	-	19,89			
		Desvio-p	-	19,65			
	Pargo - inverno HPA (µg/g) UV	Mínimo	-	4,3	11		jun/98
		Máximo	-	49,6			
		Média	-	16,1			
		Desvio-p	-	13,39			
	Pargo - inverno (µg/g) CG	Mínimo	892,5	140,2	11		jun/98
		Máximo	2262	157,8			
		Média	1362,24	403,12			
		Desvio-p	431,19	623,38			
TOLDO JR <i>et al.</i> , 2004	antes da perfuração (<500m) TPH (ppm) HPA (ppb)	Mínimo	0,11	14,86	48	900	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	0,5	38,43	6		abr/01
		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
		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		jul/01
		Máximo	1,37	160,06			
		Média	0,93	114,08			
		Desvio-p	0,37	40,85			

continua



continuação

REFERÊNCIA	PERÍODO		TPH	HPA	N	PROF. (M)	DATA	
TOLDO JR <i>et al.</i> , 2004	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	4,3	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	0,2	18,42				
PETROBRAS, 2002	verão HPA (µg/g) UV	Mínimo	-	0,25	11	5-20	jan/98	
		Máximo	-	4,25				
		Média	-	1,88				
		Desvio-p	-	1,52				
	outono HPA (µg/g) UV	Mínimo	-	0,81	15		mar/98	
		Máximo	-	14,73				
		Média	-	3,88				
		Desvio-p	-	3,99				
	inverno HPA (µg/g) UV	Mínimo	-	0,04	14		ago/98	
		Máximo	-	2,01				
		Média	-	0,50				
		Desvio-p	-	0,61				
SHELL, 2000 (ppb)	antes perfuração	da	Mínimo	4,90	2936,8	8	1600	set/00
		Máximo	19,50	6339,10				
		Média	13,20	4098,86				
	depois perfuração	da	Mínimo	7,40	2665,90			out/00
		Máximo	31,60	10511,00				
		Média	14,41	5539,00				
SHELL, 2001c (ppb)	depois perfuração	da	Mínimo	3704,00	25,26	4	1600	mai/01
		Máximo	9847,00	36,58				
		Média	5413,60	29,52				
SHELL, 2001d (ppb)	antes perfuração	da	Mínimo	1479,00	1,70	8	1600	jul/01
		Máximo	2218,00	4,06				
		Média	1824,38	2,63				
	depois perfuração	da	Mínimo	501,00	0,45			ago/01
		Máximo	2430,00	1,30				
		Média	1084,00	0,74				

d) Carbono Orgânico Total (COT) (Quadro II.5.1.3-19)

Os valores de carbono orgânico total (COT) observados nas amostras de sedimento de fundo aos 100 m de distância do local de perfuração do poço 1-SHEL-1-ESS apresentaram valores entre 0,56 e 0,75% (SHELL, 2000).



**QUADRO II.5.1.3-19: RESULTADOS DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT)
ENCONTRADOS EM SHELL (2000)**

REFERÊNCIA	PERÍODO		COT (%)	N	PROF. (m)	DATA
SHELL, 2000	antes da perfuração	Mínimo	0,56	8	1600	set/00
		Máximo	0,75			
		Média	0,64			
	depois da perfuração	Mínimo	0,57			out/00
		Máximo	0,69			
		Média	0,64			

e) Carbono, Nitrogênio, Fósforo e Matéria Orgânica

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 (**Quadro II.5.1.3-20**). A metodologia de análise das amostras de sedimento foram feitas através da eliminação do carbono inorgânico, que é 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 (C_{org}) e o Nitrogênio Total (N_{total}) foram determinados pelo método de combustão a seco (analisador elementar da CE *Instruments*, modelo EA1110). O Fósforo Orgânico (P_{org}) 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 a granulometria e o teor de carbonatos, favorecem o acúmulo ou a degradação de matéria orgânica, a granulometria fina e estruturas de carbonatos podem favorecer o acúmulo de matéria orgânica e a 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, 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) (**Quadro II.5.1.3-20**).

QUADRO II.5.1.3-20: RESULTADOS DE CARBONO, NITROGÊNIO E FÓSFORO ENCONTRADOS NOS TRABALHOS DA LITERATURA

REFERÊNCIA	PERÍODO		C _{org}	N _{total}	P _{org}	C _{org}	C/N	C/P	N	Prof. (m)	Data
			(%)		(%x10-3)	(mol.g-1)					
PETROBRAS, 2001	Pampo verão	Mínimo	0,85	0,12	5,65	708,00	8,65	174,50	8	100	jan/98
		Máximo	1,58	0,20	19,50	1312,00	10,25	720,50			
		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	0,10	5,51	810,00	8,70	201,70	11		jul/98
		Máximo	1,89	0,19	21,22	1575,00	16,50	538,90			
		Média	1,47	0,13	11,26	1224,36	12,58	387,53			
		Desvio-p	0,34	0,03	4,62	278,97	2,68	122,97			
	Pargo verão	Mínimo	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11		jan/98
		Máximo	0,29	0,04	0,44	240,50	12,00	6788,00			
		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	100,00	9,60	94,50	11		jun/98
		Máximo	0,29	0,03	5,39	239,00	12,00	295,00			
		Média	0,20	0,02	3,60	169,18	10,62	172,99			
		Desvio-p	0,06	0,01	1,60	47,46	0,74	60,08			
PETROBRAS, 2002	verão	Mínimo	<0,06	<0,01	<0,12	0,00	0,00	0,00	15	100	mar/98
		Máximo	2,18	0,25	26,10	1816,00	10,15	224,45			
		Média	1,00	0,21	20,40	830,50	4,79	65,63			
		Desvio-p	1,11	0,19	23,70	923,78	5,32	77,49			
	inverno	Mínimo	< 0,06	< 0,01	< 0,12	50,00	9,80	77,20			jul/98
		Máximo	2,32	0,19	35,70	1933,00	109,80	1272,10			
		Média	0,70	0,03	7,13	579,43	12,26	278,70			
		Desvio-p	0,79	0,05	11,55	660,47	28,73	380,52			