

II.5.1.3 - Qualidade da Água e dos Sedimentos

A) Qualidade da Água

Caracterização da Qualidade da Água na Região Costeira do Estado de Sergipe e Sul do Estado de Alagoas

Neste capítulo são apresentados os resultados do estudo realizado pela UFS (2004) na plataforma continental do Estado de Sergipe e se refere à avaliação dos parâmetros físico-químicos e nutrientes inorgânicos dissolvidos, referentes às quatro campanhas oceanográficas realizadas no período de dezembro 2001 a junho de 2003 na zona da Plataforma Continental de Sergipe e Alagoas.

Na região da plataforma continental (UFS, 2004) as coletas foram realizadas em dezoito estações distribuídas em seis radiais, das quais cinco estavam localizadas no Estado de Sergipe e uma radial no sul do Estado de Alagoas. Radial é uma linha imaginária perpendicular à linha da costa, que vai desde a profundidade zero até a isóbata de 30 metros. Em cada radial, três estações foram definidas em isóbatas de 10, 20 e 30 metros (**Figura II.5.1.3.A-1**).

As coletas foram realizadas semestralmente, durante um período de dois anos em meses representativos dos períodos de estiagem e chuvoso da região. Ao todo foram realizadas quatro campanhas de amostragem, a primeira em dezembro de 2001, a segunda em junho de 2002, a terceira em dezembro de 2002 e a quarta em junho de 2003.

Metodologia e Análise de Dados

As amostras de água foram coletadas utilizando-se garrafa de Van Dorn, nas camadas de superfície, meio e fundo da coluna d'água. A primeira fração coletada foi destinada à análise de oxigênio dissolvido e a outra fração para clorofila-a, nutrientes, N-amoniaco, salinidade e pH.

Todas as análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química Analítica Ambiental, do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe.

Para determinação de HPAs as amostras foram coletadas utilizando-se garrafa de Van Dorn. As técnicas de preservação das amostras seguiram as recomendações da NBR 9898 (Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores).

O método usado para extrair e determinar os HPA nas amostras de água foi EPA 8270C (*Semivolatile organic compounds by gás chromatography / mass spectrometry – GC-MS*), para extração líquido-líquido em funil de separação foi EPA 3510 (*Semivolatile and nonvolatile organics*) e para a etapa de *clean-up* foi EPA 3630 (*Silica gel clean-up*). Pequenas modificações foram realizadas para adaptação, tendo como referência o trabalho de Reddy & Quinn (1999).

Resultados

Os valores médios dos parâmetros temperatura, transparência, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, clorofila *a* e nutrientes, para as campanhas de verão e inverno, são apresentados nas **Tabelas II.5.1.3.A-1 e II.5.1.3.A-2**.

Tabela II.5.1.3.A- 1 - Características físico-químicas da água nas estações das radiais, média das campanhas realizadas no período de verão (dezembro/2001 e dezembro/2002).

AMOSTRAS		Profund. (m)	Trans.* (m)	T°C	pH	Salinid. ‰	O2 (mg/L)	N-NH4 µg/L	N-NO2 µg/L	N-NO3 µg/L	P-PO4 µg/L	Si-Si(OH)4 µg/L	Clorofila a µg/L
1	Sup.	0,0	3,5	26,0	8,2	36,4	6,55	4,94	3,94	9,66	6,36	308,7	0,39
	Médio	5,5	3,5	25,5	8,2	37,1	6,80	4,94	3,17	8,86	6,99	170,8	
	Fundo	11,0	3,5	25,0	8,2	37,3	7,45	5,69	2,40	10,10	8,28	165,4	
2	Sup.	0,0	3,5	26,8	8,3	33,6	6,97	4,27	3,01	14,84	7,00	565,4	0,38
	Médio	10,8	3,5	24,5	8,2	37,2	6,98	4,10	2,86	11,21	5,07	168,0	
	Fundo	21,5	3,5	24,3	8,2	37,4	7,10	5,44	2,86	13,92	9,57	169,5	
3	Sup.	0,0	3,5	26,0	8,2	35,2	6,97	4,69	2,86	10,92	8,27	339,2	0,43
	Médio	15,8	3,5	24,3	8,2	37,5	6,94	4,43	3,17	9,32	2,51	88,2	
	Fundo	31,5	3,5	23,8	8,2	37,4	6,88	5,94	3,48	9,01	8,27	81,6	
7	Sup.	0,0	3,0	26,0	8,2	35,6	7,13	5,44	2,71	19,03	6,34	268,5	0,36
	Médio	5,3	3,0	25,5	8,2	35,8	7,06	5,19	3,01	14,96	10,83	237,6	
	Fundo	10,5	3,0	25,3	8,2	37,0	7,26	8,53	1,48	14,21	6,36	210,1	
8	Sup.	0,0	3,0	25,5	8,2	35,3	7,34	3,26	3,32	9,18	13,42	224,1	0,40
	Médio	10,8	3,0	25,3	8,2	35,7	7,75	4,77	2,40	11,45	15,33	211,7	
	Fundo	21,5	3,0	24,8	8,1	36,2	7,13	6,11	3,32	12,46	15,98	186,5	
9	Sup.	0,0	7,0	25,8	8,2	35,6	6,99	4,02	0,66	16,66	12,13	352,2	0,49
	Médio	16,5	7,0	25,0	8,2	36,1	6,79	4,35	0,81	24,21	4,43	248,2	
	Fundo	33,0	7,0	24,0	8,2	36,3	6,75	4,69	3,42	12,44	11,49	226,7	
10	Sup.	0,0	2,0	25,8	8,2	35,8	7,25	5,02	4,65	23,90	12,77	295,0	0,25
	Médio	5,0	2,0	25,8	8,1	35,6	7,20	6,52	2,04	16,58	8,92	317,0	
	Fundo	10,0	2,0	25,5	8,2	35,3	7,17	8,70	1,27	23,92	8,28	273,8	
11	Sup.	0,0	7,5	26,0	8,2	35,5	6,77	3,68	0,66	30,80	9,54	274,1	0,31
	Médio	10,3	7,5	25,5	8,2	36,0	6,87	4,10	0,56	24,68	15,33	238,1	
	Fundo	20,5	7,5	25,0	8,2	36,1	6,71	5,10	1,27	18,57	20,48	240,8	
12	Sup.	0,0	7,5	26,5	8,2	35,9	7,15	4,85	0,35	9,73	10,83	334,4	0,30
	Médio	15,8	7,5	25,5	8,2	36,0	7,00	5,77	2,65	11,31	23,04	229,2	
	Fundo	31,5	7,5	24,8	8,1	36,0	7,11	5,19	2,55	12,30	10,85	229,2	
13	Sup.	0,0	2,0	26,5	8,1	35,3	7,23	5,02	1,27	7,84	3,77	251,8	0,26
	Médio	5,1	2,0	26,5	8,1	35,6	7,00	5,52	2,19	7,22	< 0,62	282,8	
	Fundo	10,3	2,0	25,5	8,2	35,8	6,70	10,62	1,88	9,80	6,36	242,1	
14	Sup.	0,0	3,5	25,5	8,2	35,0	6,79	5,44	2,71	9,18	5,13	331,1	0,48
	Médio	10,4	3,5	25,5	8,2	35,5	6,78	10,37	0,86	7,24	8,92	254,6	
	Fundo	20,8	3,5	26,0	8,2	35,7	6,56	6,36	1,42	15,40	12,12	187,3	
15	Sup.	0,0	7,0	25,5	8,2	35,7	6,71	4,95	1,27	10,07	2,56	234,9	0,12
	Médio	15,8	7,0	25,5	8,1	35,9	7,00	4,62	1,27	8,47	10,20	198,2	
	Fundo	31,5	7,0	24,8	8,1	36,5	7,14	5,27	3,78	12,98	6,35	197,4	
16	Sup.	0,0	2,5	26,5	8,2	35,4	7,11	6,11	1,27	14,79	< 0,62	231,2	0,53
	Médio	5,8	2,5	26,3	8,2	35,9	7,14	5,94	1,88	20,51	3,15	242,5	
	Fundo	11,5	2,5	25,5	8,2	35,8	6,88	12,21	2,86	16,36	3,15	232,5	
17	Sup.	0,0	2,5	26,0	8,2	35,2	7,14	5,52	0,81	23,10	1,84	263,0	0,24
	Médio	9,3	2,5	25,8	8,2	35,6	7,04	7,53	0,86	14,48	7,64	221,6	
	Fundo	18,5	2,5	25,0	8,2	36,2	6,97	7,36	1,02	15,60	11,49	171,3	
18	Sup.	0,0	11,0	25,5	8,2	35,8	7,32	5,69	2,96	12,24	9,56	214,3	0,17
	Médio	15,0	11,0	25,3	8,2	36,2	7,25	5,69	1,94	18,50	7,62	186,1	
	Fundo	30,0	11,0	25,3	8,2	36,3	7,15	6,52	2,81	16,48	9,56	197,4	
19	Sup.	0,0	3,5	27,0	8,2	35,7	6,80	4,02	2,71	9,15	6,35	87,7	1,65
	Médio	6,3	3,5	26,8	8,2	35,7	6,72	4,60	2,09	8,21	5,69	106,6	
	Fundo	12,5	3,5	26,8	8,2	35,8	6,65	5,19	3,63	9,61	7,00	130,1	
20	Sup.	0,0	7,0	26,3	8,2	35,9	6,97	4,27	2,40	13,12	3,79	136,4	0,31
	Médio	10,3	7,0	26,0	8,2	35,8	7,00	4,69	4,55	14,33	6,36	144,9	
	Fundo	20,5	7,0	26,0	8,2	36,1	6,88	5,86	2,55	14,53	10,20	104,5	
21	Sup.	0,0	11,0	26,3	8,1	35,9	7,04	3,51	3,01	17,58	3,84	116,3	0,31
	Médio	14,8	11,0	26,3	8,2	35,9	6,99	4,10	3,01	17,38	3,84	101,6	
	Fundo	29,5	11,0	26,0	8,2	36,1	6,96	4,77	5,32	13,11	6,99	92,3	

Tabela II.5.1.3.A- 2 - Características físico-químicas da água nas estações das radiais, média das campanhas realizadas no período de inverno (dezembro/2001 e dezembro/2002).

AMOSTRAS	Profund. (m)	Trans.* (m)	T°C	pH	Salinid. ‰	O2 (mg/L)	N-NH4 µg/L	N-NO2 µg/L	N-NO3 µg/L	P-PO4 µg/L	Si-Si(OH)4 µg/L	Clorofila a µg/L	
1	Sup.	0,0	1,8	27,5	8,3	32,4	8,10	9,12	1,17	61,89	< 0,62	749,6	0,70
	Médio	5,0	1,8	27,5	8,3	35,3	7,72	10,12	< 0,14	32,15	< 0,62	382,6	
	Fundo	10,0	1,8	28,0	8,2	38,2	7,78	10,04	< 0,14	58,47	< 0,62	218,4	
2	Sup.	0,0	2,6	27,5	8,2	31,9	7,73	8,20	1,02	24,49	1,95	420,7	0,69
	Médio	10,0	2,6	27,5	8,2	37,9	6,99	4,18	1,17	30,97	< 0,62	173,9	
	Fundo	20,0	2,6	27,5	8,2	38,2	7,19	7,11	2,55	33,24	< 0,62	124,3	
3	Sup.	0,0	2,8	27,5	8,3	31,5	7,84	4,27	< 0,14	29,10	< 0,62	546,6	0,58
	Médio	15,5	2,8	27,5	8,2	38,1	7,37	4,02	0,96	25,55	3,20	199,2	
	Fundo	31,0	2,8	27,5	8,2	38,2	6,81	7,36	2,40	30,97	0,64	144,5	
7	Sup.	0,0	2,7	28,0	8,2	35,1	7,66	6,27	0,71	18,76	0,64	341,2	0,89
	Médio	5,0	2,7	27,5	8,2	35,1	7,27	6,52	1,32	18,71	< 0,62	362,1	
	Fundo	10,0	2,7	28,0	8,2	35,5	7,06	6,36	1,32	20,47	< 0,62	317,9	
8	Sup.	0,0	5,5	27,3	8,2	35,0	6,93	5,35	0,71	24,61	< 0,62	428,6	0,43
	Médio	10,0	5,5	27,3	8,2	37,1	6,76	5,35	1,48	29,49	0,64	154,0	
	Fundo	20,0	5,5	28,0	8,2	37,6	6,66	7,61	1,94	23,67	< 0,62	116,7	
9	Sup.	0,0	7,5	27,8	8,2	36,2	7,52	5,52	0,81	25,69	< 0,62	251,7	0,10
	Médio	16,3	7,5	27,5	8,2	37,6	7,01	5,35	0,35	19,36	< 0,62	140,2	
	Fundo	32,3	7,5	28,0	8,2	37,8	6,54	6,36	1,32	18,78	< 0,62	150,6	
10	Sup.	0,0	2,0	28,0	8,2	36,5	7,13	5,69	0,50	29,19	< 0,62	215,6	0,63
	Médio	4,5	2,0	27,8	8,2	36,8	6,73	6,52	0,81	34,25	0,64	242,4	
	Fundo	9,0	2,0	28,0	8,2	36,9	6,90	6,52	0,35	30,28	0,64	209,8	
11	Sup.	0,0	5,7	27,0	8,2	37,1	6,82	5,35	< 0,14	25,32	4,51	170,3	0,30
	Médio	11,0	5,7	27,5	8,2	37,7	6,86	7,28	< 0,14	31,45	< 0,62	236,6	
	Fundo	22,0	5,7	27,5	8,2	37,4	6,88	9,45	1,63	19,51	2,56	148,1	
12	Sup.	0,0	12,3	26,5	8,2	36,8	7,17	6,94	0,66	21,55	< 0,62	167,9	0,34
	Médio	14,0	12,3	27,5	8,2	37,4	6,88	8,28	0,27	18,86	< 0,62	106,2	
	Fundo	28,0	12,3	27,0	8,2	37,1	6,88	7,19	0,81	28,27	1,31	100,5	
13	Sup.	0,0	1,4	27,5	8,1	36,1	7,30	7,95	2,86	40,05	1,95	191,9	0,13
	Médio	5,8	1,4	27,5	8,2	36,3	7,08	5,52	2,71	54,59	1,95	171,1	
	Fundo	11,5	1,4	27,3	8,2	36,5	6,74	6,69	2,71	41,23	1,95	194,8	
14	Sup.	0,0	3,4	27,0	8,2	36,0	6,96	5,77	0,96	59,68	1,28	190,1	0,37
	Médio	10,0	3,4	27,8	8,2	36,6	6,79	7,86	2,04	41,62	0,64	143,8	
	Fundo	20,0	3,4	27,0	8,2	36,7	6,97	8,87	1,12	61,67	1,31	146,4	
15	Sup.	0,0	5,8	27,0	8,2	36,8	6,74	6,19	1,12	91,01	< 0,62	111,9	0,18
	Médio	14,8	5,8	27,0	8,2	36,9	6,52	6,36	1,32	90,97	3,20	149,1	
	Fundo	31,0	5,8	26,8	8,2	37,1	6,82	7,28	1,73	52,81	< 0,62	132,3	
16	Sup.	0,0	2,8	27,5	8,2	36,3	7,06	7,36	3,32	53,15	2,56	164,2	0,16
	Médio	7,5	2,8	27,5	8,2	36,5	6,92	8,45	2,86	49,94	< 0,62	158,8	
	Fundo	15,0	2,8	27,5	8,2	36,8	6,34	8,28	4,55	44,14	6,41	183,8	
17	Sup.	0,0	3,3	28,0	8,2	36,3	6,97	7,28	2,71	57,51	5,15	125,6	0,40
	Médio	10,3	3,3	28,3	8,2	36,5	6,52	7,36	2,71	51,94	2,56	132,4	
	Fundo	20,6	3,3	27,8	8,2	36,5	6,47	6,78	2,40	51,83	3,87	145,9	
18	Sup.	0,0	9,0	27,5	8,2	36,6	6,75	6,02	2,40	49,43	0,61	86,7	0,86
	Médio	15,5	9,0	27,1	8,2	36,6	6,75	5,27	2,55	43,55	0,64	170,7	
	Fundo	31,0	9,0	27,2	8,2	36,6	6,60	4,02	2,86	45,12	1,92	119,6	
19	Sup.	0,0	2,8	28,0	8,2	36,5	7,16	3,77	2,19	25,73	< 0,62	156,0	0,58
	Médio	5,0	2,8	28,0	8,2	37,0	7,07	3,43	3,32	32,99	< 0,62	176,9	
	Fundo	10,0	2,8	28,0	8,2	37,1	6,98	5,52	3,17	36,13	< 0,62	134,2	
20	Sup.	0,0	3,9	27,8	8,2	37,0	7,56	3,60	1,88	17,90	< 0,62	107,6	0,42
	Médio	9,5	3,9	28,0	8,2	37,5	7,43	3,35	3,27	57,22	1,92	105,4	
	Fundo	19,0	3,9	28,0	8,2	37,8	7,48	6,27	1,94	51,91	1,28	112,3	
21	Sup.	0,0	8,8	27,8	8,2	37,7	7,56	3,18	1,88	16,55	< 0,62	138,9	0,57
	Médio	14,0	8,8	27,0	8,2	37,8	7,57	3,26	1,88	28,74	< 0,62	92,8	
	Fundo	28,0	8,8	27,5	8,2	37,8	6,83	3,77	1,88	62,60	0,64	142,2	

A temperatura da água variou de 23,8 °C a 27,0 °C, no período de verão. No inverno a temperatura oscilou de 26,5 °C a 28,3°C. As temperaturas mais elevadas ocorreram nas estações localizadas nas isóbatas de 10 e 20m. A coluna d'água apresentou uma pequena estratificação térmica, com diferença máxima entre as temperaturas da água de superfície e fundo de 1,5 °C, no período de inverno.

A salinidade variou de 33,6‰ a 37,4‰, no verão, e de 31,5‰ a 38,2‰ no inverno. As menores salinidades foram observadas nas amostras de superfície das estações 1, 2 e 3, localizadas à jusante da foz do Rio São Francisco. Em relação à salinidade, a coluna d'água mostrou-se relativamente homogênea, com uma variação máxima de 4 unidades entre a água de superfície e fundo. No inverno a estratificação salina foi mais acentuada, já foram constatadas variações de até 7 unidades entre a salinidade da água de superfície e a de fundo.

O pH da água apresentou um valor médio de 8,2±0,1; tanto no inverno como no verão. Os resultados obtidos foram concordantes com os medidos em campanhas anteriores (Alves, 1997, 1998, 2000) *apud* UFS (2004) e com o de outras regiões do mar brasileiro, cujo pH tem oscilado em torno de 8,2 (Niencheski, 1999).

A transparência da água teve uma pequena variação entre as diferentes estações. Essa variação tem relação com o período do ano (seco ou chuvoso), profundidade e localização das estações. Em geral a transparência foi maior no verão e nas estações de maior profundidade.

As concentrações do oxigênio dissolvido (O₂), em geral, foram superiores a 6,0 mg/L – valor mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para água salina da Classe 2. As concentrações médias de O₂ mostraram as seguintes variações: 6,65 a 7,75 mg/L no verão, e 6,34 a 8,10 mg/L no inverno. As menores concentrações ocorreram no inverno nas estações localizadas à jusante do rio Vaza-Barris (16, 17, 18) e as concentrações maiores foram registradas nas estações localizadas à jusante do Rio São Francisco, também no período de

inverno. Em geral, os valores obtidos evidenciaram uma distribuição espacial uniforme e uma coluna d'água bem oxigenada.

O nitrato mostrou uma variação de 8,21 a 30,80 µg/L no verão, e uma variação de 18,71 a 91,01 µg/L no período de inverno. O nitrito variou de 0,35 a 5,32 µg/L no verão, e de <0,14 a 4,55 µg/L no inverno. No verão foram registradas em média, as maiores concentrações de nitrito.

O N-amoniaco variou de 3,26 a 12,21 µg/L no verão, e de 3,26 a 10,12 µg/L no inverno.

O fosfato variou de <0,62 a 23,04 µg/L no verão, e de < 0,62 a 6,41 µg/L no inverno. No período de inverno, na maioria das estações, as concentrações de fosfato ficou abaixo do limite de detecção do método (0,62 µg/L). No verão as concentrações mais elevadas foram observadas nas estações localizadas à jusante do rio Sergipe.

Foi observado o esgotamento do fosfato no período de inverno. Apenas em alguns pontos isolados, as concentrações foram ligeiramente superiores ao limite de detecção do método. No verão as concentrações médias foram superiores a 4 µg/L e os valores mais elevados ocorreram na meia água e fundo, sugerindo uma maior remobilização do fósforo do sedimento, neste período.

As concentrações do silicato variaram de 81,6 a 565,4 µg/L no verão, e de 86,7 a 749,6 µg/L no inverno. As concentrações maiores ocorreram no período de inverno nas estações localizadas à jusante do Rio São Francisco. O silicato foi mais elevado na água de superfície e no período de inverno em função do aporte terrestre.

A clorofila *a* na região mostrou em todas as campanhas concentrações baixas em função das características oligotróficas do ambiente. Os valores da clorofila *a* variaram de 0,12 a 0,53 µg/L, no verão, e de 0,10 a 0,89 µg/L, no inverno. As

maiores e menores concentrações foram observadas no inverno nas estações 1, 7 e 10 localizadas na isóbata de 10m.

Comparação com campanhas anteriores

Os valores médios das estações das radiais são comparados na **Tabela II.5.1.3.A-3** com os dados das campanhas realizadas em maio e dezembro de 1999 (Alves, 2000b) *apud* (UFS, 2004). As concentrações médias das radiais, inverno e verão, em geral, estão dentro do intervalo de variação das campanhas de maio/99 e dezembro/99 respectivamente, com exceção do nitrato que foi maior em maio e do fosfato cujo valor médio do verão foi muito superior ao de dezembro de 1999. Convém frisar que em maio/99 foi registrada pelo NOAA uma anomalia da temperatura superficial no Atlântico Sul, levando a uma maior influência das águas da Corrente do Brasil na costa sergipana, sendo este fenômeno responsável pelas concentrações atípicas do nitrato.

Tabela II.5.1.3.A - 3 - Comparação com resultados de campanhas anteriores – Região da Plataforma Continental de Sergipe.

Parâmetro	Plataforma Continental - SE (maio/99) ¹	Plataforma Continental - SE (dezembro/99) ¹	Plataforma Continental -SE (dez/2001-2002)	Plataforma Continental - SE (jun/2002-2003)
pH	8,5 – 8,6	8,1 – 8,2	8,0 – 8,3	8,1 – 8,3
T água °C	28,9±0,6	24,8±0,6	25,6±0,9	27,5±1,1
Sal. ‰	31,6 – 37,1	33,1 – 36,0	35,9±0,8	36,6±2,5
OD (mg/L)	6,69±0,17	6,47±0,17	7,00±0,50	7,0,6±0,59
N – NH ₄ ⁺ (µg/L)	5,87±3,04	4,06±1,16	5,58±2,79	6,33±3,49
N – NO ₂ ⁻ (µg/L)	1,01±1,01	0,63±0,55	2,36±2,03	1,65±1,27
N – NO ₃ ⁻ (µg/L)	64,31±8,96	20,38±6,90	14,10±13,22	38,43±25,96
P – PO ₄ ³⁻ (µg/L)	< 0,91	< 0,91	8,21±7,64	1,35±1,27

Sulfetos

Todas as amostras avaliadas apresentaram valores de sulfetos inferiores ao limite de detecção do método utilizado, a saber, 0,20 mg/L.

HPAs

A literatura cita que concentrações de HPA de até 2 µg/L são típicas de ambientes não contaminados por hidrocarbonetos de petróleo (Law, 1981; Weber, 1991 *apud* UFS, 2004). Resultados de HPAs totais acima de 10 µg/L são relativos a ambientes efetivamente afetados pela introdução antropogênica de hidrocarbonetos de petróleo (CENPES, 2002 *apud* UFS, 2004).

Pelos resultados da análise de 47 amostras de HPA em água do mar da Plataforma Continental dos Estados de Sergipe e Alagoas, em dezembro de 2001 (verão), observa-se que a concentração máxima na coluna d'água (superfície, meio e fundo) foi de 117,3 µg/L (**Tabela de II.5.1.3.A - 4**).

Tabela II.5.1.3.A- 4 - *Resumo da concentração de HPAs em água do mar na Plataforma Continental de Sergipe e sul de Alagoas (dezembro de 2001 a junho de 2003).*

Campanhas de amostragem	HPA (µg/L)			
	Faixa	Média	Mediana	n
Dezembro/2001 - verão	0,2 – 117,3	9,55	1,2	47
Junho/2002 - inverno	< 0,015 – 0,70	0,30	0,30	45
Dezembro/2002 - verão	< 0,015 – 5,14	0,19	0,02	48
Junho/2003 - inverno	< 0,015 - 2,21	0,34	0,08	50

As amostras de fundo das estações 16 e 19 apresentaram os valores mais elevados (117,3 e 52,0 µg/L, respectivamente) podendo ser atribuídos a alguma fonte de contaminação durante o processo de coleta, uma vez que nenhuma outra amostra durante as quatro campanhas de amostragem apresentou resultados acima de 30 µg/L.

Analisando-se a **Tabela II.5.1.3.A-4** verifica-se que tanto a média quanto a mediana dos resultados dessa campanha de dezembro de 2001 estiveram acima das demais campanhas. O mesmo pode ser apreciado nas **Figuras II.5.1.3.A-2 a II.5.1.3.A-4**. Em junho de 2002 (inverno) a concentração das 45 amostras

avaliadas na coluna d'água (superfície, meio e fundo) apresentou como valor máximo 0,70 µg/L, com maior concentração dos compostos mais leves, como naftaleno e acenafteno.

Nos resultados das 48 análises de HPAs em água do mar em dezembro de 2002 (verão) observa-se a baixa concentração de HPAs na coluna d'água (superfície, meio e fundo) dos pontos selecionados para análise. Apenas o naftaleno se destacou, com concentrações de até 0,51 µg L⁻¹. Pelos resultados apresentados na terceira campanha, nenhum resultado esteve acima de 10 µg/L para a soma de HPAs, enquanto que 47 amostras (97,9%) apresentaram valores de HPAs totais abaixo de 1 µg/L.

Em junho de 2003 (inverno) foram analisadas 50 amostras e observou-se que a concentração do naftaleno destacou-se como aquele que está mais presente na água do mar. As concentrações de HPAs atingiram o valor de 2,21 µg/L na estação 7 (superfície).

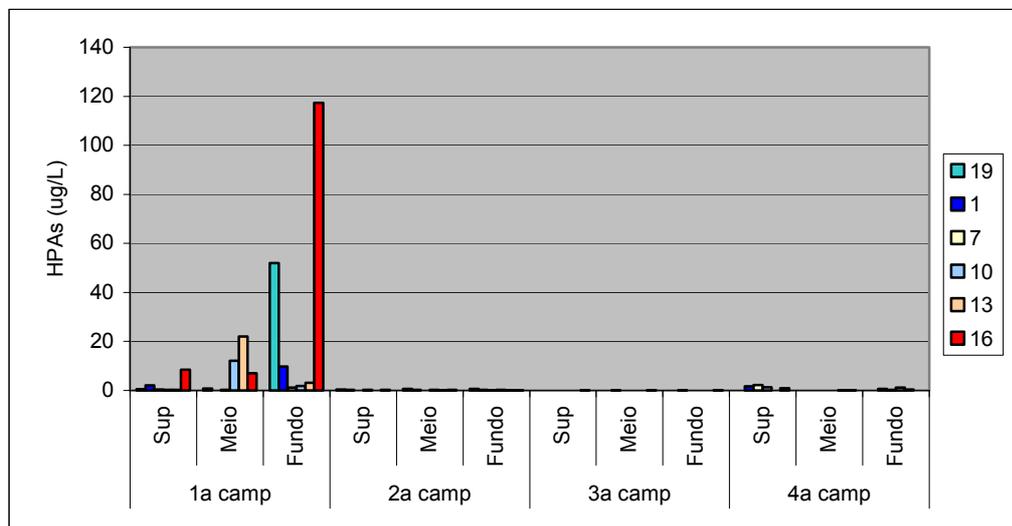


Figura II.5.1.3.A- 1 – Concentração de HPAs na superfície, meio e fundo das estações localizadas na isóbata de 10m na plataforma dos Estados de Sergipe e Alagoas.

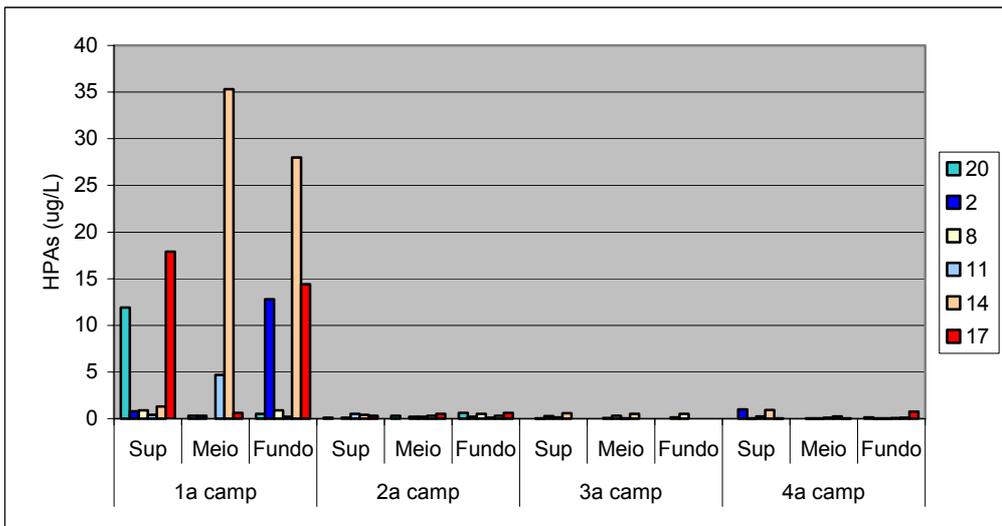


Figura II.5.1.3.A- 2 – Concentração de HPAs na superfície, meio e fundo das estações localizadas na isóbata de 20m na plataforma dos Estados de Sergipe e Alagoas.

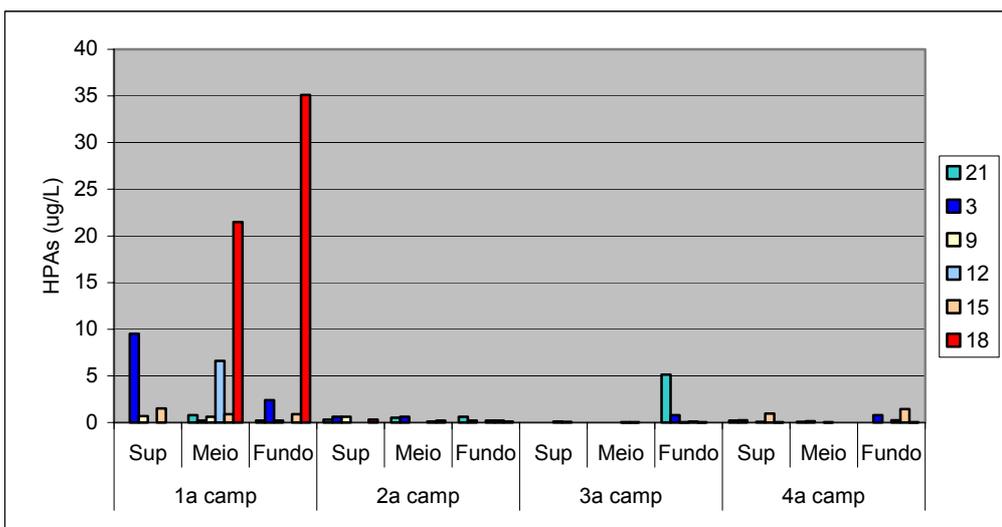


Figura II.5.1.3.A- 3 – Concentração de HPAs na superfície, meio e fundo das estações localizadas na isóbata de 30m na plataforma dos Estados de Sergipe e Alagoas.

Comparando os resultados obtidos com valores de HPAs analisados em águas da costa brasileira (Tabela II.5.1.A-5), percebe-se que os valores encontrados na Plataforma Continental do Estado de Sergipe e sul do Estado de Alagoas estão dentro dos mesmos níveis.

Tabela II.5.1.3.A- 5 – Concentração de HPAs em águas da costa brasileira.

Local	HPA ($\mu\text{g/L}$)
Plataforma de Pargo (RJ) – 2001	0,08 – 1,21
Plataforma de Pampo (RJ) - 2001	< 0,06 – 2,20
Bacia de Campos (RJ) - 1994	< 0,1 – 31,2
Área de Cabiúnas (RJ) – 1998	0,075 – 0,422
Plataforma Continental (SP) - 1988	0,46 – 14,34
Estuário de Santos (SP) - 1988	<0,18 – 52,43
Canal de Sebastião (SP) – 1994 (após derrame)	12,1 – 49,6

Comparando com os critérios de qualidade de água marinha, estabelecidos pelo NOAA (Buchman, 1999 *apud* UFS, 2004), a somatória de HPAs deve ser de 300 $\mu\text{g/L}$, bastante superior aos reportados nas quatro campanhas desse trabalho.

Conclusões

As águas de verão, em geral, foram caracterizadas por temperaturas mais baixas, menores concentrações de nitrato e maiores valores de fosfato. No inverno, devido à maior influência do aporte fluvial, concentrações mais elevadas de silicato e menores salinidades foram registradas.

Em relação à concentração de HPAs, em geral foi reduzida na maioria das amostras avaliadas, sendo inferior à 10 $\mu\text{g/L}$. Somente na primeira campanha realizada em dezembro de 2001, foram registradas concentrações mais elevadas para os parâmetros naftaleno, acenafteno e pireno. Nessa campanha foram obtidos valores de 52,0 e 117,2 $\mu\text{g/L}$ (HPAs) nas amostras de fundo das estações 16 e 19 localizadas na isóbata de 10m.

Caracterização da Qualidade da Água na Região do Talude Continental na Área de Influência do Campo Piranema no Estado de Sergipe.

Os resultados apresentados nesta seção foram extraídos do estudo realizado pela PETROBRAS denominado “*Caracterização Ambiental do Talude de Sergipe na área de Influência do Campo Piranema*” através do Programa de Cooperação CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ - Campanha Oceanográfica NE2002-C1 – PETROBRAS – 2002.

Metodologia e Análise de Dados

O estudo de qualidade da água foi realizado na área do Talude próximo à costa de Sergipe (entre as latitudes de 11°14,27' e 11°32,23'S e entre as longitudes de 37°10,54' e 37° 56,33' W), onde foram coletadas amostras de água em 12 estações pré-definidas em 3 perfis perpendiculares à costa, nas profundidades de 0, 50, 100, 200, 400, 800 e 1200 m, quando a profundidade local assim o permitiu (**Figura II.5.1.3.A-5**).

Foram analisados os seguintes parâmetros: transparência, material particulado total (M.P.T.), material particulado orgânico (M.P.O.), material particulado inorgânico (M.P.I.), pH, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, nutrientes (amônia, nitrito, nitrato, fosfato, silicato).

O limite inferior da camada fótica foi calculado através dos valores do disco de Secchi, usando-se a tabela de Extinção do Percentual da luz Solar elaborada pela diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) para determinar a profundidade de 1% de incidência de luz.

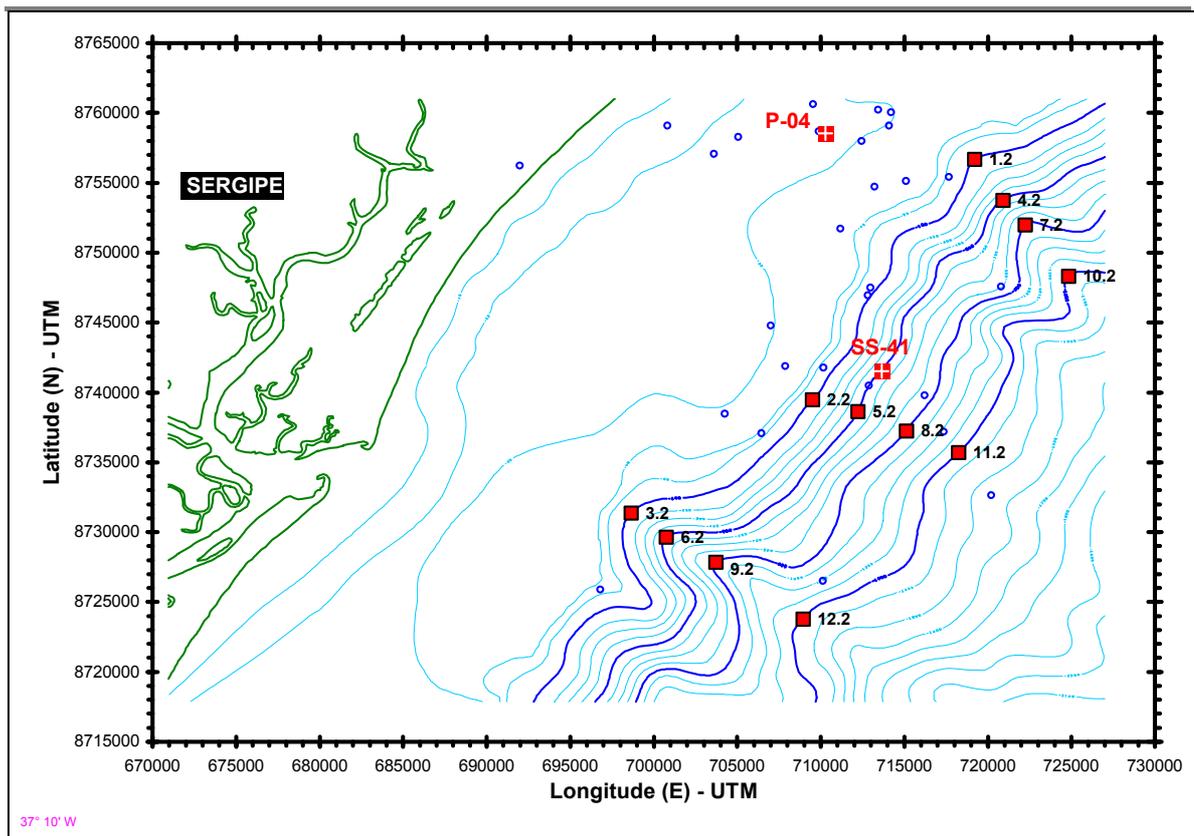


Figura II.5.1.3.A- 4 - Mapa da área do estudo, indicando as estações de coleta.

Resultados e Discussão

Em relação aos parâmetros hidroquímicos enfocados, não foi observada influência estuarina na área. As concentrações do silicato, porém, indicaram influência da massa de Água Costeira, apesar da salinidade detectada estar acima de 33 ups.

Thomsen (1962) *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002) afirmou que na costa do Brasil a massa de Água Costeira apresenta salinidades ≤ 33 ups e Silva (1972) localizou a corrente do Brasil na massa de Água Tropical (salinidade > 33 ups), que tem seu núcleo no Talude, área onde se localizaram as estações de coleta. A **Tabela II.5.1.3.A-6** apresenta os dados brutos obtidos nas estações avaliadas no Talude Continental em abril de 2002.

Tabela II.5.1.3.A- 6 - Dados hidrológicos da Campanha Talude-SE, entre 15 e 25 de abril de 2002.

Est.	Perfil	Hora	long W	lat S	Prof.	Prof.	Disco	camada	Temp.	Salin.	O.D.	O.D.	pH	amônia	nitrito	nitrato	fosfato	silicato	MST	MSI	MSO
					local (m)	coleta (m)	Secchi (m)	fótica (m)													
1	1	11:00	36,9947	11,2378	101	0	27	73	28,46	36,47	4,82	108,59	8,10	<0,01	<0,01	0,23	0,10	10,27	0,64	0,46	0,17
						50			26,10	37,11	4,96	108,00	8,11	<0,01	<0,01	0,43	0,12	9,87	0,79	0,33	0,46
						90			24,31	37,07	4,90	103,42	8,04	<0,01	0,03	0,65	0,22	9,45	0,99	0,35	0,64
4	1	07:30	36,9782	11,2632	440	0	22	59,7	28,36	36,65	4,75	107,11	8,08	<0,01	<0,01	0,33	0,08	12,65	0,67	0,43	0,24
						50			26,12	37,12	5,17	112,60	8,09	<0,01	0,02	0,60	0,14	7,74	0,64	0,02	0,62
						100			22,94	36,88	4,81	98,94	8,07	<0,01	<0,01	1,13	0,24	13,18	0,69	0,24	0,45
						200			17,22	35,82	4,83	88,86	7,92	<0,01	0,02	3,95	0,51	14,87	0,64	0,33	0,31
						400			11,14	34,92	4,92	79,55	7,85	<0,01	0,03	13,22	1,07	18,91	0,62	0,33	0,29
7	1	18:10	36,969	11,2815	900	0	22	59,7	28,51	36,64	4,64	104,77	8,20	<0,01	0,03	0,18	0,11	8,55	0,70	0,44	0,26
						50			26,19	37,13	5,07	110,46	8,22	<0,01	<0,01	0,59	0,20	8,18	0,86	0,37	0,49
						100			24,21	37,06	5,12	107,86	8,19	<0,01	0,05	0,77	0,26	9,76	0,73	0,31	0,41
						200			16,15	35,64	5,11	92,00	8,01	<0,01	0,04	5,64	0,57	8,71	0,69	0,22	0,47
						400			11,27	34,94	4,83	78,26	7,90	<0,01	0,02	14,76	1,13	20,76	0,61	0,33	0,28
						800			5,87	34,4	4,93	70,51	7,82	<0,01	<0,01	21,16	1,70	20,13	0,60	0,24	0,36
10	1	07:30	36,9388	11,3173	1368	0	22	59,7	28,41	36,85	4,96	112,03	8,27	<0,01	<0,01	0,53	0,14	6,00	0,74	0,39	0,35
						50			26,60	37,09	5,09	111,65	8,26	<0,01	<0,01	0,53	0,19	6,17	0,72	0,37	0,35
						100			23,87	37,04	5,12	107,22	8,18	<0,01	0,05	0,91	0,19	7,63	0,72	0,39	0,33
						200			16,76	35,75	4,77	86,88	8,08	<0,01	0,16	2,59	0,45	7,33	0,64	0,41	0,24
						400			10,66	34,85	4,67	74,69	8,05	<0,01	0,05	8,59	0,90	15,06	0,60	0,33	0,26
						800			4,87	34,35	4,56	63,56	7,93	<0,01	<0,01	17,72	1,64	23,38	0,63	0,43	0,21
						1200			3,87	34,56	4,72	64,39	7,58	<0,01	<0,01	26,52	2,11	42,85	0,61	0,09	0,51

(Continua).

Continuação da Tabela II.5.1.3.A-6.

Est.	Perfil	Hora	long W	lat S	Prof. local (m)	Prof. coleta (m)	Disco de Secchi (m)	camada fótica (m)	Temp. (°C)	Salin. (ups)	O.D. (ml/L)	O.D. (%)	pH	amônia	nitrito	nitrato	fosfato	silicato	MST	MSI	MSO
														µmol/L						mg/L	
2	2	08:50	37,0727	11,399	137	0	28	75,40	28,52	37,00	5,06	114,45	8,21	<0,01	0,14	0,16	0,17	9,26	0,74	0,24	0,50
						50			26,90	37,01	5,24	115,38	8,21	<0,01	0,10	0,16	0,13	10,44	0,82	0,15	0,67
						100			23,57	36,94	5,04	104,86	8,22	<0,01	0,27	0,53	0,27	9,95	0,72	0,06	0,66
5	2	15:10	37,054	11,4053	581	0	-	-	28,73	37,04	4,92	111,78	8,20	<0,01	0,15	0,22	0,09	7,81	0,78	0,39	0,39
						50			26,95	37,05	5,39	118,96	8,19	<0,01	0,16	0,21	0,05	6,54	0,80	0,41	0,39
						100			22,65	36,83	4,79	97,98	8,10	0,02	0,23	0,73	0,27	11,66	0,75	0,52	0,23
						200			15,57	35,47	4,64	82,49	8,15	<0,01	0,14	3,95	0,52	15,40	0,74	0,35	0,39
8	2	10:20	37,0275	11,4182	925	0	38	102,20	28,62	37,05	5,05	114,43	8,19	<0,01	0,14	0,12	0,11	7,21	0,77	0,33	0,43
						50			25,95	37,16	5,00	108,44	8,18	<0,01	0,14	0,24	0,12	6,09	0,77	0,57	0,20
						100			23,16	36,90	5,00	103,22	8,11	<0,01	<0,01	0,25	0,17	4,99	0,78	0,28	0,50
						200			15,85	35,62	4,70	84,15	8,13	<0,01	0,06	6,04	0,55	11,40	0,71	0,35	0,36
						400			10,71	34,83	4,95	79,27	7,95	<0,01	<0,01	15,88	1,28	16,42	0,66	0,54	0,12
11	2	08:30	36,9493	11,4242	1340	0	31	83,60	28,57	37,04	5,11	115,75	8,21	<0,01	<0,01	0,19	0,08	2,32	0,74	0,50	0,24
						50			25,96	37,16	5,43	117,99	8,15	<0,01	0,02	0,10	0,11	1,73	0,83	0,43	0,40
						100			24,21	37,12	5,20	109,66	8,03	<0,01	0,02	0,29	0,19	8,18	0,77	0,50	0,27
						200			16,74	35,71	4,88	88,92	7,97	<0,01	<0,01	6,21	0,54	8,14	0,67	0,51	0,16
						400			10,92	34,89	4,95	79,67	7,94	<0,01	0,02	15,71	1,21	10,40	0,74	0,15	0,59
						800			4,55	34,31	4,77	65,95	7,89	<0,01	<0,01	27,02	1,97	23,64	0,66	0,39	0,27
3	3	17:00	37,1757	11,4723	157	0	-	-	28,54	36,94	4,87	110,19	8,18	<0,01	<0,01	0,22	<0,03	9,71	0,70	0,39	0,31
						50			25,01	37,12	5,08	108,50	8,24	<0,01	<0,01	0,56	0,16	10,26	0,84	0,18	0,66
						100			23,75	37,01	4,66	97,37	8,15	<0,01	0,05	0,59	0,30	8,83	0,69	0,24	0,45

(Continua).

Continuação da Tabela II.5.1.3.A-6.

Est.	Perfil	Hora	long W	lat S	Prof.	Prof.	Disco de	camada	Temp.	Salin.	O.D.	O.D.	pH	amônia	nitrito	nitrato	fosfato	silicato	MST	MSI	MSO
					local (m)	coleta (m)	Secchi (m)														
6	3	14:10	37,1578	11,4878	619	15,5	40,7	0	28,60	36,58	5,02	113,39	8,22	<0,01	0,05	0,26	0,12	8,37	0,77	0,57	0,20
								50	25,60	37,07	4,89	105,50	8,26	<0,01	<0,01	0,28	0,13	7,46	0,69	0,61	0,08
								100	23,43	36,92	4,97	103,29	8,13	<0,01	0,10	0,77	0,24	10,27	0,68	0,06	0,63
								200	16,61	35,71	4,85	88,13	8,05	<0,01	0,03	6,27	0,45	15,30	0,68	0,15	0,53
								400	10,53	34,85	4,62	73,64	7,93	<0,01	<0,01	15,42	1,29	12,54	0,60	0,24	0,36
9	3	07:30	37,1322	11,5048	1046	35	95,8	0	28,48	37,06	5,14	116,31	8,13	<0,01	<0,01	0,33	0,09	2,01	0,69	0,13	0,56
								50	26,01	37,04	5,32	115,52	8,14	0,03	<0,01	0,49	0,11	4,54	0,68	0,24	0,44
								100	24,34	37,08	4,85	102,38	8,15	<0,01	<0,01	0,46	0,21	4,06	0,67	0,41	0,26
								200	17,83	35,93	4,60	85,68	8,05	<0,01	0,04	4,04	0,50	22,66	0,67	0,44	0,22
								400	10,21	34,81	4,56	72,12	7,96	<0,01	0,02	14,75	1,23	23,92	0,61	0,49	0,12
12	3	08:20	37,0822	11,5372	1450	28	75,4	800	4,91	34,37	4,86	67,87	7,93	<0,01	0,02	21,33	1,65	25,58	0,63	0,39	0,24
								0	28,48	37,03	5,13	116,05	8,18	<0,01	<0,01	0,18	0,08	3,11	0,71	0,20	0,51
								50	25,91	37,14	5,35	116,07	8,22	<0,01	<0,01	0,34	0,13	4,32	0,67	0,39	0,29
								100	24,03	36,99	5,05	105,95	8,14	<0,01	<0,01	0,30	0,23	6,97	0,70	0,26	0,45
								200	16,82	35,76	4,79	87,37	8,09	<0,01	<0,01	4,24	0,50	7,08	0,66	0,30	0,36
								400	11,06	34,91	5,02	80,93	7,70	<0,01	<0,01	8,82	0,86	12,02	0,57	0,31	0,26
800	4,54	34,35	4,82	66,67	7,84	<0,01	0,01	18,89	1,61	14,22	0,69	0,02	0,67								
1200	3,93	34,58	5,02	68,49	7,73	<0,01	<0,01	31,62	2,17	28,70	0,67	0,33	0,33								

Transparência - Material Particulado Total – Material Particulado Orgânico - Material Particulado Inorgânico.

A transparência da água na área em estudo variou de 15,5 m (estação 6; perfil 3; profundidade local-619m) a 38,00m (estação 8; perfil2; profundidade local 925 m). Apesar do baixo valor de 15,5 m detectado na segunda estação do perfil 3, a transparência da água na área foi relativamente elevada. A variação horizontal mostra uma uniformidade nos valores, principalmente na área central (em torno de 30 m), onde se localiza o perfil 2 e um pequeno gradiente no perfil 3, próximo à estação 6.

Nas **Figuras II.5.1.3.A-6, II.5.1.3.A-7 e II.5.1.3.A-8** se encontram as profundidades do limite inferior da camada fótica de cada estação. Pode-se observar que as variações na camada fótica foram mais acentuadas nas estações dos perfis 2 e 3, alcançando maiores profundidades nas estações 8 (perfil 2 - 102 m de profundidade) e 9 (perfil 3 com 95,80 m de profundidade). A menor espessura da camada fótica foi registrada na estação 6 (perfil 3 com 40,7 m de profundidade) onde foi observada a transparência mínima.

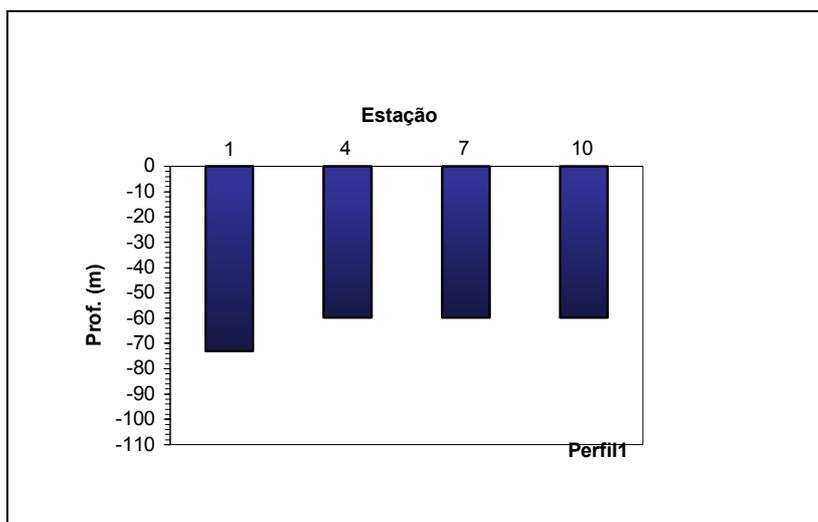


Figura II.5.1.3.A- 5 – Espessura da camada fótica nas estações do Perfil 1.

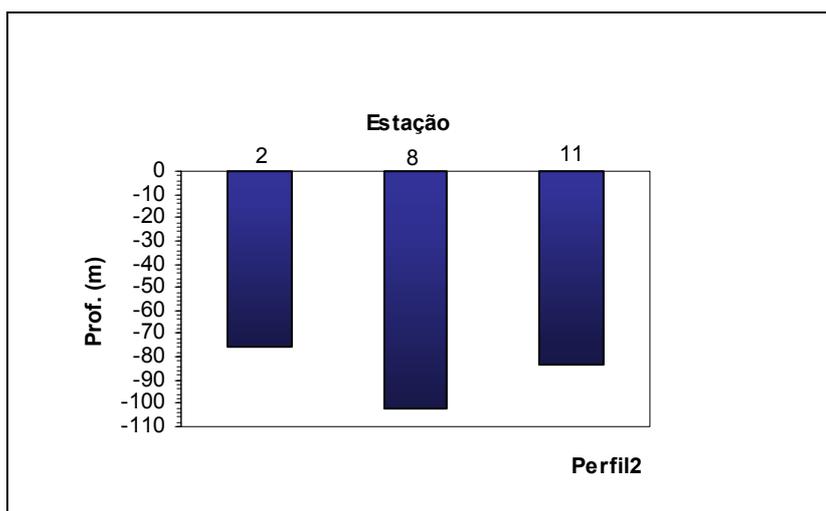


Figura II.5.1.3.A- 6 – Espessura da camada fótica nas estações do Perfil 2.

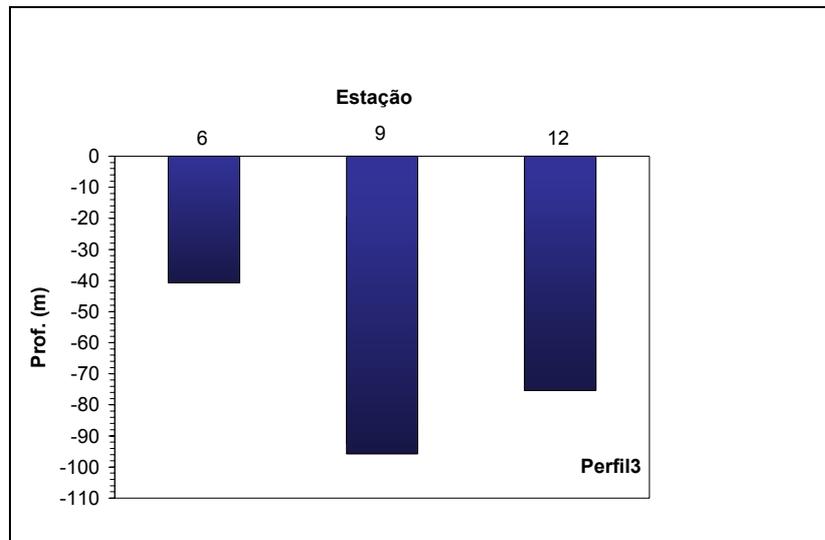


Figura II.5.1.3.A- 7 - Espessura da camada fótica nas estações do Perfil 3.

Quanto ao material particulado, não foi observada uma variação acentuada na área. As concentrações do material particulado total na camada fótica e afótica variaram de 0,64 mg/L a 0,86 mg/L (desvio padrão=0,06) e 0,57 mg/L a 0,99 mg/L (desvio padrão=0,07) respectivamente. A variação na camada afótica foi um pouco mais acentuada, enquanto a média da camada fótica foi mais elevada (**Figura II.5.1.3.A-9**).

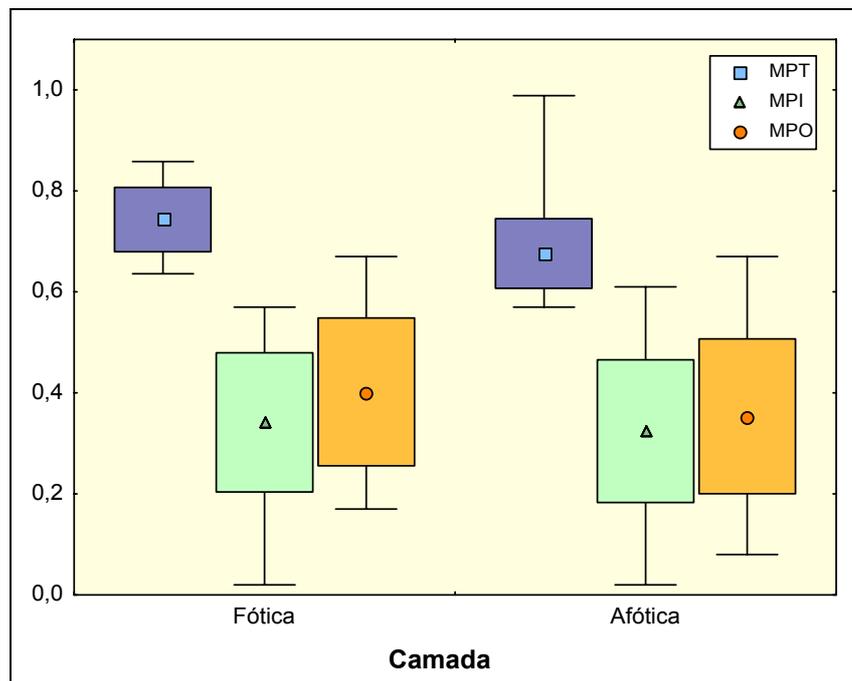


Figura II.5.1.3.A-8 - Valores máximos e mínimos do M.P.T., M.P.O. e M.P.I. com suas respectivas médias e desvios padrões nas camadas fótica e afótica (mg/L).

Comparando os valores do material particulado orgânico e inorgânico, existe uma relação inversa linear significativa entre os dois parâmetros, com um $R^2=0,816$ - camada fótica e $R^2=0,790$ - camada afótica (**Figuras II.5.1.3.A.10 e II.5.1.3.A.11**). As variações foram semelhantes em relação aos dois parâmetros, com desvio padrão de 0,14 (M.P.I.) e 0,15 (M.P.O.) em ambas as camadas. A matéria orgânica particulada apresentou valores um pouco mais elevados, com média de 0,40 e 0,35 mg/L, e a matéria inorgânica de 0,34 e 0,32 mg/L nas camadas fótica e afótica respectivamente.

Knoppers *et al.* (1996) *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002), estudando a pluma do rio Paraíba do Sul (Espírito Santo), encontraram valores de material particulado total (seston) entre 4 e 9 mg L⁻¹ nas estações costeiras adjacentes, até cerca da isóbata de 30 m. Esses autores afirmaram que os valores

foram baixos em comparação aos encontrados nas águas influenciadas pela pluma do rio. Na área em estudo, a principal e mais provável fonte de material particulado orgânico e inorgânico é a reciclagem do próprio ambiente, devido aos valores detectados < 1 mg/L e à semelhança nas variações nos três perfis.

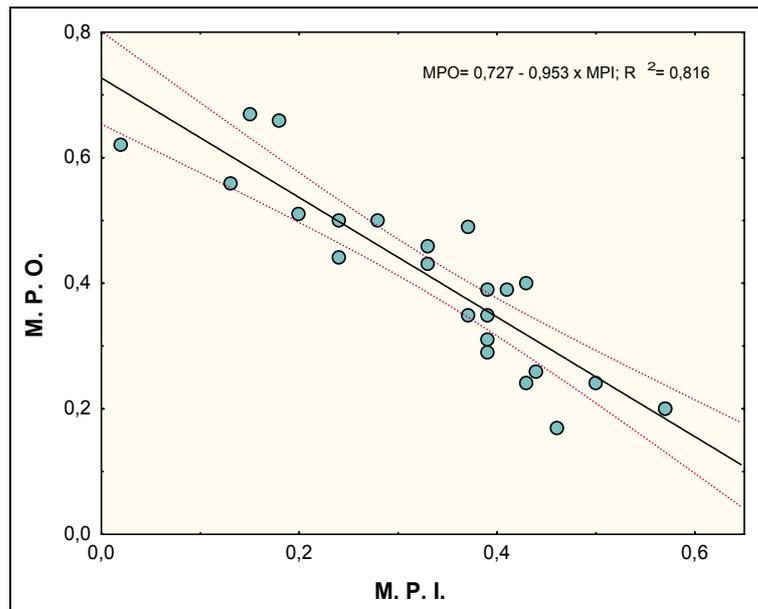


Figura II.5.1.3.A- 9 - Relação linear entre o M.P.O e o M.P.I. na camada fótica (mg/L).

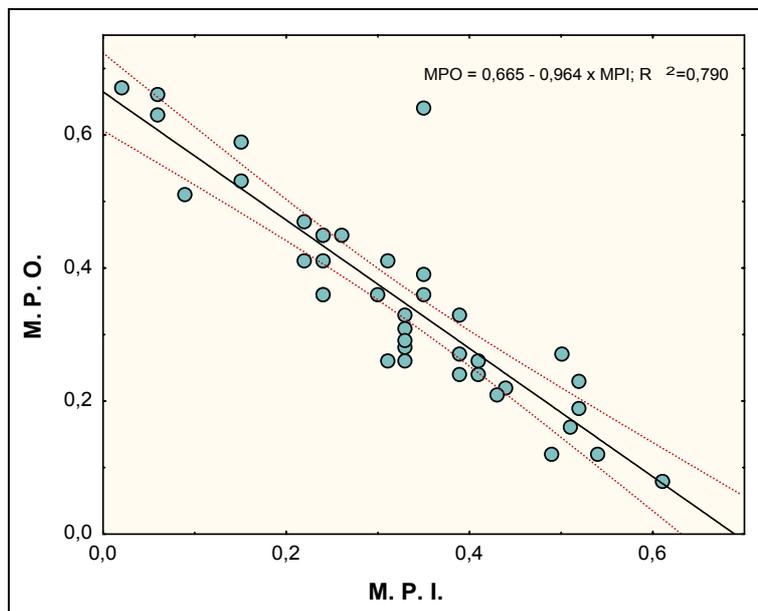


Figura II.5.1.3.A- 10 - Relação linear entre o M.P.O e o M.P.I. na camada afótica (mg/L).

Oxigênio Dissolvido

A área de Sergipe apresentou concentrações elevadas de oxigênio dissolvido, mesmo na camada de valores mínimos, variando de 5,32 ml/L – 50 m de profundidade, estação 9, perfil 3 (115,52% de saturação) a 4,54 ml/L – 1200 m de profundidade, estação 11, perfil 2 (62,20% de saturação). A diferença entre as médias da camada fótica (5,06 ml/L) e afótica (4,85 ml/L) foi pequena, indicando que a coluna de água está bem oxigenada nos três perfis. Os percentuais de saturação não indicam a presença de camadas deficitárias em oxigênio, e nas profundidades onde os menores teores de O.D. foram registrados os processos fotossintéticos são inexistentes.

pH

O pH na área de estudo apresentou o mesmo padrão de variação de uma área oceânica, com valores alcalinos, inclusive na camada afótica (variação de 7,58 a 1200 m de profundidade até 8,27 na superfície, ambos os valores registrados na estação 10, perfil 1). Na distribuição horizontal o pH mostrou-se bem uniforme, com valores em torno de 8,20.

Comparando as camadas fótica e afótica, a primeira apresentou um desvio padrão menor (fótica 0,054 e afótica 0,15), devido à compensação entre os processos de degradação da matéria orgânica e fotossíntese, nesta camada, que contribuem de maneira inversa na concentração do CO₂. Enquanto que na camada afótica o processo mais efetivo é da mineralização dos nutrientes que aumenta o teor deste gás na coluna de água. O pH nesta camada diminuiu, quando as concentrações de O.D. decresceram, quase sempre a partir dos 100 m de profundidade, alcançando valores menores que 8,00 depois dos 200 ou 400 m.

Nutrientes

No trabalho realizado por CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002) não foi registrado qualquer fenômeno de ressurgência, assim como qualquer evidência de influência fluvial ou estuarina em relação aos nutrientes nitrogenados e fosfatados.

Na maioria das estações avaliadas, as concentrações a partir dos 100-200m (nutriclina) aumentaram até a última profundidade de coleta ou até os 1200m. A nutriclina em algumas estações localizou-se bem abaixo da camada fótica. Esses indícios sugerem que o processo fotossintético esteja ocorrendo também em profundidades próximas ao limite inferior da camada fótica, fazendo com que o processo de degradação da matéria orgânica aconteça em profundidades maiores.

De acordo com Harvey *apud* Riley & Chester (1971) *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002), o nitrato é considerado o micronutriente que controla a produção primária na zona fótica em muitas áreas marinhas, quando a concentração da amônia é baixa (esta seria a forma preferida do fitoplâncton).

O nitrato apresentou concentrações baixas na camada fótica, com um mínimo de $0,10 \mu\text{mol. L}^{-1}$ (estação 11, perfil 2; 50 m de profundidade) e um máximo de $0,60 \mu\text{mol. L}^{-1}$ (estação 4, perfil 1; 50 m de profundidade). Apesar de não se poder determinar com exatidão um limite mínimo da concentração dos nutrientes para o desenvolvimento do fitoplâncton, pois depende de cada espécie, alguns pesquisadores afirmam que, quando o nitrato se apresenta abaixo de $0,7 \mu\text{mol. L}^{-1}$ pode haver limitações para o processo fotossintético.

A amônia apresentou concentrações abaixo do limite de detecção do método em quase toda a coluna de água e o nitrito em algumas profundidades. Os valores máximos de nitrito foram de $0,16 \mu\text{mol/L}$ (camada fótica, estação 5) e $0,27 \mu\text{mol/L}$ (camada afótica, estação 2), mostrando variações semelhantes em ambas as camadas, como mostram os desvios padrões de 0,05 e 0,06 respectivamente.

Em áreas onde a transparência da água é elevada, existe uma maior possibilidade do processo fotossintético ser mais intenso próximo a termoclina. Lande *et al.* (1989) *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002) observaram uma situação peculiar no Atlântico Norte, encontrando o maior desenvolvimento algal a 110 m de profundidade, a nutriclina a 100m e a termoclina a 75m. O fitoplâncton nesta situação ultrapassou a barreira da termoclina.

Na camada afótica, a média da concentração do nitrato foi elevada, $9,96 \mu\text{mol/l}$, com um mínimo de $0,28 \mu\text{mol. L}^{-1}$ (estação 6; perfil 3; 50 m de profundidade), um máximo de $32,87 \mu\text{mol/L}$ (estação 8; perfil 2; 800 m de profundidade) e um desvio padrão de 9,72, bem mais elevado que na camada fótica, onde foi apenas 0,16 (**Figura II.5.1.3.A-12**).

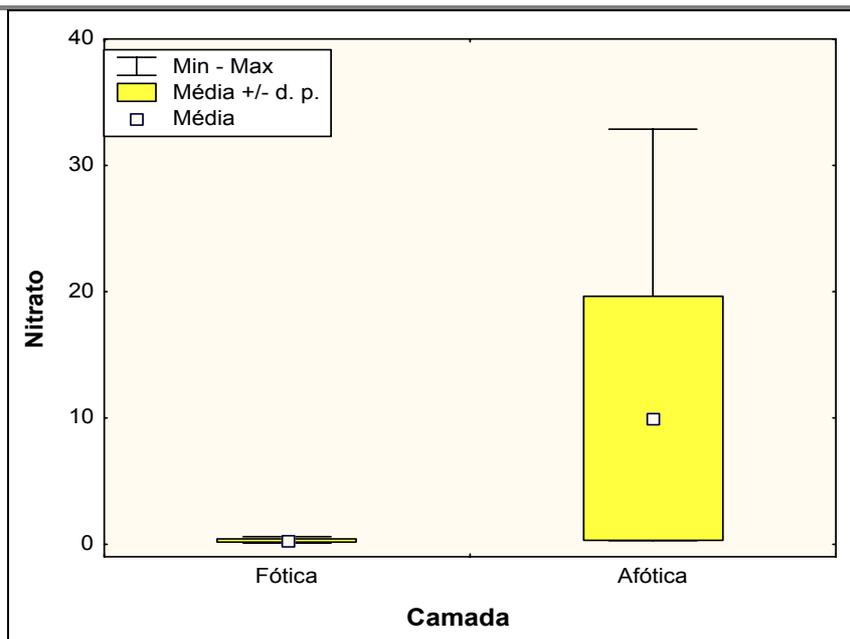


Figura II.5.1.3.A - 11 - Valores máximos e mínimos, médias e desvios padrão do nitrato nas camadas fótica e afótica (mg/L).

Okuda (1960) *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002), no seu trabalho na área oceânica do nordeste do Brasil, concluiu que a camada fótica estaria esgotada de nutrientes. Este autor detectou um mínimo de nitrato desde a superfície até os 100 m de profundidade de $0,20 \mu\text{mol/L}$, com um valor médio de $0,80 \mu\text{mol/L}$, um pouco mais elevado que os valores detectados por CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002).

No programa REVIZEE II (janeiro de 1997) e REVIZEE III (julho de 1998), foram coletadas amostras de nutrientes em duas estações plotadas dentro das coordenadas da área enfocada. As concentrações de nitrato se situaram entre $0,24 \mu\text{mol/L}$ a $0,64 \mu\text{mol/L}$ (REVIZEE II) e $0,026 \mu\text{mol/L}$ a $0,15 \mu\text{mol/L}$ (REVIZEE III), valores estes dentro dos limites encontrados (Macêdo & Flores Montes, 1998; Macêdo & Flores Montes, 2000).

Fosfato

De acordo com Aidar *et al.* (1993) *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002), o fitoplâncton, juntamente com as bactérias, é a causa mais preponderante da diminuição das concentrações de fosfato nas áreas superiores da camada fótica. Por outro lado, a regeneração do íon fosfato é muito rápida na coluna de água, impedindo em geral que ele seja o nutriente limitante em áreas oceânicas.

Na camada fótica, o fosfato apresentou uma concentração máxima de 0,20 $\mu\text{mol/L}$ (est. 7 - perfil 1, profundidade de 50 m) aliada a um valor abaixo do limite de detecção do método (est. 3 - perfil 3, superfície), com uma média de 0,12 $\mu\text{mol/L}$.

Na camada afótica a variação do fosfato foi mais acentuada, situando-se entre os valores de 0,13 $\mu\text{mol/L}$ (est.2 - perfil 2, profundidade de 50 m) e 2,17 $\mu\text{mol/L}$ (est.12- perfil 3, profundidade de 1200 m) e uma média de 0,88 $\mu\text{mol/L}$, como pode ser observado na **Figura II.5.1.3.A-13**.

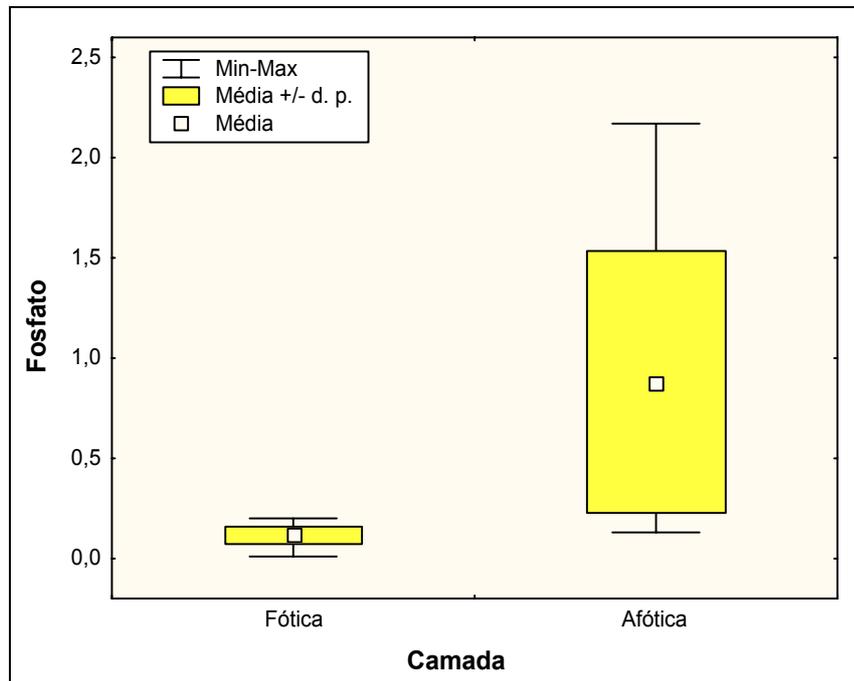


Figura II.5.1.3.A- 12 - Valores máximos e mínimos, variância e desvio padrão do Fosfato nas camadas fótica e afótica (mg/L).

Silicato

O silicato, por ser um nutriente utilizável por apenas algumas espécies do fitoplâncton, apresenta concentração elevada e nunca é um elemento limitante para a fotossíntese. Apesar da variação na camada fótica (desvio padrão 3,17) ser menor que na afótica (desvio padrão 8,01), valores elevados também foram detectados na primeira camada: camada fótica – mínimo de 0,71 $\mu\text{mol/L}$ (est. 12, perfil 3, superfície), máximo de 12,65 $\mu\text{mol/L}$ (est. 4, perfil 1, superfície); camada afótica - mínimo de 4,06 $\mu\text{mol/L}$ (est. 9, perfil 3, a 100 m de profundidade), máximo de 42,85 $\mu\text{mol/L}$ (est. 10, perfil 1, a 1200 m de profundidade). Estas variações, que podem ser observadas na **Figura II.5.1.3.A-14**, indicam o gradual porém intenso processo de mineralização deste nutriente na coluna de água.

Nas estações localizadas nas mesmas coordenadas do Programa REVIZEE II, as concentrações foram mais elevadas: na camada fótica variaram de 4,25 $\mu\text{mol/l}$ a 21,55 $\mu\text{mol/l}$, este último valor sendo registrado na profundidade de 1% de penetração de luz. As concentrações superficiais foram mais baixas que as subsuperficiais, o inverso do que ocorreu em algumas estações no presente trabalho, não indicando, portanto, influência da massa de água costeira no REVIZEE (Macêdo & Flores Montes, 1998; Macêdo & Flores Montes, 2000).

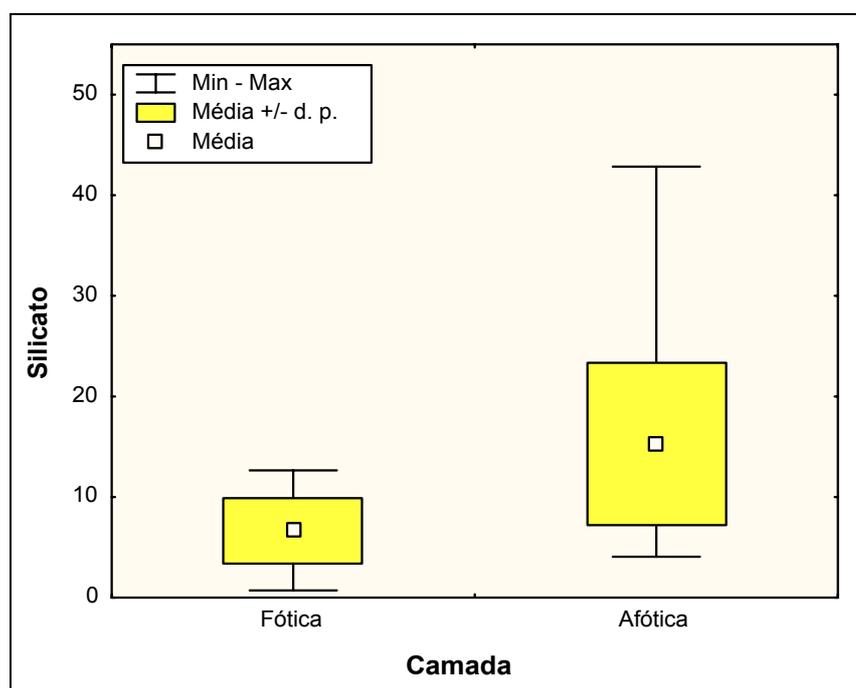


Figura II.5.1.3.A- 13 - Valores máximos e mínimos, variância e desvio padrão do silicato nas camadas fótica e afótica (mg/L).

Sulfatos

Foi realizada a análise quantitativa de sulfatos em 45 amostras de água do mar. Nenhuma das amostras avaliadas apresentou concentrações acima do limite de detecção do método (<0,20 mg/L). Os resultados obtidos indicam que as águas do talude continental encontram-se livre de contaminação por sulfatos.

Clorofila a

De uma maneira geral, os teores de clorofila a na região do Talude/Sergipe apresentaram-se reduzidos, mesmo tratando-se de uma área oceânica tropical, mantendo-se sempre inferiores a $1,0 \text{ mg.m}^{-3}$.

No que se refere à distribuição horizontal da clorofila a, a menor concentração foi de $0,02 \text{ mg.m}^{-3}$ obtida no Perfil Sul e estação 2, sendo a maior de $0,63 \text{ mg.m}^{-3}$ registrada no Perfil Sul e estação 3.

Com relação à distribuição vertical verificou-se que o valor mínimo encontrado foi de $0,02 \text{ mg.m}^{-3}$ presente no Perfil Meio e na estação 8, enquanto que a máxima foi de $0,44 \text{ mg.m}^{-3}$ obtida no Perfil Sul e estação 3.

No Perfil Norte a estação 1 foi a que se apresentou maior concentração de clorofila a seguida pelas estações 7, 10, e 4. No Perfil Meio a estação 2 foi a mais concentrada seguida pelas estações 5, 8 e 11.

No Perfil Sul a estação 3 apresentou uma maior concentração seguida das estações 6, 12 e 9. Em geral, as primeiras estações de cada perfil foram as que apresentaram maiores concentrações de clorofila a, havendo uma certa tendência a diminuir em direção a zona oceânica, tanto para as amostras coletadas na superfície, como para as amostras coletadas a 50m de profundidade. Outro fato importante a se mencionar é que na distribuição vertical da biomassa algal houve uma certa tendência a aumentar a concentração de clorofila a na profundidade de 100m, de acordo com os valores médios (**Figura II.5.1.3.A-15**).

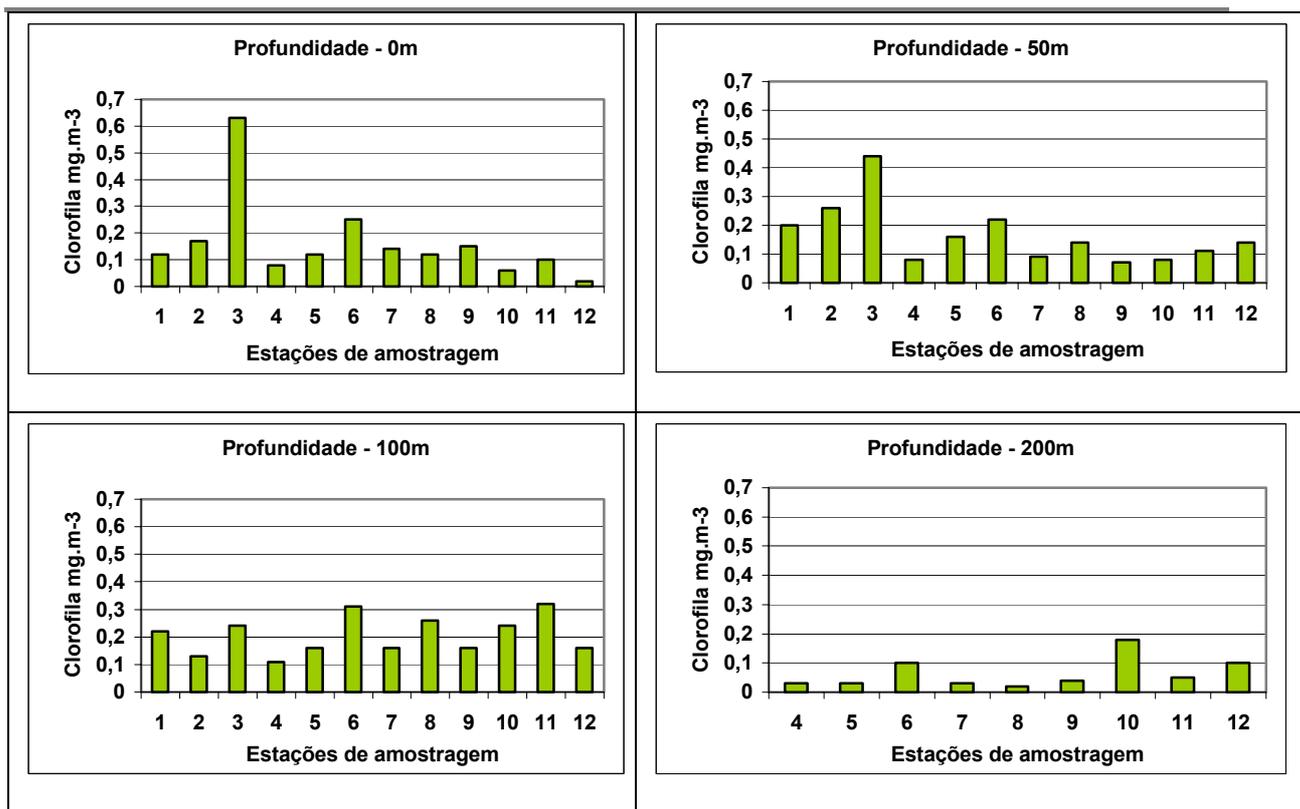


Figura II.5.1.3.A- 14 - Distribuição horizontal e vertical da biomassa fitoplanctônica da região do Estado de Sergipe.

Fenóis

Foi realizada a análise quantitativa de fenóis por cromatografia gasosa e detecção por fotoionização em 25 amostras de água do mar. Os compostos pesquisados foram os freqüentemente encontrados em água produzida da indústria do petróleo. Os compostos foram os seguintes: fenol; 2-metilfenol; 3-metilfenol; 4-metilfenol; 2,6-dimetilfenol; 2-etilfenol; 2,4-dimetilfenol; 2,5-dimetilfenol; 2-isopropilfenol; 3,5-dimetilfenol+4-etilfenol; 2,3-dimetilfenol; 3,4-dimetilfenol; 2,3,5-trimetilfenol.

Nenhuma das amostras avaliadas apresentou concentrações detectáveis para os parâmetros analisados (**Quadros II.5.1.3.A-1 e II.5.1.3.A-2**). Os resultados obtidos indicam que as águas do talude continental encontram-se livres de contaminação por compostos fenólicos.

Quadro II.5.1.3.A- 1 - Resultado das análises de fenóis* em amostras de água do mar

Composto	Códigos das amostras												
	TS 2.2 Sup.	TS 2.2 50m	TS 2.2 100m	TS 4.2 Sup.	TS 4.2 50m	TS 4.2 100m	TS 4.2 400m	TS 5.2 Sup.	TS 5.2 50m	TS 5.2 100m	TS 5.2 200m	TS 5.2 400m	TS 8.2 Sup
Fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2 metil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
3 metil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4 metil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,6-dimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2 etil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,4-dimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,5- dimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
3,5- dimetil fenol + 4-etil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,3- dimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2-Isopropil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
3,4- dimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,3,5-Trimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD: limite de detecção : 2,0µg/L

*Cromatografia gasosa com detecção por fotoionização

Quadro II.5.1.3.A- 2 - Resultado das análises de fenóis* em amostras de água do mar

Composto	Códigos das amostras												
	TS 8.2 50m	TS 8.2 100m	TS 8.2 200m	TS 8.2 400m	TS 8.2 800m	TS 11.2 Sup	TS 11.2 50m	TS 11.2 100m	TS 11.2 200m	TS 11.2 400m	TS 11.2 800m	TS 11.2 1200m	
Fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2 metil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
3 metil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4 metil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,6-dimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2 etil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,4-dimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,5- dimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
3,5- dimetil fenol + 4-etil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,3- dimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2-Isopropil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
3,4- dimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2,3,5-Trimetil fenol	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD: limite de detecção : 2,0µg/L

*Cromatografia gasosa com detecção por fotoionização

Hidrocarbonetos Aromáticos Totais (HPAs Totais)

A concentração média de HPAs totais, para amostras não-filtradas e tendo como referência o criseno, foi de $0,064 \pm 0,063 \mu\text{g l}^{-1}$ ($n = 42$). A estação 11, na amostra de superfície, foi a que apresentou a maior concentração de HPAs totais, com valor de $0,406 \mu\text{g l}^{-1}$. Quando essa estação não é considerada, o valor médio de HPAs totais cai para $0,055 \pm 0,031 \mu\text{g l}^{-1}$.

Em relação à distribuição espacial, os perfis 1 (estações 1, 4, 7 e 10) , 2 (estações 2, 5, 8 e 11) e 3 (estações 3, 6, 9 e 12), mostram que há uma ligeira tendência para valores mais altos de HPAs totais nas amostras de superfície.

O caráter não-específico e as demais limitações intrínsecas à técnica analítica usada para a determinação de HPAs totais restringem a interpretação da origem dos hidrocarbonetos em águas naturais. Por outro lado, a facilidade, rapidez e baixo custo da análise, que permitem a obtenção de um número mais elevado de amostras, fazem com que essa técnica continue sendo usada em levantamentos preliminares em áreas sem quaisquer estudos pretéritos sobre a distribuição de hidrocarbonetos em água, como é o caso da região de estudo. Assim, uma das alternativas para avaliar a magnitude dos resultados encontrados é a comparação de dados para diferentes áreas da costa brasileira com levantamentos de HPAs considerando a mesma técnica e o mesmo padrão (criseno).

Em função das considerações acima, as variações nas concentrações de HPAs totais obtidas são pouco significativas e não permitem, *a priori*, identificar quaisquer processos predominantes nas camadas superficiais da coluna d'água.

Como comparação para outras áreas oceânicas no Brasil, existem alguns dados disponíveis sobre a distribuição de HPAs totais para a Bacia de Campos. Um exemplo é o monitoramento realizado em duas plataformas de produção (Pampo e Pargo) em 1998 (Petrobras, 1999), sendo encontradas concentrações de HPAs totais variando entre $0,08$ a $1,14 \mu\text{g l}^{-1}$ (plataforma de Pargo; verão e

inverno; padrão críseno) e $<0,06$ a $0,86 \mu\text{g l}^{-1}$ (plataforma de Pampo, verão e inverno, padrão críseno). Esses resultados referem-se a plataformas que descartam água de produção e que estão localizadas em profundidades de 100m de coluna da água e em área de acentuada hidrodinâmica, o que são condições diferentes daquelas encontradas na Bacia do Ceará. Outro exemplo na mesma região são os resultados de uma campanha realizada no Campo de Espadarte (Petrobras, 2001). As concentrações de HPAs totais variaram de $0,08$ a $1,56 \mu\text{g l}^{-1}$, e tais valores foram considerados, pelos autores, como típicos de áreas não contaminadas (CARREIRA *et.al*, 2002).

Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP)

De acordo com os resultados obtidos por Carreira (2002), a distribuição de HTP nas águas coletadas na Bacia de Sergipe caracteriza-se, como visto anteriormente, pela relativa constância nas concentrações ($3,5 \pm 0,3 \mu\text{g l}^{-1}$). Desta forma, não são observadas influências significativas de aportes continentais de hidrocarbonetos sobre as amostras mais próximas à costa (estações 1, 2 e 3), ou mesmo a ocorrência de processos naturais – como, p.ex., produção biológica de matéria orgânica –, tendo em vista a ausência de variação nas concentrações de HTP com a profundidade na coluna d'água.

A metodologia utilizada não considera o processo de purificação do extrato. Por isto, os hidrocarbonetos quantificados nesse trabalho não devem, a rigor, serem considerados como de petróleo. O HTP medido representa o total de hidrocarbonetos (dispersos/dissolvidos) encontrados na coluna d'água, o que inclui contribuições naturais e antrópicas desses compostos.

Por outro lado não há dados sobre as concentrações de HTP em águas brasileiras disponíveis na literatura. Apenas para ter referência da ordem de grandeza dos valores encontrados, Reddy & Quinn (2001) *apud* Carreira (2002) citam concentração média de THP de $483 \pm 648 \mu\text{g l}^{-1}$ em águas da costa americana altamente influenciadas pelo óleo derramado pelo navio *North Cape*. Ainda como outra referência, os mesmos autores citam diversos trabalhos em que

as concentrações de HTP para LC₅₀ de 96 horas ficaram entre 500-5000 µg l⁻¹. Mesmo com as ressalvas em se comparar dados de áreas sujeitas a forçantes oceanográficas distintas, as concentrações de HTP encontradas no atual trabalho indicam a situação de ausência de contaminação por hidrocarbonetos na área estudada.

Conclusões

Toda a coluna de água apresentou-se bem oxigenada, com valores mínimos acima dos registrados normalmente em outras áreas oceânicas. Foi observado que em algumas estações os valores máximos de O.D. estão próximos ou abaixo do limite inferior da camada fótica. Aliado a este fato, está o contínuo aumento no processo de mineralização observado desde o início da nutriclina até o fundo em algumas estações. Como a área tem valores de transparência elevados, a exaustão dos nutrientes nas camadas superficiais, poderia induzir o fitoplâncton a desenvolver-se nas profundidades onde a disponibilidade nutricional seria maior.

Observou-se uma pequena influência da área costeira na distribuição do silicato, uma vez que as concentrações superficiais apresentaram um gradiente de diluição em direção ao mar aberto. Em relação aos demais parâmetros hidroquímicos, esta característica não foi detectada na área estudada, registrando-se baixas concentrações superficiais.

Foi detectada uma pequena perturbação na camada superficial e subsuperficial na estação 6 (perfil 3), onde foi detectado o menor valor de transparência, pequeno aumento do material particulado total e material particulado inorgânico. Por outro lado, as estações do perfil 1 apresentaram concentrações mais elevadas de nutrientes.

Podemos, portanto definir esta área como oligotrófica, com características químicas semelhantes a outras áreas oceânicas do nordeste do Brasil, com as duas camadas fótica e afótica bem delimitadas, sem indícios de ressurgência. Observou-se uma exaustão na concentração dos nutrientes, principalmente dos

nitrogenados na primeira camada. Este fato pode levar a limitar a produção orgânica pelo desenvolvimento de espécies fitoplanctônicas importantes para a sustentabilidade da cadeia alimentar.

B) QUALIDADE DOS SEDIMENTOS

Caracterização da Qualidade dos Sedimentos na Região Costeira do Estado de Sergipe e Sul do Estado de Alagoas

A caracterização da qualidade dos sedimentos da região costeira do Estado de Sergipe e Sul do Estado de Alagoas está baseada no Monitoramento da Plataforma Continental dos Estados de Sergipe e Alagoas sob Influência de Atividades Petrolíferas realizado pela Universidade Federal de Sergipe em 2004.

Metodologia

As amostras para análise da composição textural, dos teores de matéria orgânica e de carbonato de cálcio, foram obtidas através de uma draga de arrasto em seis radiais perpendiculares à costa dos Estados de Sergipe e Alagoas.

Todas as amostras foram coletadas em triplicata. Depois de coletadas, as amostras, foram ensacadas, etiquetadas e conservadas em gelo até o momento de serem processadas no laboratório.

Inicialmente as amostras foram separadas em duas porções: uma para obtenção dos teores de MO (matéria orgânica) e CaCO_3 (carbonato de cálcio) e outra para obtenção das frações granulométricas.

Para obtenção dos teores de MO e CaCO_3 foram utilizadas amostras de 10 g de sedimento após secagem em estufa a 60 °C. Foi utilizado o método de Dean (1974) de combustão em forno mufla.

Os dados granulométricos foram obtidos por pipetagem e peneiramento a seco (Suguio, 1973). As amostras foram tratadas com H₂O₂ 30 vol. para a eliminação da matéria orgânica e depois lavadas com água destilada e colocadas para secar em estufa a 60 °C.

Em cada amostra de 50/100 g do material seco, destorroado, foi acrescido pirofosfato de sódio (anti-floculante) e água destilada para serem misturadas em agitador elétrico por aproximadamente 15 minutos.

O material obtido foi colocado em proveta de 1000 ml e completado com água destilada. A pipetagem foi realizada com as frações grosseiras e finas juntas. Tal procedimento consistiu na agitação da amostra e posterior retirada de um volume de 20 ml em tempos definidos de decantação. Este volume de material foi colocado em recipientes previamente pesados e levado à estufa para secagem. A diferença de peso obtida indicou o valor daquela fração da amostra, permitindo a obtenção dos valores de silte (grosso, médio, fino e muito fino) e argila.

Após este procedimento foi feita a eliminação, por lavagem, das partículas menores que 0,062 mm e, as frações grosseiras, foram secadas em estufa (60° C) para o peneiramento a seco.

O peneiramento foi feito em peneiras de latão com intervalos de ϕ , de acordo com a escala de Wentworth, agitadas por um período de 15min em ro-tap. O material retido em cada peneira foi pesado em balança de precisão.

Para a avaliação de metais pesados foi utilizada uma draga de van Veen. Em cada estação foram obtidas amostras em triplicata, de cada amostra os 5cm superficiais foram removidos e transferidos para um recipiente plástico, previamente descontaminado com ácido e devidamente etiquetado. As amostras de sedimento foram coletadas usando-se utensílios plásticos e colocadas em recipientes de plástico, todos previamente descontaminados com ácido. Durante o processo de amostragem foi sempre descartada a parte do sedimento que esteve em contato com a parede do amostrador.

Ao chegar ao laboratório as amostras foram colocadas em gelo e depois estocadas a 4°C até serem processadas, a fim de reduzir os efeitos da atividade biológica (Birch, Taylor & Matthai, 2001; Mudroch & Azwe, 1995).

Todas as análises dos metais pesados foram realizadas no Laboratório de Química Analítica Ambiental, do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe.

O método usado para determinar os HPAs nas amostras de sedimento foi o EPA 8270C (*Semivolatile organic compounds by gás chromatography/mass spectrometry – GC-MS*). Para a preparação dos sedimentos foi utilizada a técnica por extração Soxhlet, tendo como base o método EPA 3540 (*Semivolatile and nonvolatile organics*) e para a etapa de *clean-up* o método EPA 3610. Pequenas modificações foram realizadas para adaptação ao nosso laboratório, tendo também como referência o trabalho de McCready et al. (2000).

Resultados

Granulometria

O levantamento realizado pela UFS (2004) evidenciou variações na composição granulométrica entre as estações da área de estudo. O tamanho médio dos grãos variou entre 0,02 e 7,41 Φ ao longo das estações e períodos amostrados indicando uma variação na classificação textural que vai de silte muito fino a areia muito grossa.

Na radial 7 (estações 19, 20 e 21), única situada na plataforma continental de Alagoas, e nas estações 18 e 12, situadas na plataforma continental de Sergipe, foram obtidos sedimentos grosseiros que variaram de areia média a grossa. Nessas estações as percentagens médias de cascalho oscilaram entre 7,36% e 48,94% nas estações 20 e 18, respectivamente. As demais estações da plataforma continental de Sergipe apresentaram sedimentos variando de areia

fina a silte muito fino, nessas estações a percentagem de cascalho não ultrapassou 1,5%. Não existindo uma tendência de distribuição destes grupos texturais em função do gradiente batimétrico, em nenhum dos períodos de coleta (dez/01, jun/02, dez/02 e jun/03).

As estações 13, 14 e 15, situadas defronte ao estuário do Vaza-Barris apresentaram as maiores variações granulométricas ao longo do tempo.

Os maiores percentuais de cascalho foram encontrados nas estações 12, 18, 19, 20 e 21. Nestas estações também foram encontrados elevados teores de areia e baixos teores de silte e argila.

Silte e argila predominaram nas estações 1, 2 e 3 (radial 1); 8 e 9 (radial 3); na estação 14 (radial 5) e na estação 16 (radial 6). Areia e silte foram encontrados, principalmente, na isóbata de 10m, nas estações 7, 10 e 13 além da estação 11 situada na isóbata de 20m.

A estação 15 apresentou predomínio de areia e argila e a estação 17 predomínio de areia combinada com silte em dois períodos do ano e com argila em outros dois períodos de amostragem.

As estações das isóbatas de 20 m e 30 m parecem ser mais estáveis no que se refere à variação da composição das frações granulométricas ao longo do tempo.

Teores de Matéria Orgânica e Carbonato de Cálcio

Os valores médios de MO e CaCO_3 obtidos nas áreas amostradas estão expressos na **Tabela II.5.1.3.B-1**.

Tabela II.5.1.3.B- 1- Valores médios de Matéria Orgânica (MO) e Carbonato de Cálcio (CaCO₃) obtidos nas estações das radiais da Plataforma Continental e Sergipe/Alagoas entre Dezembro/2001 e Junho/2003.

Estações	Dezembro/01		Junho/02		Dezembro/02		Junho/03	
	MO	CaCO ₃	MO	CaCO ₃	MO	CaCO ₃	MO	CaCO ₃
1	8.09	1.68	7.71	1.61	2.69	0.95	8.34	2.93
2	9.46	2.06	16.60	2.03	8.93	2.46	10.64	3.22
3	9.77	2.80	17.18	2.35	11.86	3.40	11.82	3.86
7	1.89	0.56	2.79	0.94	2.15	1.02	2.75	0.95
8	7.25	1.71	6.90	2.51	5.10	6.27	6.94	2.78
9	13.32	3.25	11.97	5.13	12.63	5.48	12.52	3.84
10	1.80	0.56	1.59	1.03	1.18	0.74	1.54	0.79
11	6.63	1.38	3.41	1.51	3.89	1.66	3.56	2.49
12	9.31	33.91	8.50	29.99	6.39	35.37	6.57	35.10
13	12.87	2.92	2.45	1.33	1.59	0.94	4.36	1.47
14	2.65	0.70	13.74	3.01	10.29	4.33	11.34	2.98
15	7.93	7.96	6.40	8.31	3.82	7.66	7.54	7.79
16	11.76	2.41	10.38	5.14	10.43	4.05	10.63	2.85
17	6.64	1.61	8.26	2.96	5.86	2.71	6.08	2.22
18	7.72	35.51	7.47	38.63	4.56	39.56	6.86	39.72
19	1.71	4.45	0.30	1.87	0.94	4.10	1.70	5.93
20	2.05	5.32	2.20	8.09	1.51	6.09	2.11	6.54
21	8.38	36.40	10.04	40.96	6.16	40.84	7.02	41.23

O conteúdo de matéria orgânica no sedimento variou de 0,30 a 17,18%, ambos valores registrados no mês de junho/2002. As estações que apresentaram, de maneira geral, os menores valores médios de matéria orgânica foram: estação 19 (dezembro de 2001 e 2002, e junho/2002) e 10 (junho/03). Aquelas que apresentaram os maiores valores foram: estação 9 também em dezembro de 2001 e 2002 e junho/2003 e estação 3 em junho/2002 (**Figura II.5.1.3.B-1**).

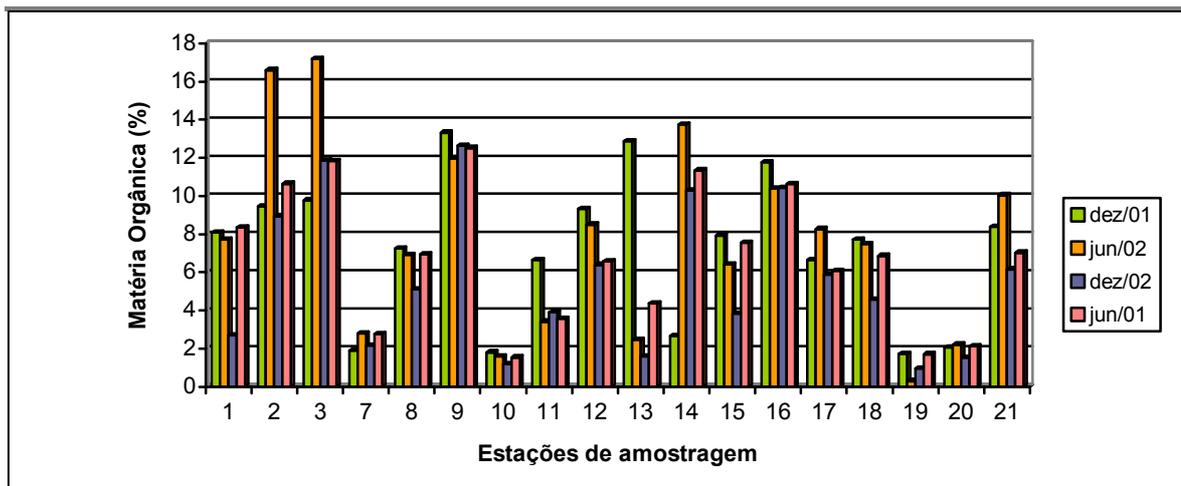


Figura II.5.1.3.B- 1 – Valores médios de Matéria Orgânica obtidos na Plataforma Continental de Sergipe/Alagoas entre Dezembro/2001 e Junho/2003.

Nas radiais 1, 3 e 4 verificou-se um aumento dos teores médios de matéria orgânica com a profundidade, em todos os períodos de amostragem. Na radial 5 e 7 as isóbatas de 20 e 30m apresentam os teores mais elevados e, na radial 6, a isóbata de 10m apresentou os maiores valores.

Em relação à concentração de carbonato de cálcio, no levantamento realizado pela UFS (2004) a mesma variou de 0,56 a 41,23%. As estações 7 e 10 apresentaram os menores valores, e as estações 12, 18 e 21 apresentaram as maiores concentrações (**Figura II.5.1.3.B-2**).

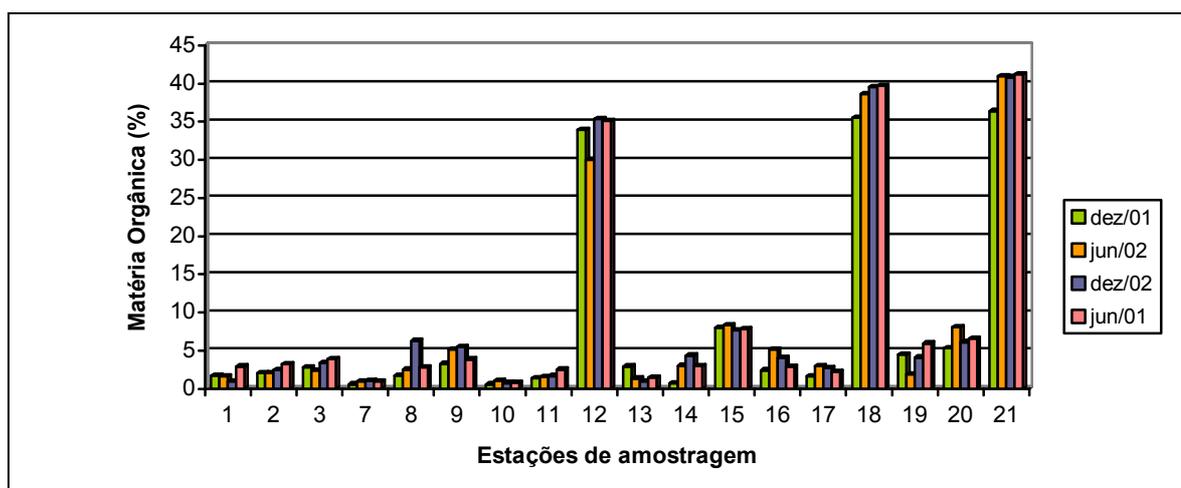


Figura II.5.1.3.B- 2 – Valores médios de Carbonato de Cálcio obtidos na Plataforma Continental de Sergipe/Alagoas entre Dezembro/2001 e Junho/2003.

Os teores de CaCO_3 aumentaram com a profundidade em todas as estações das radiais, exceto em dezembro/2002, quando a estação 8 apresentou um teor maior que a estação 9. Nas regiões com grande influência terrígena, isóbatas de 10 e 20m, os carbonatos representaram menos de 5% da composição sedimentológica na maioria das estações.

Metais

As concentrações dos metais nas estações das radiais mostraram, nas quatro campanhas, as seguintes variações:

Tabela II.5.1.3.B- 2– Valores médios dos metais avaliados na plataforma dos estados de Alagoas e Sergipe (Dez/01, jun/02, dez/02 e jun/03).

Parâmetro	Unidade	Média – Desvio padrão
Bário (Ba)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	1731 \pm 482
Cobre (Cu)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	9,66 \pm 3,07
Cádmio (Cd)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	0,49 \pm 0,25
Cromo (Cr)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	83,20 \pm 36,96
Zinco (Zn)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	30,73 \pm 20,74
Chumbo (Pb)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	24,8 \pm 7,17
Níquel (Ni)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	46,28 \pm 17,26
Manganês (Mn)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	311,5 \pm 112,6
Mercurio (Hg)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	0,38 \pm 0,31
Cobalto (Co)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	39,05 \pm 14,92
Vanádio (V)	$\mu\text{g.g}^{-1}$	67,05 \pm 30,44

As variações observadas entre as estações avaliadas foram testadas estatisticamente, sendo que dos parâmetros analisados somente o chumbo, cádmio, cobalto, bário e vanádio apresentaram diferenças significativas (teste ANOVA), associadas aos valores mais elevados registrados para estes parâmetros na à 2ª campanha de amostragem (junho/02).

Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA)

Em dezembro/2001 os valores de hidrocarbonetos (primeira campanha, verão) estiveram na faixa de 0,40 a 151,40 ng/g (para 40 amostras). Em junho/2002 (inverno) a faixa ficou entre < 0,15 e 187,10 ng/g (n=38). Em

dezembro/2002 (verão) os valores de concentração foram de 0,40 a 33,62 ng/g (n = 38) e em junho/2003 (inverno) de 0,83 a 55,84 ng/g (n = 38).

Portanto, a faixa encontrada para as 154 amostras de sedimento analisadas foi de < 0,15 a 187,10 ng/g com média de 28,19 ng/g e medianas de 31,50 e 10,52 ng/g nas campanhas de verão e 4,30 e 32,68 nas campanhas de inverno. Essa ampla faixa pode ser associada aos tipos diferentes de sedimentos encontrados. Substratos carbonáticos duros não favorecem a deposição de material particulado, implicando em concentrações baixas de HPAs. Esses locais não são adequados para a avaliação dos impactos provenientes de lançamentos de efluentes em meio marinho.

Os valores de medianas encontrados no verão e no inverno não demonstram nenhuma tendência para maior concentração em uma das estações. Com relação às médias e as faixas de concentração, contudo, houve uma ligeira diminuição no verão de dezembro/2002.

Analisando os resultados das estações nas radiais, apenas a estação 8 apresentou valor acima de 150 ng de HPAs/g no sedimento na primeira campanha. Essa estação está localizada ao sul do emissário da CVRD. Nas demais campanhas, porém, a concentração de HPAs nessa radial não passou de 16 ng/g. As estações 2, 9, 14 e 16 apresentaram mais de uma vez a concentração acima de 20 ng/g nas quatro campanhas realizadas.

Comparando com valores de HPAs encontrados em outras regiões da costa brasileira e do mundo, os resultados encontrados mostram-se mais próximos à áreas pristinas (como a Antártica) do que áreas com intensa atividade petrolífera. A faixa de concentração encontrada nesse trabalho pode ser explicada pelas inúmeras fontes de produção de HPAs, petrogênicas (como os mono, bi e triaromáticos) ou pirogênicas (com 4 ou mais anéis aromáticos).

Análise de HPAs individuais por GC-MS na Bacia de Campos apresentou a soma na faixa de 60 a 2095 ng/g (média de 493 ng/g) para a Plataforma de Pargo

e 61 a 207 ng/g (média de 102 ng/g) na Plataforma de Pampo. Os principais policíclicos aromáticos presentes no sedimento foram os naftalenos e os fenantrenos, indicando hidrocarbonetos de origem petrogênica. Os autores concluíram que os valores encontrados estão em níveis compatíveis com outros ambientes de exploração de petróleo no mundo e que os principais fatores que explicam a distribuição dos HPAs nos sedimentos estão associados à direção das correntes de superfície e fundo e à baixa degradabilidade. Verificaram também que os baixos teores de sólidos em suspensão dificultam o carreamento dos HPAs para o sedimento (CENPES, 2001).

Conclusões

Os sedimentos superficiais de fundo das regiões amostradas na plataforma continental de Sergipe/Alagoas podem ser caracterizados como um mosaico de diferentes fácies sedimentares. Dados do projeto Akaroa (Brasil, 1969) mostraram este mesmo tipo de mosaico sedimentar, indicando uma certa estabilidade temporal na costa.

Apesar da plataforma continental nordestina apresentar predomínio de areia carbonática e cascalho (Lana et al., 1996), a plataforma continental de Sergipe distingue-se por apresentar fundos lodosos decorrentes da grande influência terrígena, oriunda principalmente do Rio São Francisco. Como a desembocadura do Rio São Francisco localiza-se ao Norte da Costa do Estado de Sergipe, na divisa com o Estado de Alagoas, sua descarga é levada para a costa sergipana pela corrente do Brasil, que passa na costa leste brasileira e segue na direção Norte - Sul (Kempf et al., 1967/69).

Os cascalhos são a fração predominante na região da plataforma continental média (entre as isóbatas de 20 e 40 m) entre a foz do Rio São Francisco e o Estado Rio Grande do Norte, enquanto que as areias predominam na porção sul do São Francisco. As lamas preenchem depressões topográficas da plataforma

média, como os ápices dos canyons submarinos do Japarutuba e São Francisco (França, Coutinho & Summerhayes, 1979).

Coutinho (1981) caracteriza a plataforma continental sergipana como uma mistura de areia e lama e destaca que na plataforma continental de Alagoas, ao sul de Maceió, a porção interna é coberta principalmente por areia e algum cascalho praticamente sem a fração argila.

Os dados obtidos mostram as estações 12 e 18 situadas na Plataforma Continental de Sergipe com frações granulométricas de cascalho e areia similares as estações 19, 20 e 21 situadas na Plataforma Continental de Alagoas corroborando os dados dos autores supra citados.

O diâmetro médio do sedimento é afetado pela fonte supridora de material, pelo processo deposicional e pela velocidade das correntes (Suguio, 1973). A presença de material fino é indicativa de menor energia no ambiente, sugerindo a ação de correntes não muito fortes que possibilitam a deposição do silte proveniente dos estuários que desembocam na costa sergipana.

Baixos valores do grau de selecionamento são indicativos de concentração de grãos dentro de uma determinada classe. Ao contrário, altos valores de selecionamento, indicam a presença de várias classes sendo representadas dentro de uma mesma amostra. Esta seleção do sedimento pode ocorrer durante o processo de deposição, durante o transporte ou em ambos os momentos, sendo relacionado à atuação de diferentes agentes físicos em selecionar com maior ou menor eficácia estes grãos. De maneira geral, o grau de selecionamento (média) variou entre mal e muito mal selecionado na área estudada.

A fração lama dos sedimentos tende, de uma maneira geral, a ser mais rica em argila que em silte. Entretanto, no delta do São Francisco a lama é excepcionalmente rica em silte, em profundidades menores que 40 m (Barreto & Summerhayes, 1974). Estas características podem ser evidenciadas na radial 1 (estações 1e 2) ao sul do São Francisco.

O sedimento transportado pelo São Francisco é sempre depositado ao sul da foz, o que resulta no fato de a porção norte não se caracterizar por contribuições de aporte fluvial, mas de origem marinha (Martin, Suguio & Flexor, 1993). Este fato é facilmente observável quando notamos que na radial 7 (estações 19, 20 e 21) situada ao norte do rio São Francisco são encontrados apenas sedimentos grosseiros e muito cascalho.

Os mais elevados teores de silte e argila nas estações 1, 2, 3, 8, 9, 14 e 16, cuja disposição na plataforma continental de Sergipe não está relacionada à desembocaduras dos rios, sugere que correntes e características de fundo não detectáveis pelo presente trabalho possam estar interferindo no transporte destes sedimentos.

Nas amostras que apresentaram grandes concentrações de sedimento em poucas classes texturais, resultando em assimetria extrema, como algumas estações (12, 18, 19, 20 e 21) das radiais, e as estações 3 e 4 da plataforma PD, em alguns períodos do ano, temos uma ausência de normalidade, que torna os parâmetros de assimetria e curtose destas amostras não passíveis da mesma interpretação dada ao outro conjunto de amostras (Camargo, 2004 - comunicação pessoal).

Os teores de MO não variaram em função da profundidade, característica que é evidenciada para os valores de CaCO_3 , na região das radiais. Nos emissários da CVRD e da FAFEN os valores de MO e CaCO_3 são compatíveis com aqueles das estações das radiais mais próximas, enquanto que, para o emissário da PAPI, encontramos valores superiores ao da estação da radial mais próxima (10). Nas plataformas os valores de MO e CaCO_3 são compatíveis com aqueles das estações das radiais mais próximas das plataformas PRB-1, PCM-9 e PDO-2. Em PGA-1 os valores de MO se encontram mais elevados.

Borzzone (1988) obteve valores bastante baixos, variando entre 0,08 e 1,84%, em amostragem realizada na região costeira adjacente a barra de Rio Grande/RS,

para as isóbatas entre 3 e 10 m. Estes dados corroboram baixos valores para zonas costeiras sendo, entretanto, menores que aqueles encontrados para a plataforma continental de Sergipe/Alagoas.

Foi observada uma tendência, nas estações das radiais, de ocorrência dos maiores teores de matéria orgânica onde as frações de silte e argila predominavam. De acordo com Moore (1958, in Suguio, 1973), locais que apresentam o substrato constituído principalmente por granulações mais finas possuem maior conteúdo orgânico do que os depósitos de granulações mais grosseiras.

Caracterização da Qualidade dos Sedimentos na Região do Talude Continental na Área de Influência do Campo Piranema no Estado de Sergipe.

Os resultados apresentados nesta seção foram extraídos do estudo realizado pela PETROBRAS denominado “Caracterização Ambiental do Talude de Sergipe na área de Influências do Campo Piranema (Bacia de Sergipe)” através do Programa de Cooperação CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ - Campanha Oceanográfica NE2002-C1 – PETROBRAS – 2002, e visou a caracterização ambiental e as condições geoquímicas dos diferentes estratos sedimentares amostrados em 36 estações de coleta da região de talude ao largo de Sergipe”.

Metodologia

No levantamento realizado pelo Programa de Cooperação CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002) as amostras de sedimentos foram coletadas com um box-corer da Ocean Instruments, do tipo USNEL SPADE CORER modificado para coleta de 0,25 m² de sedimento subdividida em 25 testemunhos. As coletas de sedimento foram realizadas nas 36 estações definidas para os organismos bênticos, ou seja, em 9 estações em cada isóbata.

Na camada superficial (primeiros 2 cm) de cada estação foram determinados os seguintes parâmetros: Metais traço (Ba, Mn, Pb, Cr, Cu, Zn, Ni, Cd, V, Fe, Al, Hg total), HC (HPAs e HTPs), P orgânico, (C.org + N.total).

Os sedimentos coletados (fração de 0-2 cm) foram enviados aos Laboratórios do Departamento de Oceanografia e Hidrologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) congelados em potes plásticos diretamente do campo.

O procedimento de mineralização ácida e dissolução dos metais traço presentes nas amostras da camada superficial de sedimentos (0 a 2 cm) consistiu em tomar-se cerca de 0,5 a 1,0 g de sedimento seco e desagregado. Essa massa era então colocada para reagir em bomba de teflon com uma mistura de ácidos HF:HCl:HNO₃ (5:x:3) a uma temperatura aproximada de 120°C por 24h. Após o que, para eliminação do HF, este material foi levado à placa quente (~ 80° C) onde foi repetidamente evaporado e retomado com HNO₃ 0,5 N. No caso do extrato obtido na primeira etapa não ficar claro, foi repetido o procedimento com ácidos fortes na placa quente. Nestes casos pode restar um pouco de sílica, que jamais será solubilizada em meio ácido, pois a sílica só é solúvel em meio alcalino.

A leitura e determinação do teor de metais nos extratos ácidos foram feitas por espectrometria de emissão, em ICP-AES (Varian Mod. Liberty Series II), nas instalações da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) em Campos dos Goytacazes-RJ.

A determinação dos metais utilizou os seguintes comprimentos de onda de excitação e emissão, respectivamente: Al (396.152nm) Ba (233,527nm), Cd (228,802nm), Cr (267,716nm), Cu (324,754 nm), Fe (238.204nm), Mn (257,610nm), Ni (231,604 nm), Pb (220, 352 nm), V (292,402nm) e Zn (213,856 nm).

Todos os procedimentos foram realizados em triplicatas e a precisão obtida foi superior a 90%. Testes anteriores sobre a exatidão obtiveram os seguintes

resultados: Ba (97%); Cd (91%); Cr (91%); Cu (100%); Mn (90%); Ni (92%); Pb (92%); V (89%) e Zn (94%).

As análises foram acompanhadas de materiais certificados de referência (CRMs). Para todos os metais analisados os CRM tiveram recuperações satisfatórias.

Por outro lado, a avaliação da granulometria, carbonatos e matéria orgânica foi realizada em três amostras (três estratos verticais) de cada uma das três sub amostragens de cada estação (total de 108 amostras).

As sub-amostras para as análises de hidrocarbonetos de petróleo (HCs) foram as primeiras a serem retiradas do corer, sendo realizadas 3 sub-amostragens em cada corer com a utilização de um gabarito de metal em forma de aro com 2 cm de comprimento, de forma estratificada.

Para esta coleta utilizou-se luva cirúrgica para evitar contato da pele com a amostra, sendo que a coleta foi feita com uma colher de metal. O material foi então armazenado em vasilha de alumínio do tipo “quentinha”. Entre uma amostra e outra o gabarito e a colher utilizados foram descontaminados com n-hexano. O n-hexano foi utilizado em pequena quantidade e sob capela a bordo, já que é inflamável e tóxico.

As amostras para análise de metais foram retiradas em seguida, também de forma estratificada, mas com um gabarito de plástico em forma de aro, com colher de plástico descartável (não se utilizando a mesma colher para amostras diferentes). Estas amostras foram armazenadas em recipientes plásticos.

Somente uma sub-amostra para granulometria e uma para C N P foram retiradas por core, mas também de forma estratificada. Todas as amostras foram secas no freezer disponível a bordo no laboratório de bombordo.

As amostras de HC, Porg, Corg+Ntotal e MP foram imediatamente despachadas congeladas para a UERJ. As outras amostras foram trazidas para o Laboratório de Oceanografia Geológica da UFPE para preservação e análises geoquímicas.

Resultados

Segundo Francisconi *et al.* (1976) *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002) ao sul de Maceió, encontram-se lamas terrígenas puras, enquanto bem mais ao norte estão areias lamosas ricas em carbonato. Ambas são predominantemente marrom-amareladas e bem diferentes das lamas da plataforma de cor oliva. Em uma amostra do talude, examinada em detalhe, a fração areia contém muito mais feldspato que as da plataforma, enquanto a fração argilosa possui montmorilonita e menos caolinita (argilo-minerais).

As lamas da plataforma parecem ser mais ricas em argila comparadas as do talude, que representam teores mais elevados de silte. No delta do São Francisco a lama é excepcionalmente rica em silte, até a profundidade de 10 km da foz (Coutinho, 1976, *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ, 2002). A percentagem de lama nos sedimentos do talude é superior a 40%, com a fração arenosa formada essencialmente de foraminíferos.

Nos sedimentos do talude domina a associação carbonática dos foraminíferos planctônicos, sendo as espécies principais *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny), *G. Sculifera* (Brady), *G. Conglobatus* (Brady) e *Globorotalia manrdii* (d'Orbigny), típicas da corrente do Brasil (Mambessone & Tinoco, 1967 in: Coutinho, 1976, *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ, 2002).

As três réplicas tomadas de cada um dos 36 pontos amostrais foram consideradas como sendo variações espaciais de uma mesma amostra sedimentar. Sendo assim, os resultados apresentados e discutidos no texto são médias aritméticas dessas réplicas com seus respectivos desvios padrões (CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ, 2002).

Granulometria

De acordo com o levantamento realizado pelo CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002), na camada superficial (0 a 2cm) os teores de areia, silte e argila variaram com a profundidade da lâmina d'água e distância da quebra da plataforma. Nos perfis Norte e Central foi abundante a fração areia fina na porção mais rasa da área amostral. Existe uma tendência de aumento da fração argila para todos os perfis com o aumento da profundidade e distância da costa. O perfil Sul foi o que apresentou menor variação nas suas características granulométricas, representado praticamente por sedimentos finos (silte e argila), mesmo na sua estação mais rasa.

Na camada sedimentar 2-5cm os teores de areia, silte e argila apresentaram-se similares à camada superior (0-2cm). Na camada inferior (5-15cm) os teores de areia de cada perfil variaram com a profundidade da lâmina d'água e distância da quebra da plataforma. Os teores de silte e argila não apresentaram variação claramente detectável com a profundidade e distância da quebra da plataforma (**Tabela II.5.1.3.B-3**).

Tabela II.5.1.3.B- 3- Resultados gerais das análises granulométricas por estrato sedimentar nas 36 estações avaliadas.

.Estrato sedimentar	% Areias		% Silte		% Argilas	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
0 – 2 cm	0	71,6	7	62	16,5	87
Média±d.p.	14,2	22,8	26	12,4	60	21,1
2 – 5 cm	0	77,6	7	52,8	14,4	86,2
Média±d.p.	12,7	23,6	22,5	11,3	64,9	21,7
5 - 15 cm	0	85,8	2,2	71,8	12	88,2
Média±d.p.	11,5	24,1	34,3	19	54,2	23,2

Nos perfis Norte e Central uma grande quantidade de areia fina compõe o sedimento na porção mais rasa da área amostral. Foi observada uma possível tendência de aumento da fração argila para todos os perfis com o aumento da profundidade e distância da costa, mas não tão forte como nos estratos sedimentares superiores. Mais uma vez, o perfil Sul foi o que menos variou suas

características granulométricas, apresentando praticamente apenas sedimentos finos (silte e argila), mesmo na sua estação mais rasa.

As Tabelas II.5.1.3.B-4 e II.5.1.3.B-5 apresentam os resultados gerais das análises granulométricas e geoquímicas.

Tabela II.5.1.3.B- 4 - Resultados gerais das análises geoquímicas por estrato sedimentar nas 36 estações.

Estrato sedimentar	% Carbono orgânico (via úmida)		% Carbonatos		% Matéria orgânica	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Mínimo	Máximo	Máximo
0 - 2 cm	0,56	2,61	21,10	82,40	2,85	14,10
Média±d.p.	1,51	0,54	37,74	14,27	9,90	3,02
2 - 5 cm	0,40	2,07	20,00	83,80	3,22	13,16
Média±d.p.	1,39	0,47	38,20	14,71	8,91	2,78
5 - 15 cm	0,51	2,31	15,80	85,10	2,99	13,19
Média±d.p.	1,44	0,44	38,82	14,13	8,36	2,65

Tabela II.5.1.3.B- 5- Resultados gerais das análises de C. org, P. org e N total por estrato sedimentar nas 36 estações.

Estrato sedimentar	% Carbono orgânico (combustão a seco)		µmol.g-1 P orgânico		% Nitrogênio total	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
0 - 2 cm	0,04	1,32	0,06	22,88	0,10	0,36
Média±d.p.	0,96	0,34	7,24	6,27	0,20	0,05
2 - 5 cm	0,53	1,52	0,46	28,21	0,12	0,38
Média±d.p.	0,99	0,24	9,54	7,98	0,19	0,05
5 - 15 cm	0,23	2,63	0,15	27,79	0,07	0,46
Média±d.p.	1,08	0,43	7,90	6,91	0,2	0,07

Teor de carbonatos

Na camada superficial a distribuição dos carbonatos nos sedimentos dos três perfis seguiu um padrão único de diminuição do teor de carbonatos em direção as maiores profundidades e estabilização dos níveis no talude e sopé continentais. O perfil central teve esse padrão amplificado. Esse comportamento era esperado tendo-se em vista os altos teores de carbonatos nos sedimentos da plataforma continental leste brasileira. Mesmo os sedimentos do talude ainda apresentaram teores relativamente altos de carbonatos (em torno de 35 a 40%) quando comparados a sedimentos de outros trechos do talude ao largo do Brasil.

Esses teores relativamente altos podem ser indicativos de boas condições geoquímicas de preservação de carbonatos na camada superficial dos

sedimentos do talude continental do Nordeste do Brasil. Por estar fora de canyons, que facilitam o escorregamento de sedimentos da plataforma para o talude/sopé, o perfil central demonstrou um maior teor de carbonatos na sua estação mais rasa. Isso provavelmente é resultado de uma maior semelhança biogeoquímica e acumulação dos sedimentos desse primeiro ponto e a plataforma continental do que entre esse ponto e o talude continental.

Esse resultado está em acordo com as análises granulométricas, que detectaram maior teor de areias na estação mais rasa do perfil Central.

Na camada superficial de sedimento (0-2cm) o teor médio de carbonatos foi de 37,74%, observando-se um aumento nas camadas mais profundas 2 a 5 cm e 5 a 15cm com teores de 38,20% e 38,82%, respectivamente.

A distribuição dos carbonatos nos sedimentos dos três perfis também seguiu um padrão único de diminuição do teor de carbonatos em direção as maiores profundidades e estabilização dos níveis no talude e sopé continentais. O perfil Central teve esse padrão amplificado, mas não tão diferenciado como na primeira camada sedimentar.

Teor de matéria orgânica total

Na camada superficial o teor percentual de matéria orgânica total teve comportamento semelhante nos perfis Norte e Central, aumentando entre as duas menores profundidades e mantendo-se relativamente constante até a última profundidade observada. Já o perfil Sul não apresentou variação notável entre todas as suas profundidades.

Na camada superficial (0-2cm) o teor percentual médio de matéria orgânica foi de 9,90%, sendo observada uma diminuição nas camadas mais profundas. Nas camadas sedimentares de 2 a 5cm e de 5-15cm o teor percentual de matéria orgânica total foi de 8,91% e 8,36%, respectivamente.

Razão C:N:P

Segundo o levantamento realizado pelo Convênio CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002), a concentração média de carbono orgânico foi de $1,13 \pm 0,76$ %, a de nitrogênio total $0,23 \pm 0,22$ % e a de fósforo total $0,258 \pm 0,218$ mg g⁻¹.

Em geral, não foram encontrados gradientes significativos de concentração dos parâmetros estudados ao longo da camada sedimentar. Os resultados encontrados são característicos de sedimentos de granulometria fina depositados na plataforma continental brasileira, com exceção do fósforo orgânico. Este parâmetro apresentou valores relativamente elevados. A razão C/N (molar) média foi de $6,67 \pm 3,08$, o que indica o predomínio de matéria orgânica sedimentar de natureza autóctone, provavelmente derivada da produção primária na coluna d'água e posteriormente sedimentada no fundo.

Metais no sedimento

Os teores de metais nos sedimentos da área de estudo são apresentados na **Tabela II.5.1:3.B-6**.

Tabela II.5.1.3.B- 6– Resultados gerais da concentração de metais na área em estudo.

Parâmetro	Unidade	Mínima - Máxima + Desvio padrão
Alumínio (Al)	µg/g	1,174 ± 8 a 61,888 ± 12,789
Bário (Ba)	µg/g	30,98 ± 0,10 a 379,2 ± 120,5
Cádmio (Cd)	µg/g	< 0,01 a 2,71 ± 0,11
Cromo (Cr)	µg/g	14,93 ± 1,26 a 88,52 ± 2,00
Cobre (Cu)	µg/g	2,59 ± 0,63 a 28,88 ± 0,59
Ferro (Fe)	µg/g	11,173 ± 42 a 75,114 ± 7,045
Manganês (Mn)	µg/g	41,0 ± 2,6 a 375,4 ± 8,2
Níquel (Ni)	µg/g	8,1 ± 0,7 a 45,4 ± 3,0
Chumbo (Pb)	µg/g	0,75 ± 0,08 a 17,39 ± 0,14
Vanádio (V)	µg/g	26,9 ± 2,4 a 131,4 ± 3,8
Zinco (Zn)	µg/g	1,31 ± 0,11 a 8,81 ± 0,69

Em alguns casos, os teores de Cd ficaram <0,01, não podendo ser determinados quantitativamente. França em 1976 *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002) chama a atenção para a ocorrência de

manchas de ferro nos sedimentos da região ao sul de Recife-PE. Infelizmente é difícil traçar-se comparações, pois estes dados históricos foram gerados anteriormente ao desenvolvimento da análise de traços em matrizes ambientais. Sendo assim, o presente trabalho tem um caráter relativamente inédito.

De acordo com os dados obtidos pelo Convênio CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002) pode estar havendo uma tendência geral de aumento das concentrações de metais em direção ao sopé continental, contudo esta tendência não foi estatisticamente testada.

Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA)

Segundo o levantamento realizado pelo Convênio CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ (2002) a concentração média de HPA totais nas amostras coletadas nos sedimentos de talude da Bacia de Sergipe foi de $0,63 \pm 0,47 \mu\text{g g}^{-1}$ (**Tabela II.5.1.3.B-7**).

Tabela II.5.1.3.B- 7- Concentrações de HPAs totais. Valores em $\mu\text{g g}^{-1}$.

Estação	Camada (cm)	Profundidade da coluna d'água (m)	Data coleta	HPA total ($\mu\text{g g}^{-1}$)
01.1	0-2	104	23/4/2002	0,255
01.2	0-2	102,6	23/4/2002	0,281
01.3	0-2	100	23/4/2002	0,209
02.1	0-2	99	16/04/2002	0,312
02.2	0-2	100	16/04/2002	0,317
02.3	0-2	99,6	16/04/2002	0,171
03.1	0-2	101	21/04/2002	0,880
03.2	0-2	96,7	21/04/2002	1,002
03.3	0-2	-	21/04/2002	0,315
04.1	0-2	556	21/04/2002	0,537
04.2	0-2	444	23/04/2002	0,301
04.3	0-2	594	23/04/2002	0,986
05.1	0-2	575	17/04/2002	0,732
05.2	0-2	580	16/04/2002	0,851
05.3	0-2	-	17/04/2002	2,679
06.1	0-2	488	21/04/2002	0,493
06.2	0-2	622	21/04/2002	1,373
06.3	0-2	492	21/04/2002	0,808
07.1	0-2	-	24/04/2002	0,564
07.2	0-2	826	24/04/2002	0,078
07.3	0-2	965	24/04/2002	1,047
08.1	0-2	914	17/04/2002	0,889
08.2	0-2	940	18/04/2002	0,439
08.3	0-2	943	18/04/2002	0,371
09.1	0-2	1031	19/04/2002	0,771
09.2	0-2	935	19/04/2002	1,083
09.3	0-2	880	21/04/2002	0,136
10.1	0-2	1275	24/04/2002	0,596
10.2	0-2	1359	24/04/2002	0,885
10.3	0-2	1359	24/04/2002	0,560
11.1	0-2	1286	18/04/2002	0,623
11.2	0-2	-	18/04/2002	0,173
11.3	0-2	1367	18/04/2002	0,938
12.1	0-2	1347	19/04/2002	0,390
12.2	0-2	1468	15/04/2002	0,304
12.3	0-2	1577	21/04/2002	0,305

A variabilidade das concentrações de HPAs totais das réplicas de uma mesma estação foi maior do que a observada para THP (**Figuras II.5.1.3.B- 3 a 5**), e pode estar relacionada ao fato de que a metodologia usada (UV-fluorescência) ser não-específica e apresentar interferências de outras substâncias orgânicas. Independente desse fato, e com exceção de uma réplica na estação 5 (**Figura II.5.1.3.B-4**), todas as concentrações de HPAs totais são

baixas e não se distinguem gradientes preferenciais de distribuição com a profundidade da coluna d'água.

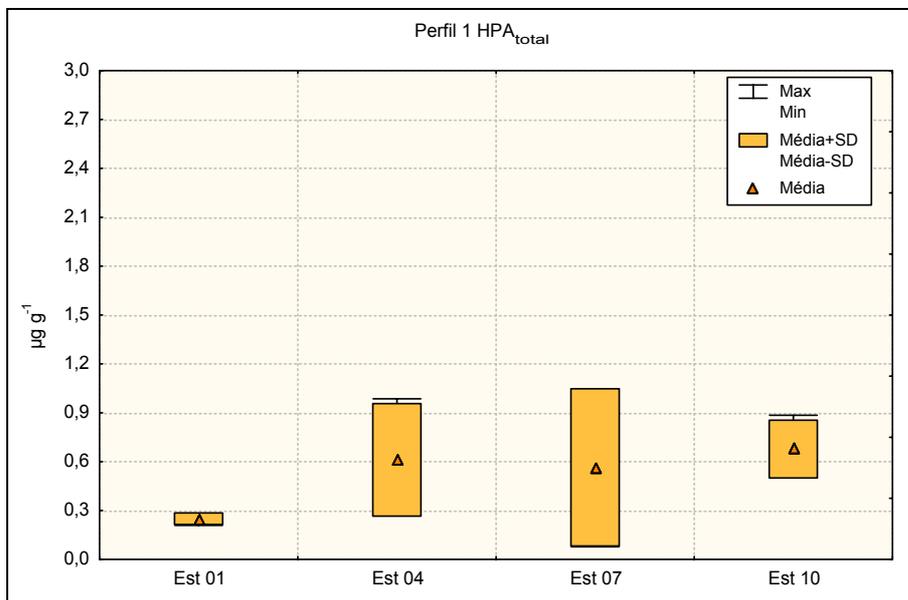


Figura II.5.1.3.B- 3 – Distribuição espacial de HPAs totais ao longo do perfil 1 (estações 01, 04, 07 e 10), localizado no setor norte da área de coleta.

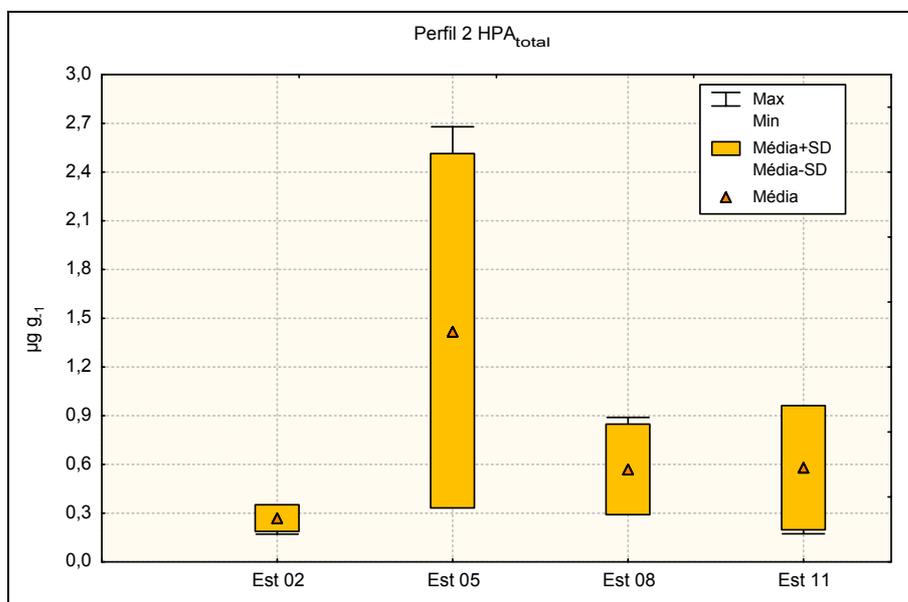


Figura II.5.1.3.B- 4 – Distribuição espacial de HPAs totais ao longo do perfil 2 (estações 02, 05, 08 e 11), localizado no setor central da área de coleta.

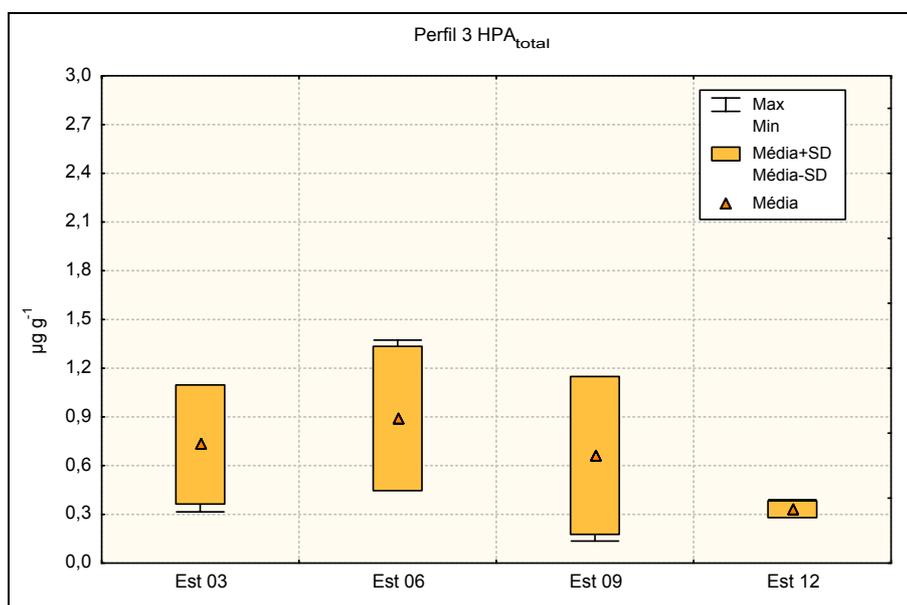


Figura II.5.1.3.B- 5 – Distribuição espacial de HPAs totais ao longo do perfil 3 (estações 03, 06, 09 e 12), localizado no setor sul da área de coleta.

Em comparação com outra área *offshore* no Brasil, na Bacia de Campos foram encontradas concentrações de HPAs totais – determinados pela mesma técnica e relativas ao mesmo padrão – entre 3,5 e 53,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Plataforma de Pargo) e entre 5,6 e 62,2 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Plataforma de Pampo). Essa área foi considerada com leve influência de hidrocarbonetos de petróleo (Petrobras, 1999). Em outra região, na área externa do delta do Rio Paraíba do Sul, no estado do Rio de Janeiro, as concentrações de HPAs totais encontradas foram de 0,01 a 0,78 $\mu\text{g g}^{-1}$, também relativos a criseno (Carneiro, 1998 *apud* CENPES/UFPE/UEFS/USU/UERJ, 2002).

Portanto, levando-se em conta os dados de outras áreas no Brasil, as concentrações de HPAs totais medidos nos sedimentos da Bacia de Sergipe caracterizam, como os outros parâmetros levantados nesse trabalho, valores de *background* regional.

Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP)

Os resultados para HTP no sedimento – relativos à camada 0-2 cm – são apresentados na **Tabela II.5.1.3.B-8**. A concentração média, considerando todas as amostras analisadas (n = 36), foi de $1,12 \pm 0,21 \mu\text{g g}^{-1}$.

Tabela II.5.1.3.B- 8 - Concentração de TPH. Valores em $\mu\text{g g}^{-1}$.

Estação	Camada (cm)	Profundidade da coluna d'água (m)	Data coleta	TPH ($\mu\text{g g}^{-1}$)
01.1	0-2	104	23/4/2002	0,81
01.2	0-2	102,6	23/4/2002	1,23
01.3	0-2	100	23/4/2002	0,65
02.1	0-2	99	16/04/2002	0,96
02.2	0-2	100	16/04/2002	0,98
02.3	0-2	99,6	16/04/2002	1,1
03.1	0-2	101	21/04/2002	1,14
03.2	0-2	96,7	21/04/2002	1,15
03.3	0-2	-	21/04/2002	1,1
04.1	0-2	556	21/04/2002	1,24
04.2	0-2	444	23/04/2002	1,16
04.3	0-2	594	23/04/2002	1,04
05.1	0-2	575	17/04/2002	0,95
05.2	0-2	580	16/04/2002	1,11
05.3	0-2	-	17/04/2002	1,39
06.1	0-2	488	21/04/2002	1,19
06.2	0-2	622	21/04/2002	1,42
06.3	0-2	492	21/04/2002	0,93
07.1	0-2	-	24/04/2002	1,25
07.2	0-2	826	24/04/2002	1,22
07.3	0-2	965	24/04/2002	1,34
08.1	0-2	914	17/04/2002	1,14
08.2	0-2	940	18/04/2002	1,37
08.3	0-2	943	18/04/2002	1,03
09.1	0-2	1031	19/04/2002	1,05
09.2	0-2	935	19/04/2002	0,31
09.3	0-2	880	21/04/2002	1,24
10.1	0-2	1275	24/04/2002	1,18
10.2	0-2	1359	24/04/2002	1,32
10.3	0-2	1359	24/04/2002	1,3
11.1	0-2	1286	18/04/2002	1,21
11.2	0-2	-	18/04/2002	1,18
11.3	0-2	1367	18/04/2002	1,16
12.1	0-2	1347	19/04/2002	1,23
12.2	0-2	1468	15/04/2002	1,14
12.3	0-2	1577	21/04/2002	1,42

Com relação à distribuição espacial das concentrações de TPH no sedimento destaca-se a pequena variação nos valores das réplicas de uma mesma estação, o que está relacionado com a granulometria relativamente uniforme dos sedimentos de fundo, com predomínio de lama. Outra observação importante

relaciona-se com a distribuição dos valores ao longo do gradiente de profundidade da coluna d'água. Em todos os três perfis observou-se um ligeiro aumento nas concentrações de TPH nas amostras de áreas mais profundas, embora a variação seja pequena.

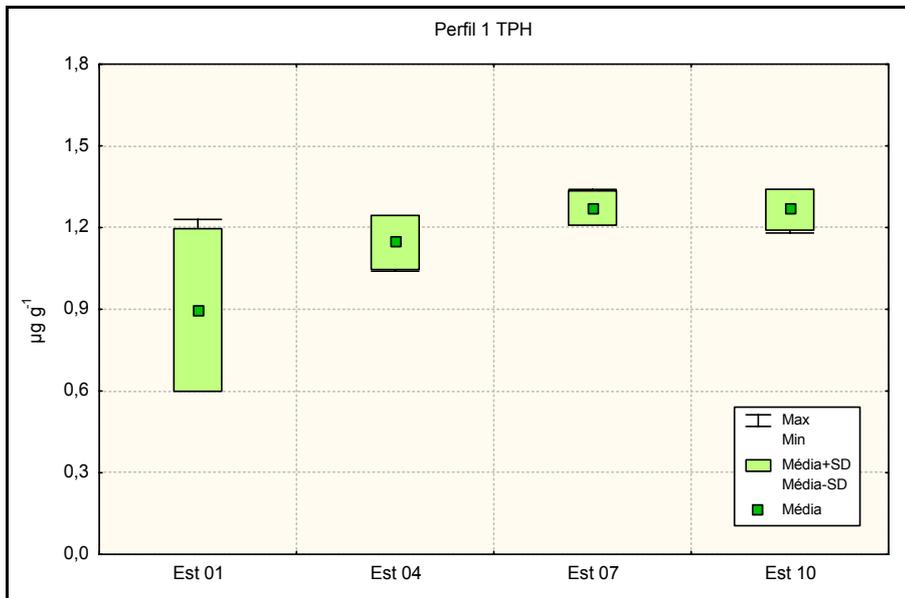


Figura II.5.1.3.B- 6 – Distribuição espacial de TPH ao longo do perfil 1 (estações 01, 04, 07 e 10), localizado no setor sul da área de coleta.

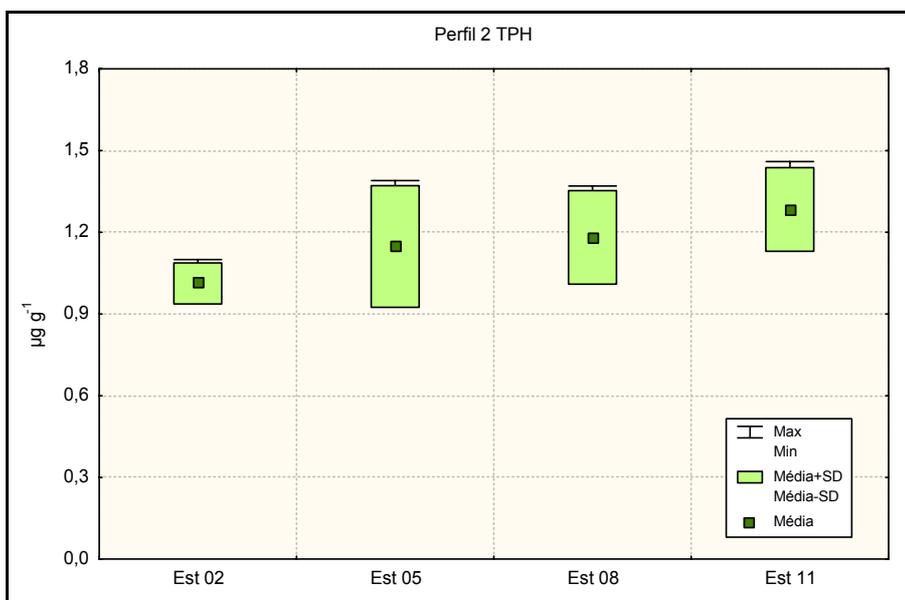


Figura II.5.1.3.B- 7 – Distribuição espacial de TPH ao longo do perfil 2 (estações 02, 05, 08 e 11), localizado no setor sul da área de coleta.

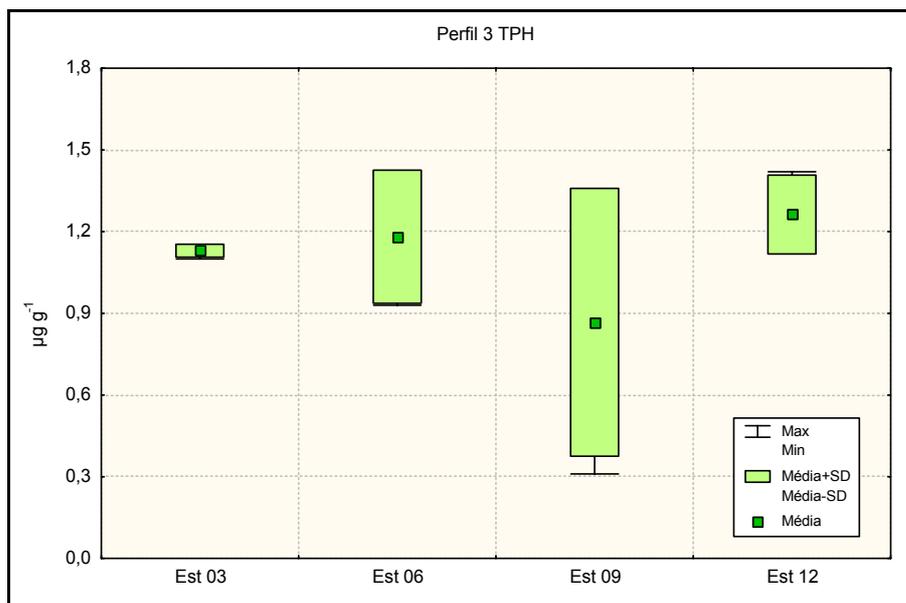


Figura II.5.1.3.B- 8 – Distribuição espacial de TPH ao longo do perfil 3 (estações 03, 06, 09 e 12), localizado no setor sul da área de coleta.

Conclusões

Os sedimentos da região do talude ao largo do estado de Sergipe, no Nordeste do Brasil, apresentaram variações dos seus conteúdos de carbonatos, matéria orgânica, carbono orgânico, fósforo orgânico e nitrogênio total dentro dos valores esperados para esse tipo de ambiente. A relação entre o carbono orgânico e o nitrogênio total apresentou a variação espacial esperada ao se afastar da quebra da plataforma e com o aumento da profundidade da lâmina d'água. As frações dos hidrocarbonetos de petróleo analisadas apresentaram teores compatíveis com regiões não influenciadas por poluição por esse tipo de composto. Quanto a sua granulometria, os sedimentos apresentaram uma mistura de areia fina, silte e lama.

Em relação à concentração de HPAs a concentração média de HTP foi de $1,12 \pm 0,21 \mu\text{g g}^{-1}$, enquanto a de HPAs totais foi de $0,63 \pm 0,47 \mu\text{g g}^{-1}$. Esses valores, em comparação com outras áreas no Brasil, indicam áreas com baixos níveis de hidrocarbonetos no sedimento, caracterizam a ausência de contaminação e

podem ser usados como base para estudos mais detalhados sobre a origem dos hidrocarbonetos na região.

Em geral os resultados deste trabalho apresentaram-se comparáveis a outros trabalhos anteriores feitos na região e na plataforma continental dos estados de Sergipe a Alagoas.