

Relatório Técnico			
Título	Monitoramento Ambiental realizado nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos		
Número de controle	PIR2-OGX-01.09.02-6	Data	28/06/2011
		Versão	00

Cliente		
	OGX Petróleo e Gás Ltda.	
	contato	Gloria Marins
	cargo	Gerente de Meio Ambiente

Responsabilidade Técnica		
Paula Vieira Castellões, MSc.	e-mail paula@pir2.com.br	
PIR2 Consultoria Ambiental	CRBio 29.526/02/05	
Diretora Executiva	CTFAIDA IBAMA 216354	

Para maiores informações, favor contatar	
Paula Vieira Castellões, MSc. Diretora Executiva PIR2 Consultoria Ambiental Ltda. Praia do Flamengo, 66 salas 814 e 815, Bloco B Flamengo, Rio de Janeiro, RJ, CEP. 22.210-030	Tel. 0 55 21 2005-5030 Fax. 0 55 21 2005-5269 Dir. 0 55 21 2005-5029 paula@pir2.com.br <a href="http://www.pir2.com.br">www.pir2.com.br</a>

Controle de Revisões			
Revisão	Descrição	Data	Responsável
00	Emissão inicial	28/06/2011	Paula Castellões

EM BRANCO

## ÍNDICE

<b>1. Introdução</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Objetivos e Metas</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Metodologias</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1. Estratégia Amostral Regional</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2. Parâmetros Seleccionados</b> .....	<b>10</b>
<b>3.3. Metodologias de Coleta</b> .....	<b>10</b>
3.3.1. Perfilagens de CTD.....	11
3.3.2. Amostragens de Água .....	12
3.3.3. Amostragens de Sedimento.....	14
3.3.4. Amostragens da Biota.....	15
<b>3.4. Metodologias de Análise</b> .....	<b>18</b>
3.4.1. caracterização Oceanográfica .....	18
3.4.2. caracterização da Água .....	19
3.4.3. caracterização do Sedimento .....	20
3.4.4. caracterização biológica .....	21
3.4.4.1. Pigmentos Clorofilianos.....	22
3.4.4.2. Fitoplâncton .....	22
3.4.4.3. Zooplâncton.....	23
3.4.4.4. Ictioplâncton .....	23
3.4.4.5. Meiofauna Bentônica.....	24
3.4.4.6. Macrofauna Bentônica .....	26
<b>4. Registros de Amostragem</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1. Amostrado Regional</b> .....	<b>27</b>
<b>5. resultados</b> .....	<b>31</b>
<b>5.1. Parâmetros Oceanográficos</b> .....	<b>31</b>
5.1.1. Perfilagens de CTD .....	31
<b>5.2. Parâmetros Físico-químicos</b> .....	<b>36</b>
5.2.1. Água.....	36
5.2.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH) e Oxigênio Dissolvido (OD).....	36
5.2.1.2. Turbidez e Transparência .....	39
5.2.1.3. Total de Sólidos Suspensos (TSS) e Total de Sólidos Dissolvidos (TDS) ....	42
5.2.1.4. Carbono Orgânico Total (COT).....	45
5.2.1.5. Sulfetos.....	47
5.2.1.6. Nutrientes e Amônia.....	48
5.2.1.7. Metais Totais .....	58
5.2.1.8. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP), n-alcanos e MCNR .....	60
5.2.1.9. Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA) .....	62
5.2.1.10. BTEX (benzeno, tolueno, etileno e xileno).....	64
5.2.1.11. Fenóis.....	66



5.2.2. sedimento.....	67
5.2.2.1. Perfil de Oxigênio .....	67
5.2.2.2. Granulometria e Carbonatos .....	70
5.2.2.3. Matéria Orgânica Total, Carbono Total, Nitrogênio e Fósforo .....	73
5.2.2.4. Sulfetos.....	75
5.2.2.5. Metais Totais e Biodisponíveis.....	77
5.2.2.6. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP) .....	85
5.2.2.7. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) .....	86
<b>5.3. Parâmetros Biológicos .....</b>	<b>88</b>
5.3.1. Fitoplâncton e Pigmentos Clorofilianos .....	88
5.3.2. Zooplâncton .....	102
5.3.3. Ictioplâncton .....	113
5.3.4. Macrofauna .....	119
5.3.5. Meiofauna .....	128
<b>6. Considerações.....</b>	<b>137</b>
<b>6.1. Oceanografia e Água.....</b>	<b>137</b>
<b>6.2. Sedimento .....</b>	<b>139</b>
<b>6.3. Comunidades Biológicas.....</b>	<b>141</b>
<b>7. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>145</b>
<b>8. Equipe e Responsabilidade Técnica .....</b>	<b>157</b>

## ANEXOS

ANEXO I	Certificados de Registro – IBAMA
ANEXO II	Responsabilidade Técnica – CRBIO-02
ANEXO III	Correspondência de logins
ANEXO IV	Registro Fotográfico
ANEXO V	Laudos CTD
ANEXO VI	Laudos Químicos – Analytical Technology - Água
ANEXO VII	Laudos Nutrientes, TSS e TSD
ANEXO VIII	Laudos Químicos – Analytical Technology - Sedimento
ANEXO IX	Laudos Carbono, Nitrogênio, Fósforo, Matéria Orgânica e Sulfeto
ANEXO X	Laudos Granulometria
ANEXO XI	Laudos Fitoplâncton e Pigmentos
ANEXO XII	Laudos Zooplâncton
ANEXO XIII	Laudos Ictioplâncton
ANEXO XIV	Laudos Macrofauna
ANEXO XV	Laudos Meiofauna

## 1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental constitui um fator relevante do planejamento, implantação e operação de empreendimentos, qualquer que seja sua natureza. Nas atividades relacionadas ao setor energético, há cada vez mais medidas e procedimentos que visam resguardar o ecossistema. As empresas são focos constantes e estão particularmente vulneráveis durante a cadeia da atividade de E&P. Por essa razão, é fundamental que conheçam o ecossistema de seu empreendimento antes mesmo de começar suas atividades no local, a fim de se protegerem, por exemplo, de eventuais impactos de que venham a ser responsabilizadas. A elaboração de programas de caracterização ambiental (baseline), realizados previamente e monitoramentos periódicos realizados após a implementação de atividades de E&P em uma determinada área, constituem uma ferramenta eficaz de segurança para as empresas.

Um programa de baseline pode fornecer informações consideráveis, que permitem avaliar o status ecológico e ambiental da região em questão, previamente ao início de qualquer atividade que possa potencialmente alterar o seu estado original. Como complemento a esse tipo de estudo, um acompanhamento temporal deve ser realizado através de programas de monitoramentos ambientais que possibilitem a detecção de qualquer mudança ambiental de cunho relevante que possa ter sido originada pelas atividades de E&P, além de fornecer subsídios que possam ser utilizados no futuro, sempre que requeridos.

As informações ambientais obtidas neste programa ambiental de monitoramento permitem uma avaliação mais atualizada das áreas, onde se situam os blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, situados na Baía de Campos, através de coletas dos parâmetros físico-químicos e biológicos, realizadas tanto na água como no sedimento. Desta forma, foram obtidas informações, que se constituem em uma importante ferramenta para a melhor compreensão do ambiente onde as atividades de E&P estão sendo exercidas, possibilitando com isso uma gestão ambiental mais dinâmica e adequada às atividades e ao ambiente onde estão inseridas.

O presente relatório apresenta o Programa de Monitoramento Ambiental realizado nas áreas onde estão situados os blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Baía de Campos, após quase dois anos de iniciadas as atividades de E&P nos referidos blocos. As amostragens foram realizadas pela equipe técnica da PIR2 Consultoria Ambiental entre os dias 01 e 19 de março de 2011, a bordo do navio Fugro Odyssey (Figura 1-1).





FIGURA I-1 Embarcação Fugro Odyssey utilizada para a coleta de amostras da campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43.

Os blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43 situam-se a uma distância média de aproximadamente 70km da costa, na altura de Arraial do Cabo, numa lâmina d'água que varia de 100 a 600m, conforme apresentado na ilustração a seguir (Figura I-2).

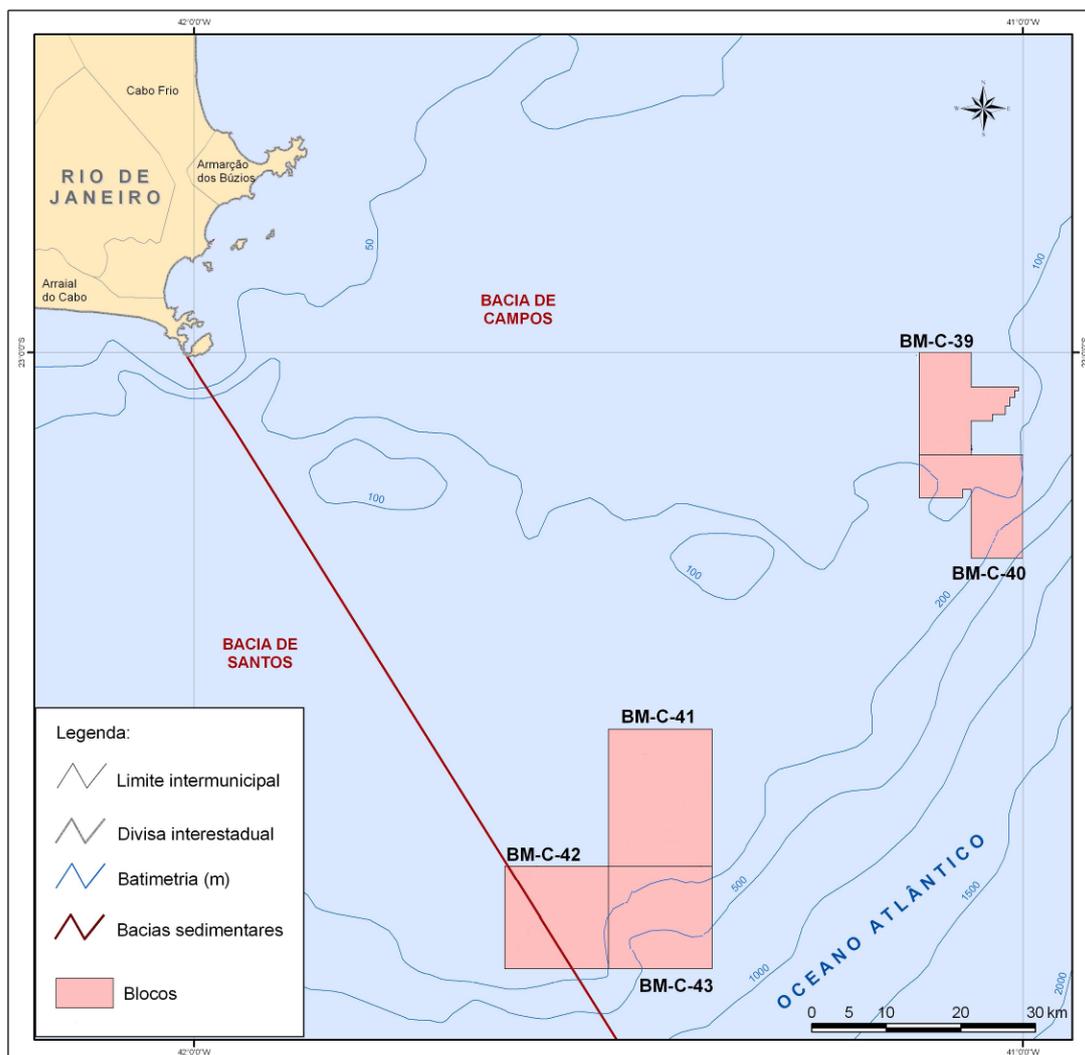


FIGURA I-2 Localização dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos, costa sudeste do Brasil.

## 2. OBJETIVOS E METAS

Este esforço dentro do Projeto de Monitoramento Ambiental aprovado pelo CGPEG/IBAMA possui como objetivo principal o monitoramento ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, através da análise de vários parâmetros tanto na água como no sedimento.

Objetivos específicos:

- obter dados ambientais confiáveis que permitam inferir a real e atual condição ambiental na área dos 5 blocos amostrados;
- avaliar e monitorar possíveis alterações nas características oceanográficas, físicas e químicas da água e do sedimento e da biota nos blocos que possam estar associadas à atividade de perfuração;



- verificar através dos níveis de *background* (baseline realizado antes da perfuração) se ocorreu alguma alteração na área, numa escala regional, após os poços serem perfurados.

Como metas deste projeto, podemos citar:

- Executar 100% das amostragens e análises do sedimento e água, assim como da biota previstas.

### 3. METODOLOGIAS

#### 3.1. Estratégia Amostral Regional

Foram coletadas amostras de sedimento em 15 pontos, distribuídos nos cinco blocos, de forma a possibilitar uma amostragem de todo à área dos blocos. A malha amostral é apresentada na Figura 3.1-1.

A malha amostral implementada é composta por 15 estações, sendo três estações no bloco BM-C-41 (estações de 1, 2 e 3), três estações no bloco BM-C-42 (estações 4, 5 e 6), três estações no bloco BM-C-43 (estações 7, 8 e 9), três estações no bloco BM-C-39 (estações 10, 11 e 12) e três estações no bloco BM-C-40 (estações 13, 14 e 15), distribuídas de maneira aproximadamente uniforme (Figura 3.1-1).

Nas 15 estações foram amostrados o compartimento água (subsuperfície, 60m e fundo), sedimento, zooplâncton (através de arrastos verticais) e ictioplâncton (através de arrastos oblíquos) em seis estações (1, 2, 4, 7, 10 e 14). Os parâmetros oceanográficos, representados pelas perfilagens de CTD foram avaliados em todas as quinze estações.

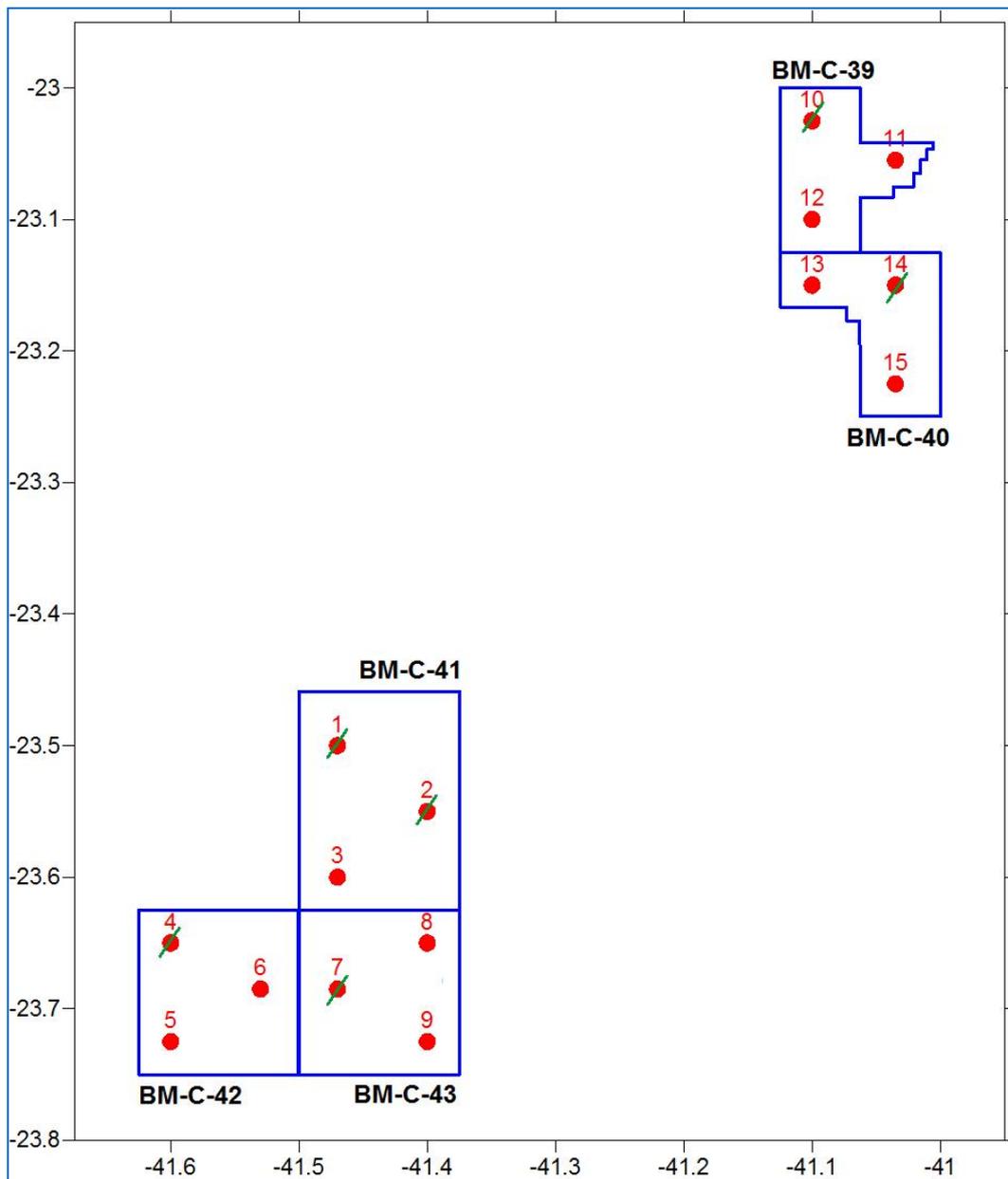


FIGURA 3.1-1 Malha amostral utilizada para monitorar os blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos.



### 3.2. Parâmetros Selecionados

Os parâmetros selecionados para avaliar cada um dos compartimentos considerados (oceanografia, água, sedimento e biota) para a caracterização regional são apresentados nas tabelas abaixo:

TABELA 3.2.1-I Parâmetros selecionados para a avaliação do monitoramento regional nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Parâmetros selecionados – Monitoramento Regional			
caracterização oceanográfica	caracterização da água	caracterização do sedimento	caracterização da biota
Temperatura	Transparência da água	Perfil de oxigênio do sedimento	macrofauna
Salinidade	pH	Granulometria	meiofauna
Densidade	OD (oxigênio dissolvido)	Teor de carbonatos	pigmentos clorofilianos
-	Sólidos em Suspensão (TSS)	Metais totais (Al, Ba, Cd, Cr, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V, Zn)	fitoplâncton
-	Sólidos Dissolvidos (TDS)	Matéria orgânica total	zooplâncton
-	Nitrito	Carbono	ictioplâncton
-	Nitrato	Nitrogênio	-
-	Nitrogênio Amoniacal Total	Fósforo	-
-	Fosfato	Sulfetos	-
-	Fósforo Total	Metais biodisponíveis (Al, Ba, Cd, Cr, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V, Zn)	-
-	Silicato	TPH <i>finger print</i> (inclui n-alcanos e MCNR)	-
-	Turbidez	PAH (16 compostos prioritários)	-
-	BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno)	-	-
-	metais totais ((Al, Ba, Cd, Cr, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V, Zn)	-	-
-	Óleos e Graxas	-	-
-	Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	-	-
-	Fenóis totais	-	-
-	TPH <i>finger print</i> (inclui n-alcanos e MCNR)	-	-
-	PAH (16 compostos prioritários)	-	-

### 3.3. Metodologias de Coleta

A seguir estão descritos todos os procedimentos e as metodologias que foram utilizadas para a obtenção e preservação das amostras de água, plâncton e sedimento, necessárias a presente campanha. Salientamos que as mesmas metodologias de coleta foram utilizadas para as duas caracterizações ambientais (regional e após a perfuração dos poços).

### 3.3.1. PERFILAGENS DE CTD

Perfis de temperatura, salinidade e densidade foram adquiridos com um sensor Sea-Bird SBE19 Seacat Profiler de Pressão, Temperatura, Condutividade, Profundidade, Salinidade, Velocidade do Som e Densidade (Tabela 3.3.1-I) na campanha de caracterização ambiental (baseline).

TABELA 3.3.1-I Parâmetros selecionados para a avaliação oceanográfica durante o monitoramento regional nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Avaliação Oceanográfica			
Parâmetro	preservação/fixação	conservação	taxa de amostragem
Temperatura	<i>in situ</i>	<i>in situ</i>	2 amostragens por metro
Salinidade			
Densidade			

Nesta campanha o CTD foi montado em uma grade protetora de aço inoxidável e carregado com pesos de chumbo, totalizando 15kg, para auxiliar no alinhamento vertical do equipamento (Figura 3.3.1-1). A grade protetora foi presa ao final de um cabo de aço de 1/4pol. A unidade foi lançada ao mar e mantida logo abaixo da superfície do mar por cinco minutos para que o equipamento entrasse em equilíbrio com a água em volta. A velocidade de descida e subida do equipamento foi fixada em 1m/s. A taxa de amostragem foi fixada em duas amostras por segundo realizando assim 2 amostras por metro. Ao chegar à superfície o equipamento foi lavado com água doce e um cabo de comunicação RS 232 foi acoplado para realizar a recuperação dos dados obtidos.

As perfilagens de CTD foram realizadas em toda a coluna d'água, até cerca de 3 a 5 metros do fundo, em todas as estações previstas em cada Monitoramento Ambiental.



FIGURA 3.3.1-1 Preparação do equipamento e procedimento de lançamento do CTD Sea-Bird SBE19 Seacat Profiler.



### 3.3.2. AMOSTRAGENS DE ÁGUA

A transparência da água foi avaliada em todas as estações previstas em cada uma das estações previstas pelo Monitoramento Ambiental através do disco de Secchi. O aparelho foi lançado manualmente, apenas uma vez em cada estação.

As coletas de amostras de água para a análise dos parâmetros bio-físico-químicos foram realizadas através do lançamento de garrafas de Niskin, nas estações previstas tanto pela malha regional como a malha elaborada para monitorar após a perfuração após dos poços. A seguir pode-se observar as metodologias de coleta, preservação e a taxa de amostragem realizada no presente monitoramento de acordo com cada parâmetro selecionado (Tabela 3.3.2-1).

TABELA 3.3.2-1 Parâmetros selecionados para a avaliação da água durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Avaliação da Água				
Parâmetro	frascaria	preservação/fixação	conservação	taxa de amostragem
Transparência da água	in situ	-	in situ	1 amostragem por estação
pH	in situ	-	in situ	5 amostragens por estação (profundidades de subsuperfície, acima da termoclina, termoclina, abaixo da termoclina e fundo)
OD (oxigênio dissolvido)	in situ	-	in situ	
Sólidos em Suspensão (TSS)	frasco plástico 1000ml	-	refrigeração	
Sólidos Dissolvidos (TDS)	frasco plástico 1000ml	-	refrigeração	
Nitrito	frasco plástico 1000ml	-	congelada	
COD (carbono orgânico dissolvido)	frasco âmbar 500ml	-	refrigeração	
COT (carbono orgânico total)	frasco âmbar 500ml	-	refrigeração	
Nitrato	f frasco plástico 1000ml	-	congelada	
Nitrogênio Amoniacal Total	frasco plástico 1000ml	-	congelada	
Fosfato	frasco plástico 1000ml	-	congelada	
Fósforo Total	frasco plástico 1000ml	-	congelada	
Silicato	frasco plástico 1000ml	-	congelada	
Turbidez	frasco plástico 1000ml	-	congelada	
BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno)	frasco plástico 250ml	HCl	refrigeração	
metais totais ((Al, Ba, Cd, Cr, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V, Zn)	frasco plástico 250ml	HNO <sub>3</sub>	refrigeração	
Óleos e Graxas	vidro 1000ml	HCl	refrigeração	
Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	vidro 50 ml	NaOH	refrigeração	
Fenóis totais	frasco plástico 250ml	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	refrigeração	
TPH finger print (inclui n-alcanos e MCNR)	frasco de vidro âmbar 1000ml	-	refrigeração	
HPA (16 compostos prioritários)	frasco de vidro âmbar 1000ml	-	refrigeração	

Cada garrafa lançada foi aberta na profundidade de coleta desejada e então fechada para obtenção de amostra de água daquele estrato da coluna d'água. Nas malhas dos poços, foram coletadas amostras de água em cinco estratos da coluna d'água: subsuperfície, , acima da termoclina, termoclina, abaixo da termoclina e fundo e na malha regional em 3 estratos (superfície, 60m e fundo).

Em seguida as garrafas foram trazidas a bordo e, das amostras coletadas, foram retiradas alíquotas para análise dos diferentes parâmetros em cada um dos estratos (Figura 3.3.2-1).



FIGURA 3.3.2-1 Procedimento de coleta das alíquotas de água das garrafas Niskin durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada na Bacia de Campos.

Os parâmetros pH e oxigênio dissolvido (OD) foram medidos *in situ*, com a utilização de equipamentos portáteis, PH-1800 e MO-910, respectivamente, ambos da marca Instrutherm (Figura 3.3.2-2).



FIGURA 3.3.2-2 Equipamentos utilizados para medição *in situ* de pH e OD, a partir de alíquotas da amostra de água obtida com a garrafa de Niskin.



### 3.3.3. AMOSTRAGENS DE SEDIMENTO

Durante a campanha de monitoramento ambiental realizada as amostras de sedimentos foram coletadas através do lançamento de um box-corer de área de 0,25m<sup>2</sup> (50 x 50cm) (Figura 3.3.3-1). Por ser um equipamento mais pesado, a caixa penetra no sedimento e retorna ao convés fechada, permitindo que fossem subamostrados os estratos superficiais do sedimento, sem perda de material. Amostras de sedimento em triplicata foram obtidas em todas as estações previstas, foram consideradas amostras válidas apenas aquelas com uma profundidade mínima de 8cm.



FIGURA 3.3.3-1 Procedimento de lançamento e manuseio do box-corer a bordo do Fugro Odyssey, durante a campanha de monitoramento ambiental realizada na Bacia de Campos.

Os procedimentos adotados no tratamento e preservação das amostras de sedimento obtidas no presente projeto de monitoramento ambiental encontram-se detalhadas abaixo (Tabela 3.3.3-I).

TABELA 3.3.3-I Procedimentos adotados no tratamento das amostras de sedimento destinadas às análises dos diferentes parâmetros físico-químicos, amostrados no sedimento, realizada durante o monitoramento regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos (março de 2011).

Amostras de sedimento – tratamento das amostras				
parâmetros	frascaria	preservação/ fixação	conservação	taxa de amostragem
perfil de oxigênio do sedimento	-	-	-	1 amostragem por estação
granulometria e teor de carbonatos	saco plástico com fecho tipo zip	-	refrigeração	1 amostragem por estação, sendo coletada alíquotas de 2cm superficiais
matéria orgânica total (MOT)	pote plástico 250mL, tampa de rosca	-	refrigeração	
sulfetos	pote plástico 250mL, tampa de rosca	-	refrigeração	
carbono orgânico total, nitrogênio	pote plástico 250mL, tampa de	-	refrigeração	

Amostras de sedimento – tratamento das amostras				
parâmetros	frascaria	preservação/ fixação	conservação	taxa de amostragem
total, fósforo total	rosca			
metais totais (Al, Ba, Cd, Cr, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V, Zn) e biodisponíveis, mercúrio total e biodisponível	frasco de vidro 100ml, tampa de rosca com batoque de teflon	-	refrigeração	
TPH e HPA	frasco de plástico 100ml, tampa de rosca	-	refrigeração	

### 3.3.4. AMOSTRAGENS DA BIOTA

#### Pigmentos Clorofilianos

As alíquotas para análise dos pigmentos clorofilianos foram obtidas das amostras de água coletadas pela garrafa de Niskin nas estações previstas para o monitoramento ambiental. A separação das alíquotas de pigmentos clorofilianos foi realizada através da filtração de 3L de água em filtro (Figura 3.3.4-1).



FIGURA 3.3.4-1 Procedimento de filtração de alíquota de água para amostragem de pigmentos clorofilianos, na campanha de monitoramento realizada na Bacia de Campos.

#### Meiofauna e Macrofauna Bentônicas

As amostras para análise da meiofauna e da macrofauna bentônica foram obtidas através de três lançamentos do box-corer. Para a meiofauna e a macrofauna bentônicas foram coletadas amostras em triplicata, devido às características naturais das comunidades bentônicas (distribuição em manchas). Estas amostragens em triplicata visam propiciar a



utilização de técnicas estatísticas mais avançadas, que possibilitam uma análise ambiental mais clara da área e também identificar quais dos parâmetros ambientais medidos são mais importantes na estruturação destas comunidades.

As triplicatas para meio- e macrofauna foram obtidas pelo lançamento do box-corer três vezes em cada estação. De cada amostra obtida (cada lançamento) foi retirada uma amostra para avaliar a meiofauna bentônica (corer de 2,5cm de diâmetro e 8cm de altura) e uma para avaliar a macrofauna bentônica (composta por 3L de sedimento retirados através de corers de 10cm de diâmetro e 8cm de altura).

Todas as alíquotas de sedimento superficial necessárias para as análises físicas, físico-químicas e químicas foram retiradas da primeira réplica ou do primeiro lançamento do Box-corer (Figura 3.3.4-2).

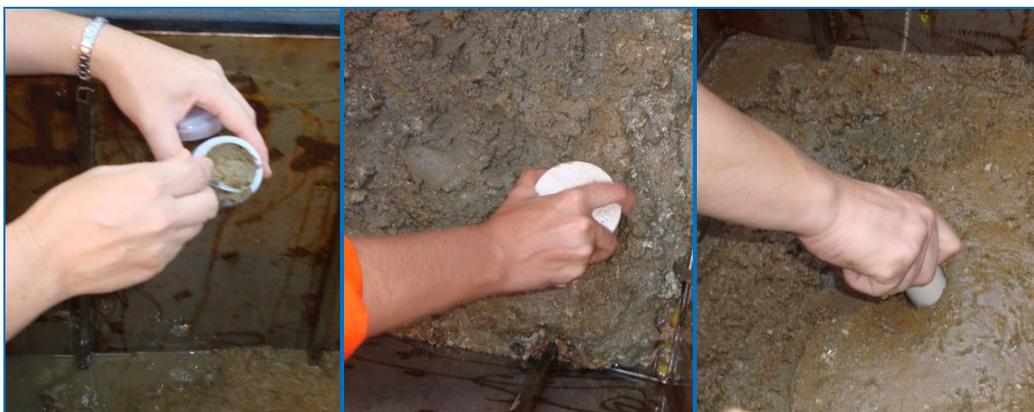


FIGURA 3.3.4-2 Procedimento da coleta de algumas alíquotas de sedimento do box-corer, na campanha de monitoramento ambiental realizada na Bacia de Campos.

### Plâncton

As coletas de amostras de zooplâncton foram realizadas através de arrastos horizontais (Figura 3.3.4-3) da superfície até o fundo. Foram utilizadas redes cilíndrico-cônicas simples de 60cm de diâmetro de boca e 200cm de comprimento. A rede para coleta de zooplâncton foi de 200 $\mu$ m de abertura de malha.

As coletas de amostras de e ictioplâncton foram realizadas através de arrastos oblíquos com rede bongô, da superfície ao fundo, retornando à superfície utilizando redes cilíndrico-cônicas simples de 60cm de diâmetro de boca e 250cm de comprimento. As redes para coleta de ictioplâncton tem 330 $\mu$ m e 500 $\mu$ m de abertura de malha. Um depressor hidrodinâmico de cerca de 25kg foi fixado aos cabrestos e estes ao centro do aro duplo da armação da bongô. Visando garantir a máxima obliquidade do arrasto, em torno de um ângulo de 60°, o cabo foi fornecido e recolhido durante o arrasto em quantidade suficiente para chegar a uma profundidade próxima ao fundo, com a embarcação em movimento a

uma velocidade média de 1m/s a fim de preservar a integridade dos organismos coletados. Para posterior avaliação do volume de água filtrado, foi acoplado, entre o centro e o aro da boca de cada rede, um fluxômetro analógico *General Oceanics* previamente aferido.

Durante a coleta foi mantida uma velocidade média de 1m/s a fim de preservar a integridade dos organismos coletados, principalmente daqueles de estrutura gelatinosa, sem que essa velocidade permitisse a fuga dos organismos com maior poder de natação e capacidade visual.

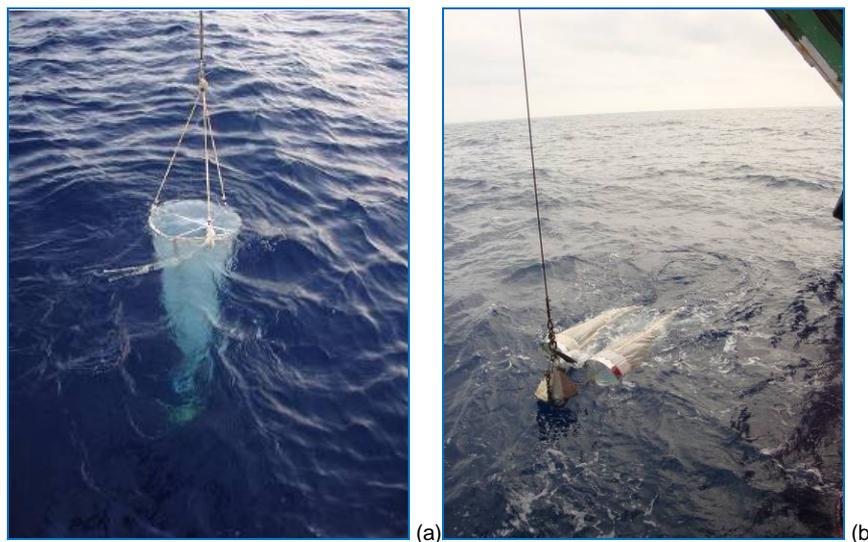


FIGURA 3.3.4-3 Procedimento de coleta de organismos zooplâncton através de arrastos verticais com redes cilíndrico-cônicas simples(a) e ictioplâncton através de arrastos oblíquos com rede bongô (b).

Após coletadas, as redes foram lavadas com água salgada e as amostras concentradas nos copos das redes, sendo então acondicionadas em frascos de 500mL de capacidade e fixadas (Figura 3.3.4-4) com formol, previamente neutralizado com bórax, diluído a 4% em água do mar. Com o intuito de evitar contaminação das amostras, toda a água utilizada para concentração e fixação das amostras foi previamente filtrada em abertura de malha de 100µm, no caso da água dos pissetes, ou passada pela malha da própria rede de coleta (de fora para dentro), no caso da mangueira de água salgada.





FIGURA 3.3.4-4 Procedimento de concentração e fixação de organismos zooplâncton e ictioplâncton.

Os procedimentos adotados no tratamento e preservação das amostras biológicas obtidas no presente projeto de monitoramento encontram-se detalhadas abaixo (Tabela 3.3.4-1).

TABELA 3.3.4-1 Procedimentos adotados no tratamento das amostras de sedimento e água destinadas às análises dos diferentes parâmetros da biota, durante a campanha de monitoramento regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos (março de 2011).

Amostras biológicas - tratamento das amostras				
parâmetros	frascaria	preservação/ fixação	conservação	taxa de amostragem
pigmentos clorofilianos	Filtros GF/F	-	refrigeração	5 amostragens por estação (profundidades de subsuperfície, acima do limite superior da termoclina, termoclina, abaixo do limite inferior da termoclina e fundo)
fitoplâncton	Frasco plástico 250ml	formol 4%	refrigeração	
zooplâncton	Frasco plástico 500ml	Formol 4%	-	1 amostragem – arrasto vertical
ictioplâncton, rede de 500µm e de 330µm	Frasco plástico 500ml	Formol 4%	-	1 amostragem – arrasto oblíquo
meiofauna	frasco plástico 250ml	formol 40%	-	3 amostragens por estação
macrofauna	frasco plástico 1000ml	formol 40%	-	

### 3.4. Metodologias de Análise

#### 3.4.1. CARACTERIZAÇÃO OCEANOGRÁFICA

Os dados de temperatura, salinidade e densidade obtidos com perfilagem do CTD, após a validação, foram convertidos do formato binário para formato ASCII, em unidades de engenharia. Após este procedimento os dados foram organizados em tabelas relativos a

cada estação e foram submetidos a uma média móvel para uma maior suavização dos perfis.

Os parâmetros medidos pelo aparelho foram: temperatura (°C), salinidade (S/m) e pressão (Tabela 3.4.1-I). Optou-se pela utilização dos dados da subida do equipamento, que apresentaram perfis mais suaves, “limpos”, isto é, livres de spikes (ruídos) na superfície, provocados pela instabilidade dos sensores no momento do lançamento do aparelho.

TABELA 3.4.1-I Características dos sensores do CTD utilizados durante a campanha de monitoramento regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos (março de 2011).

Sensores (CTD)			
sensores	amplitude de medida	acurácia	resolução
Temperatura (°C)	-5 a 35	0,005	0,0001
Salinidade (ups)	0 a 9	0,0005	0,00005
Pressão (kg/m <sup>3</sup> )	600	0,1% da amplitude máxima	0,002% da amplitude máxima

A configuração e processamento dos dados do CTD foram realizados utilizando-se um software fornecido pelo fabricante, sendo estes respectivamente, SEATERM e SBE Data processing. O equipamento é configurado para atuar como perfilador da coluna d'água com uma taxa de amostragem de 0,5 por segundo. Uma vez adquiridos os dados, utilizam-se alguns filtros no seu tratamento, tais como:

- DATCNV – Conversor dos dados de formato hexadecimal para tipo ASCII, em unidades de engenharia;
- FILTER – Utilizado para suavizar o perfil com a retirada de altas frequências, a partir de um filtro passa-baixa;
- ALING CTD – Utilizado para alinhar os parâmetros com a pressão, em virtude de uma possível defasagem no tempo de resposta de aquisição dos dados de cada sensor;
- LOOPEDIT – Elimina os dados com falhas na aquisição;
- DERIVE – Utilizado para calcular os parâmetros oceanográficos desejados;
- BINAVG – Utilizado para a interpolação dos dados no intervalo de profundidade desejado.

### 3.4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA

A metodologia de análise e os limites de detecção e quantificação dos parâmetros físico-químicos e químicos avaliados na água, segundo o projeto de caracterização ambiental



regional implementado na Bacia de Campos são apresentados sumarizados na tabela abaixo (Tabela 3.4.2-I).

TABELA 3.4.2-I Metodologias de análise e limites de detecção e quantificação dos parâmetros selecionados durante a campanha de monitoramento regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos (março de 2011).

Metodologias de Análise – parâmetros da água	
parâmetro	metodologia de análise
pH	pHmetro
OD (oxigênio dissolvido)	oxímetro
Transparência da água	visual
Totais de sólidos suspensos (TSS)	SMEWW 21st 2540 C
Totais de sólidos dissolvidos (TDS)	SMEWW 21st 2540 D
COD (carbono orgânico dissolvido)	combustão infra-vermelho
COT (carbono orgânico total)	combustão infra-vermelho
Turbidez	SM 2130B
Nitrito	PO 005
Nitrato	HACH DR 2500 8049
Nitrogênio amoniacal total	SM - 21st - 4500.NH3-D
Fosfato	PO 005
Fósforo Total	PO 005
Silicato	SMEWW 21st 3120 B
Pigmentos (clorofilas a, b, c e feofinas)	CETESB L5.306
Sulfetos	USEPA 9056A
Metais totais	USEPA 6010C
Mercúrio	USEPA 7473
BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno, e xilenos)	USEPA 8021B
Fenóis totais	SM - 21st - 5530
TPH finger print (inclui n-alcenos e MCNR)	USEPA 8015C
HPA (16 compostos prioritários)	USEPA 8270D

### 3.4.3. CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO

A metodologia de análise e limites de detecção e quantificação dos parâmetros físicos, físico-químicos e químicos avaliados no sedimento, segundo o projeto de Monitoramento Regional implementado nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos são apresentados sumarizados na tabela abaixo (Tabela 3.4.3-I).

TABELA 3.4.3-I Metodologias de análise e limites de detecção e quantificação dos parâmetros selecionados durante a campanha de monitoramento regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos (março de 2011).

Metodologias de Análise – parâmetros do sedimento	
Parâmetro	metodologia de análise
Perfil de oxigênio	Avaliação visual
Granulometria	gravimetria
Teor de carbonatos	dissolução ácida
Matéria orgânica total (MOT)	gravimetria
Carbono orgânico total (COT)	combustão infra-vermelho
Nitrogênio total	combustão catalítica
Fósforo total	combustão catalítica
Alumínio total	USEPA 6010C
Bário total	USEPA 6010C
Cádmio total	USEPA 6010C
Cromo total	USEPA 6010C
Chumbo total	USEPA 6010C
Manganês total	USEPA 6010C
Cobre total	USEPA 6010C
Ferro total	USEPA 6010C
Mercúrio total	USEPA 7473
Níquel total	USEPA 6010C
Vanádio total	USEPA 6010C
Zinco total	USEPA 6010C
Alumínio biodisponível	USEPA 6010C
Bário biodisponível	USEPA 6010C
Cádmio biodisponível	USEPA 6010C
Cromo biodisponível	USEPA 6010C
Chumbo biodisponível	USEPA 6010C
Manganês biodisponível	USEPA 6010C
Cobre biodisponível	USEPA 6010C
Ferro biodisponível	USEPA 6010C
Mercúrio biodisponível	USEPA 7471B
Níquel biodisponível	USEPA 6010C
Vanádio biodisponível	USEPA 6010C
Zinco biodisponível	USEPA 6010C
TPH finger print (inclui n-alcanos e MCNR)	USEPA 8015C
HPA (16 compostos prioritários)	USEPA 8270D

#### 3.4.4. CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA

As metodologias que foram empregadas na avaliação da biota, segundo o projeto de monitoramento regional implementado nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos, podem ser observadas na Tabela 3.4.4-I.



TABELA 3.4.4-I Metodologias de análise dos parâmetros selecionados para a avaliação da biota durante a campanha de monitoramento regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos (março de 2011).

Metodologias de Análise - avaliação da biota		
parâmetro	metodologia de análise	resultados previstos
Pigmentos	CETESB L5.306	clorofila e feofitinas
Fitoplâncton	microscópio invertido	qualitativo e quantitativo
Zooplâncton	estereomicroscópio e microscópio óptico	qualitativo e quantitativo
Ictioplâncton	estereomicroscópio e microscópio óptico	qualitativo e quantitativo
Meiofauna bentônica	estereomicroscópio e microscópio óptico	qualitativo e quantitativo
Macrofauna bentônica	estereomicroscópio e microscópio óptico	qualitativo e quantitativo

#### 3.4.4.1. Pigmentos Clorofilianos

A análise de pigmentos clorofilianos foi realizada através de espectrofluorimetria, após extração de pigmentos realizadas com acetona 90%, em material particulado retido em fibra de vidro tendo como resultados as concentrações de clorofilas a, b e c, carotenóides e feopigmentos.

#### 3.4.4.2. Fitoplâncton

A contagem do fitoplâncton foi realizada utilizando-se câmaras de sedimentação de Utermöhl (Utermöhl, 1958) em microscópio invertido Biosystem modelo XDS-1B com aumento de 400 vezes após um tempo de sedimentação mínimo de 24 horas.

As amostras quali-quantitativas de fitoplâncton total foram analisadas em microscópio invertido (marca Carl Zeiss, Jena) segundo o método de Uthermöhl (1958). Foram sedimentados entre 25mL e 50mL (câmaras Hydrobios) de cada amostra, e um mínimo de 400 células para o nanoplâncton e de 100 células para o microfítoplâncton foram contadas, o que permite 95% de probabilidade de computar um táxon que represente 1-2% da comunidade (Shaw, 1964). Os organismos encontrados foram identificados ao menor nível taxonômico possível. A identificação dos organismos fitoplanctônicos segue os trabalhos de Cupp (1943); Dodge (1982); Tomas (1997) e Tenenbaum *et al.* (2004).

A densidade absoluta foi computada para cada amostra considerando a densidade celular absoluta de organismos. A fim de se analisar a abundância dos outros grupos taxonômicos (diatomáceas, dinoflagelados, silicoflagelados, etc.) também foram calculadas as densidades do grupo dos fitoflagelados separadamente. Medidas da riqueza, da diversidade (Shannon & Weaver, 1963 *in* Washington, 1984) e da equitabilidade (Pielou, 1975 *in* Magurran, 1988) foram calculadas adicionalmente. O índice da diversidade pode variar de 0 a 4bits/cél e o índice de equitabilidade pode variar de 0 a 1.

### 3.4.4.3. Zooplâncton

Os organismos zooplanctônicos foram contados e triados sob microscópio estereoscópio Aus Jena. As amostras foram fracionadas com o auxílio do “Folsom Plankton Sample Splitter” (Mc Ewen *et al.*, 1954). Os organismos foram triados até um limite mínimo de 100 indivíduos por grupo (Frontier, 1981).

A identificação do zooplâncton foi realizada sob microscópio estereoscópio Zeiss Stemi SV6 e microscópio ótico Zeiss AxioStar Plus.

Os grupos zooplanctônicos Branchiopoda, Copepoda, Decapoda (Crustacea), Chaetognatha, Appendicularia e Thaliacea, importantes na caracterização da comunidade local, foram identificados a níveis taxonômicos inferiores, utilizando-se bibliografia especializada (Branchiopoda: Onbé, 1999; Copepoda: Dias & Araujo, 2006; Decapoda: Gurney, 1924; Pohle *et al.*, 1999; Fernandes *et al.*, 2006; Chaetognatha: Avila *et al.*, 2006; Appendicularia: Bonecker & Carvalho, 2006; Thaliacea: Bonecker & Quintas, 2006a; Bonecker & Quintas, 2006b). Os demais grupos foram todos quantificados.

A abundância do zooplâncton coletado foi padronizada em indivíduo por metro cúbico de água filtrada (ind.m<sup>-3</sup>).

Estudos de ecossistemas complexos envolvem normalmente uma multiplicidade de variáveis bióticas e abióticas, ligadas por uma complexa rede de inter-relações e que exigem uma prévia homogeneização dos dados (Valentin, 2000). A fim de reduzir a variância interna dos dados e ressaltar os descritores pertinentes aos objetivos desse estudo, os valores de densidades foram transformados pelo log (x+1). De acordo com Frontier (1981), a conversão pelo logaritmo é eficiente e aplicável aos dados de densidade.

A fim de destacar as semelhanças entre estações de coleta, foi realizada uma análise de agrupamento aglomerativo hierárquico sobre a matriz de abundância (80 espécies x 15 estações, representando 49% da densidade total do zooplâncton), com base no coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 1994). O teste de SIMPER (porcentagens da similaridade) foi usado para identificar aquelas espécies que mais contribuíram para as similaridades dentro dos grupos. As análises foram realizadas no programa estatístico Primer, versão 5.2.8.

### 3.4.4.4. Ictioplâncton

Em laboratório O ictioplâncton foi totalmente triado e contado sob microscópio estereoscópio Zeiss. A identificação dos ovos e larvas de peixes foi realizada com o auxílio



de um microscópio estereoscópico Zeiss modelo Stemi SV6. As larvas foram identificadas até o menor nível taxonômico possível. Quando necessário o comprimento padrão (CP) foi medido com lâmina milimetrada de 1 mm de precisão.

A identificação foi baseada nas características morfológicas (formato do corpo e da cabeça, formato das nadadeiras, posição do ânus, e das nadadeiras anal e dorsal, padrão de pigmentação) e merísticas (número de raios das nadadeiras dorsal, anal, caudal, peitoral e ventral). Nesta etapa as principais referências foram Matsuura & Olivar (1999), Richards (2006), Bonecker & Castro (2006) e Fahay (2007). O inventário ictioplanctônico foi baseado na classificação de Nelson (2006).

A abundância das larvas de peixes coletada foi padronizada em larvas por 100 metros cúbicos de água filtrada (larvas.100 m<sup>-3</sup>).

Uma análise de agrupamento foi realizada para verificar a similaridade das assembléias de larvas de peixes nas estações estudadas. Os dados de abundância de larvas de peixes foram transformados através da expressão  $\log(x+1)$ , para reduzir as variações entre as abundâncias dos táxons mais numerosos e os mais raros. Foram excluídos os táxons que poderiam apresentar alguma sobreposição de espécies, gerando uma matriz de 27 táxons e seis estações de coleta. Para a análise de agrupamento hierárquico com “group-averaging linking” foram utilizadas apenas as amostras obtidas com a malha de 330  $\mu\text{m}$  e o índice de similaridade de Bray-Curtis. Esse coeficiente é considerado bastante robusto para estudos com larvas de peixes marinhos, uma vez que não é afetado pelas múltiplas ausências e confere mais peso às espécies mais abundantes em relação às mais raras (Clarke & Warwick, 1994; Sánchez-Velasco, 2004). O programa estatístico utilizado para esta análise foi o Primer 6<sup>®</sup>.

#### 3.4.4.5. Meiofauna Bentônica

O processamento das amostras de meiofauna seguiu o método proposto por Somerfield & Warwick (1996) e Somerfield *et al.* (2005). Uma lavagem inicial das amostras com água doce em uma peneira de 63  $\mu\text{m}$  removerá os componentes finos do sedimento - silte e argila. Após a lavagem inicial, o sedimento e fauna retidos foram cuidadosamente lavados para a borda da peneira de 63  $\mu\text{m}$ . Com o auxílio de uma pisseta contendo ludox TM 50 (densidade específica 1,15) o material foi transferido para um béquer de 250 mL. O béquer foi preenchido com ludox 1,15 até a marca de 250 mL. A amostra foi vigorosamente agitada com um bastão de vidro e deixada de repouso por pelo menos 50 minutos. Cuidadosamente, o sobrenadante foi passado por uma peneira de 63  $\mu\text{m}$  sobre um béquer de 500 mL. O Ludox do béquer retornou para a amostra (o volume inicial completado) e o processo repetido de 3 vezes. A fauna extraída por flotação e retida na peneira de 63  $\mu\text{m}$  foi

lavada em água corrente para a retirada do ludox e conservada em formalina 4% em pote de vidro, etiquetada interna e externamente e fechada.

As amostras extraídas por flotação foram então lavadas em água corrente para a retirada do formol e, posteriormente, lavadas com uma mistura de álcool e glicerina. Este material foi levado para um bloco de vidro cavado (*embryo dish*) e depositado sobre uma placa aquecedora (20 a 40°C) por pelo menos 24 horas. Deste modo, a água e o álcool foram evaporados deixando o material em glicerina. Lâminas de microscópio foram preparadas com moldes de parafina de proporções iguais as lamínulas. Lâminas de vidro (76 x 39 mm) foram limpas com lenço de papel para remover a poeira e gordura. A parafina e o aplicador de parafina foram aquecidos em cubeta de vidro e deixados até o completo derretimento da parafina. Mantendo sempre o nível horizontal do aplicador, ele foi retirado da cubeta e deixado cerca de 3 segundos sobre a lâmina. O material extraído da amostra que permaneceu no bloco cavado foi transferido para dentro do molde de parafina da lâmina de microscópio. O bloco cavado foi levado para um microscópio estereoscópico e seu conteúdo verificado para que não haja perda de meiofauna. Eventuais organismos foram apanhados individualmente com uma pinça e colocados junto com a amostra no interior do molde de parafina. Uma lamínula foi colocada sobre o molde de parafina. O conjunto foi transferido para uma placa aquecedora (50 a 60°C) e cuidadosamente a parafina deixada derreter. O conjunto foi então retirado da placa e a lamínula fundida à lâmina. Uma vez terminado este processo, a lâmina foi marcada com seu código, de modo permanente, com o auxílio de uma caneta de ponta de diamante. Todas as amostras estão depositadas na coleção de referência de meiofauna do Laboratório de Ciências Marinhas da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL).

Como descritores da meiofauna foram utilizados o número de grupos meiofaunais, a densidade total da meiofauna e dos grupos numericamente dominantes (convertidos em inds.10cm<sup>-2</sup>). Além disso, os Nematoda, como grupo dominante, foram analisados quanto ao número de gêneros, densidade total, diversidade de Shannon (calculado com log<sub>e</sub>), equitatividade (J) e o número estimado de espécies/gêneros (ES(100); Hurlbert, 1971). Além disso, os Nematoda foram ainda classificados de acordo com os grupos tróficos, como sugerido por Wieser (1953), em detritívoros seletivos (1A), detritívoros não seletivos (1B), organismos que se alimentam no epistrato (2A) e predadores/onívoros (2B).

A significância das diferenças destes descritores entre as estações foram testadas através de uma análise de variância uni-fatorial (1-ANOVA). Como a ANOVA requer a homogeneidade entre as variâncias, os dados foram submetidos ao teste Cochran's e quando necessário, sofreram transformação do tipo log (x+1). O teste a *posteriori* de comparação múltipla de Turkey foi usado quando diferenças significativas foram detectadas (p<0,05; Sokal & Rohlf, 1997).



Métodos multivariados seguirão as análises univariadas dos dados. Para a fauna foram construídas matrizes de similaridade utilizando-se o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis através do software PRIMER. Os dados foram então ordenados e plotados através da análise proximidade (MDS "Multi-Dimensional Scaling", Clarke & Green, 1988). A plotagem dos dados pelo MDS permite a visualização das amostras no espaço, onde a distância entre uma amostra e outra corresponde a suas dissimilaridades. A fidelidade da análise de proximidade é avaliada através do stress, quanto menor o stress, maior a representatividade da plotagem dos dados pelo MDS.

A análise BIO-ENV foi utilizada para determinar as possíveis relações entre a estrutura multivariada da comunidade e combinações de variáveis ambientais (Clarke & Ainsworth 1993), definindo assim o conjunto de variáveis que melhor explicam a estrutura da fauna. Além disso, foram realizadas análises de correção entre os descritores da fauna e as variáveis ambientais.

#### **3.4.4.6. Macrofauna Bentônica**

As amostras de macrofauna foram transferidas para um jogo de peneiras de 1000 e 500 $\mu$ m, sendo cuidadosamente lavadas. Uma vez terminado o processo de peneiramento, o material retido foi transferido para potes plásticos com álcool 70 %. A fauna foi triada sob microscópio estereoscópico, identificada no menor nível taxonômico possível e contada

Como descritores da macrofauna foram utilizados número de indivíduos, número de taxa (S), índice de diversidade de Shannon ( $H' \text{ Log}_2$ ) e equitatividade. Posteriormente, a significância das diferenças destes descritores entre os pontos de amostragem e entre as distâncias do ponto de perfuração também foi testada através de uma análise de variância uni-fatorial (ANOVA), seguindo os mesmos procedimentos da meiofauna. Os métodos estatísticos multivariados aplicados para a macrofauna seguirão os mesmos procedimentos dos descritos para a meiofauna.

## 4. REGISTROS DE AMOSTRAGEM

### 4.1. Amostrado Regional

A seguir são apresentados os registros das amostragens realizadas durante o monitoramento ambiental regional (Tabelas 4.1-1 a 4.1-V).

TABELA 4.1-I Registros das perfilagens com CTD, obtidos durante a campanha de monitoramento regional na Baía de Campos (Datum: SAD69 / Zona: 24S).

Monitoramento Regional – Baía de Campos (CTD)								
estação	coordenadas do projeto		fixo			coordenadas amostradas		distância entre as coordenadas (m)
	E	N	data	hora	prof. (m)	E	N	
1	247757,99	7398950,72	17/mar/11	15:05	130,0	247838,44	7399189,83	15,0
2	255002,12	7393533,28	9/mar/11	21:00	138,0	254980,30	7393525,25	23,3
3	247948,92	7387872,88	9/mar/11	17:24	136,0	247948,28	7387849,46	23,4
4	234777,81	7382098,30	9/mar/11	13:14	150,0	234760,49	7382088,15	20,1
5	234929,39	7373789,23	9/mar/11	10:55	154,0	234900,49	7373787,33	29,0
6	241990,39	7378349,26	9/mar/11	07:56	143,0	241972,74	7378351,05	17,7
7	248111,81	7378456,63	9/mar/11	05:30	148,0	248123,36	7378444,47	16,8
8	255188,00	7382455,77	8/mar/11	16:16	170,0	255172,89	7382436,92	24,2
9	255327,90	7374147,57	9/mar/11	01:18	430,0	255298,89	7374147,00	29,0
10	284794,00	7452160,90	14/mar/11	14:46	101,0	284795,48	7452162,29	2,0
11	291503,33	7448932,50	14/mar/11	18:57	100,0	291485,55	7448925,83	19,0
12	284913,31	7443854,43	14/mar/11	22:43	105,0	284930,49	7443846,76	18,6
13	284993,06	7438316,75	15/mar/11	01:19	110,0	285013,30	7438312,12	20,8
14	291650,02	7438411,23	15/mar/11	05:18	103,0	291623,03	7438412,83	27,0
15	291766,23	7430104,89	15/mar/11	10:25	116,0	291743,95	7430089,87	26,9

TABELA 4.1-II Registros da amostragem da coluna d'água, obtidos durante a campanha de monitoramento regional na Baía de Campos (Datum: SAD69 / Zona: 24S).

Monitoramento Regional – Baía de Campos (água)										
estação	repetições	prof. (m)	coordenadas do projeto		fixo			coordenadas amostradas		distância entre as coordenadas (m)
			E	N	data	hora	prof. (m)	E	N	
8	1	Superfície, 60m e fundo	255188,00	7382455,77	8-mar-11	20:00	170	255207,094	7382462,468	20,2
9	1	Superfície, 60m e fundo	255327,90	7374147,57	9-mar-11	00:40	430	255301,394	7374158,84	28,8
7	1	Superfície, 60m e fundo	248111,81	7378456,63	9-mar-11	05:05	148	248082,240	7378457,561	29,6
6	1	Superfície, 60m e fundo	241990,39	7378349,26	9-mar-11	07:22	143	241978,364	7378344,798	12,8
5	1	Superfície, 60m e fundo	234929,39	7373789,24	9-mar-11	10:30	154	234915,952	7373792,43	13,8



Monitoramento Regional – Bacia de Campos (água)										
estação	repetições	prof. (m)	coordenadas do projeto		fixo			coordenadas amostradas		distância entre as coordenadas (m)
			E	N	data	hora	prof. (m)	E	N	
4	1	Superfície, 60m e fundo	234777,81	7382098,31	9-mar-11	12:20	150	234791,451	7382103,636	14,6
3	1	Superfície, 60m e fundo	247948,92	7387872,88	9-mar-11	16:40	136	247968,198	7387860,651	22,8
2	1	Superfície, 60m e fundo	255002,12	7393533,28	9-mar-11	20:24	138	254999,12	7393529,234	5,0
10	1	Superfície, 60m e fundo	284794,00	7452160,90	14-mar-11	14:10	101	284785,114	7452147,47	16,1
11	1	Superfície, 60m e fundo	291503,33	7448932,50	14-mar-11	18:25	100	291505,486	7448928,596	4,5
12	1	Superfície, 60m e fundo	284913,31	7443854,00	14-mar-11	22:08	105	284908,346	7443828,042	26,4
13	1	Superfície, 60m e fundo	284993,06	7438316,75	15-mar-11	00:46	110	284983,775	7438306,951	13,5
14	1	Superfície, 60m e fundo	291650,02	7438411,23	15-mar-11	04:45	103	291638,138	7438385,833	28,0
	2	60m e fundo	291650,02	7438411,23	15-mar-11	06:08	103	291669,723	7438401,863	21,8
15	1	Superfície, 60m e fundo	291766,23	7430104,89	15-mar-11	09:45	116	291755,024	7430123,481	21,7
1	1	Superfície, 60m e fundo	247757,99	7398950,72	17-mar-11	14:25	130	247838,348	7399192,127	254,4

TABELA 4.1-III Registros da amostragem de sedimento, obtidos durante a campanha de monitoramento regional na Bacia de Campos (Datum: SAD69 / Zona: 24S).

Monitoramento Regional – Bacia de Campos (Sedimento)										
estação	lançamento	coordenadas do projeto		fixo			coordenadas amostradas		distância entre as coordenadas (m)	
		E	N	data	hora	prof. (m)	E	N		
8	1	255188,00	7382455,77	08/03/11	21:44	171,0	255189,746	7382466,871	11,2	
	2	255188,00	7382455,77	08/03/11	21:58	171,0	255171,119	7382453,992	17,0	
	3	255188,00	7382455,77	08/03/11	22:38	171,0	255189,192	7382457,459	2,1	
	4	255188,00	7382455,77	08/03/11	22:52	171,0	255200,265	7382439,268	20,6	
	5	255188,00	7382455,77	08/03/11	23:04	171,0	255193,410	7382436,631	19,9	
9	1	255327,90	7374147,57	09/03/11	02:09	430,0	255328,325	7374154,661	7,1	
	2	255327,90	7374147,57	09/03/11	02:26	430,0	255341,798	7374165,365	22,6	
	3	255327,90	7374147,57	09/03/11	02:43	430,0	255334,416	7374149,494	6,8	
7	1	248111,81	7378456,63	09/03/11	05:43	148,0	248112,678	7378450,799	5,9	
	2	248111,81	7378456,63	09/03/11	05:55	148,0	248107,537	7378450,008	7,9	
	3	248111,81	7378456,63	09/03/11	06:07	148,0	248107,933	7378461,740	6,4	
6	1	241990,39	7378349,26	09/03/11	08:24	106,0	241967,731	7378339,058	24,8	
	2	241990,39	7378349,26	09/03/11	08:34	106,0	241990,668	7378366,872	17,6	
	3	241990,39	7378349,26	09/03/11	08:46	106,0	241973,004	7378360,940	20,9	

Monitoramento Regional – Bacia de Campos (Sedimento)									
estação	lançamento	coordenadas do projeto		fixo			coordenadas amostradas		distância entre as coordenadas (m)
		E	N	data	hora	prof. (m)	E	N	
	4	241990,39	7378349,26	09/03/11	08:57	106,0	241975,113	7378363,972	21,2
5	1	234929,39	7373789,24	09/03/11	11:10	154,0	234922,171	7373796,289	10,1
	2	234929,39	7373789,24	09/03/11	11:21	154,0	234903,447	7373797,500	27,2
	3	234929,39	7373789,24	09/03/11	11:32	154,0	234913,205	7373795,194	17,2
4	1	234777,81	7382098,31	09/03/11	14:28	150,0	234781,987	7382087,686	11,4
	2	234777,81	7382098,31	09/03/11	14:38	150,0	234782,395	7382077,364	21,4
	3	234777,81	7382098,31	09/03/11	14:47	150,0	234778,520	7382098,772	0,8
3	1	247948,92	7387872,88	09/03/11	17:56	136,0	247942,200	7387847,610	26,1
	2	247948,92	7387872,88	09/03/11	18:42	136,0	247974,272	7387882,556	27,1
	3	247948,92	7387872,88	09/03/11	18:51	136,0	247947,855	7387879,708	6,9
	4	247948,92	7387872,88	09/03/11	19:01	136,0	247956,080	7387870,850	7,4
2	1	255002,12	7393533,28	09/03/11	22:14	138,0	255023,613	7393520,982	24,8
	2	255002,12	7393533,28	09/03/11	22:31	138,0	255018,248	7393535,864	16,3
	3	255002,12	7393533,28	09/03/11	22:41	138,0	255019,750	7393538,316	18,3
10	1	284794,00	7452160,90	14/03/11	15:47	101,0	284803,640	7452150,426	14,2
	2	284794,00	7452160,90	14/03/11	16:49	101,0	284791,381	7452160,392	2,7
	3	284794,00	7452160,90	14/03/11	17:16	101,0	284785,844	7452161,341	8,2
11	1	291503,33	7448932,50	14/03/11	19:24	100,0	291492,000	7448939,379	13,3
	2	291503,33	7448932,50	14/03/11	19:36	100,0	291484,408	7448922,295	21,5
	3	291503,33	7448932,50	14/03/11	19:56	100,0	291508,926	7448939,854	9,2
	4	291503,33	7448932,50	14/03/11	20:12	100,0	291505,446	7448911,064	21,5
12	1	284913,31	7443854,00	14/03/11	23:04	105,0	284915,201	7443858,362	4,8
	2	284913,31	7443854,00	14/03/11	23:16	105,0	284912,565	7443881,826	27,8
	3	284913,31	7443854,00	14/03/11	23:29	105,0	284931,283	7443837,085	24,7
13	1	284993,06	7438316,75	15/03/11	01:50	110,0	284997,616	7438299,015	18,3
	2	284993,06	7438316,75	15/03/11	02:31	110,0	285003,706	7438292,187	26,8
	3	284993,06	7438316,75	15/03/11	03:00	110,0	284968,510	7438301,678	28,8
14	1	291650,02	7438411,23	15/03/11	07:30	103,0	291650,213	7438385,780	25,5
	2	291650,02	7438411,23	15/03/11	07:46	103,0	291662,077	7438394,481	20,6
	3	291650,02	7438411,23	15/03/11	07:59	103,0	291640,195	7438436,136	26,8
	4	291650,02	7438411,23	15/03/11	08:20	103,0	291650,477	7438391,844	19,4
15	1	291766,23	7430104,89	15/03/11	10:52	116,0	291758,731	7430076,783	29,1
	2	291766,23	7430104,89	15/03/11	11:11	116,0	291768,176	7430098,141	7,0
	3	291766,23	7430104,89	15/03/11	11:33	116,0	291751,962	7430093,739	18,1
1	1	2477757,99	7398950,72	17/03/11	16:20	130,0	247837,887	7399181,924	21,9
	2	2477757,99	7398950,72	17/03/11	16:33	130,0	247860,191	7399203,042	12,1
	3	2477757,99	7398950,72	17/03/11	16:44	130,0	247862,326	7399185,484	21,2
	4	2477757,99	7398950,72	17/03/11	16:58	130,0	247862,326	7399207,551	15,4
	5	2477757,99	7398950,72	17/03/11	17:16	130,0	247842,632	7399209,449	9,9
	6	2477757,99	7398950,72	17/03/11	17:34	130,0	247848,696	7399214,880	13,6



TABELA 4.1-IV Registros da amostragem de zooplâncton, obtidos durante a campanha de monitoramento regional na Bacia de Campos (Datum: SAD69 / Zona: 24S).

Monitoramento Regional – Bacia de Campos (Zooplâncton)								
estação	coordenadas do projeto		fixo			coordenadas amostradas		distância entre as coordenadas (m)
	E	N	data	hora	prof. (m)	E	N	
8	255188,00	7382455,77	08/03/11	21:20	170,0	255278,989	7382522,500	112,8
9	255327,90	7374147,57	09/03/11	01:37	430,0	255311,9	7374150,232	16,2
7	248111,81	7378456,63	09/03/11	04:54	148,0	248099,997	7378466,301	15,3
6	241990,39	7378349,26	09/03/11	07:13	143,0	241991,073	7378343,957	5,3
5	234929,39	7373789,24	09/03/11	10:10	154,0	234913,487	7373789,438	15,9
4	234777,81	7382098,31	09/03/11	13:24	150,0	234799,848	7382107,815	24,0
3	247948,92	7387872,88	09/03/11	17:34	136,0	247953,447	7387847,614	25,7
2	255002,12	7393533,28	09/03/11	21:20	138,0	254982,563	7393537,169	19,9
10	284794,00	7452160,90	14/03/11	14:55	101,0	284778,08	7452148,686	20,1
11	291503,33	7448932,50	14/03/11	19:05	100,0	291486,306	7448939,379	18,4
12	284913,31	7443854,00	14/03/11	22:51	105,0	284906,764	7443852,034	6,8
13	284993,06	7438316,75	15/03/11	01:29	110,0	284983,775	7438306,951	13,5
14	291650,02	7438411,23	15/03/11	05:32	103,0	291668,444	7438390,631	27,6
15	291766,23	7430104,89	15/03/11	10:39	116,0	291763,071	7430109,603	5,7
1	247757,99	7398950,72	17/03/11	15:12	130,0	247842,474	7399200,274	263,5

TABELA 4.1-V Registros da amostragem de ictioplâncton, obtidos durante a campanha de monitoramento regional na Bacia de Campos (Datum: SAD69 / Zona: 24S).

Monitoramento Regional – Bacia de Campos (Ictioplâncton)								
estação	coordenadas do projeto		fixo			coordenadas amostradas		distância entre as coordenadas (m)
	E	N	data	hora	prof. (m)	E	N	
7	248111,81	7378456,63	09/03/11	04:35	148,0	248064,669	7378465,800	48,0
	248111,81	7378456,63	09/03/11	04:42	0,0	248197,545	7378386,180	111,0
4	234777,81	7382098,31	09/03/11	13:50	150,0	234893,310	7382103,860	115,6
	234777,81	7382098,31	09/03/11	14:06	150,0	234684,109	7382084,878	94,7
2	255002,12	7393533,28	09/03/11	21:40	138,0	255005,632	7393590,979	57,8
	255002,12	7393533,28	09/03/11	21:52	138,0	254932,076	7393388,237	161,1
10	284794,00	7452160,90	14/03/11	15:20	101,0	284827,250	7452198,673	50,3
	284794,00	7452160,90	14/03/11	15:32	101,0	284740,643	7452145,285	55,6
14	291650,02	7438411,23	15/03/11	05:50	103,0	291618,839	7438493,215	87,7
	291650,02	7438411,23	15/03/11	06:01	103,0	291585,225	7438351,639	88,0
1	247757,99	7398950,72	17/03/11	13:35	130,0	247895,493	7399236,050	316,7
	247757,99	7398950,72	17/03/11	13:49	130,0	247765,319	7399225,109	274,5

## 5. RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados obtidos através das análises (oceanográficas, físico-químicas e biológicas) realizadas nos diversos compartimentos (água e sedimento) durante o monitoramento dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43.

### 5.1. Parâmetros Oceanográficos

#### 5.1.1. PERFILAGENS DE CTD

A região da Bacia de Campos possui duas estações bem características: estação chuvosa (outubro a abril) e estação seca (maio a setembro). Há um predomínio de ventos Nordeste cuja intensidade varia na estação chuvosa (velocidade média de  $7\text{m.s}^{-1}$ ) e na estação seca (velocidade média de  $6\text{m.s}^{-1}$ )

A área estudada é caracterizada por águas oligotróficas, com baixa produtividade (Ekau & Matsuura, 1996), dominada pelas águas tropicais da Corrente do Brasil (Valentin *et al.*, 2007). Observa-se um predomínio de três massas de água: Água de Plataforma (AP), Água Tropical (AT) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Na plataforma externa a mistura vertical entre a AT e a ACAS é dominante (Castro & Miranda, 1998). Além dessas massas de água também são encontradas a Água Intermediária Antártica (AIA) e a Água Profunda do Atlântico Norte (Silveira *et al.*, 2000).

Um fenômeno muito conhecido nessa região é a ressurgência, que ocorre devido a topografia da região e principalmente devido aos ventos norte-nordeste (Valentin, 2001). A ascensão da ACAS nessa região ocorre entre agosto e setembro chegando até 50-80 m de profundidade dependendo da intensidade; e de setembro a março sendo influenciada por mudanças na intensidade e direção dos ventos locais. As concentrações de nutrientes variam muito temporalmente e espacialmente e o fenômeno da ressurgência tem um impacto direto na composição e na estrutura trófica planctônica (Valentin, 2001).

Estudos anteriores (Pereira *et al.*, 2005; Souza & Robinson, 2004) mostram que na região em estudo, a estrutura de massa de água pode ser composta basicamente por 3 tipos:

- Água Costeira (AC) – Definida por  $T > 20^{\circ}\text{C}$  e  $S < 35$ , como resultado da diluição da água oceânica pela descarga de água doce continental oriunda de pequenos e médios sistemas estuarinos;
- Água Tropical (AT) – Definida por  $T > 20^{\circ}\text{C}$  e  $S > 36$ . Essa massa de água superficial se origina na região equatorial da costa leste e é transportada para sul pela corrente do Brasil, perdendo suas características quando se mistura com a Água Subantártica (ASA) na convergência subtropical.



- Água Central do Atlântico Sul (ACAS) – Definida por  $T < 18^{\circ}\text{C}$  e  $S < 36$ . Situada abaixo da AT, encontrada na região do talude, é formada pela mistura entre a AT e a ASA na Zona de Convergência Subtropical.

Essa classificação é proposta por Castro & Miranda (1998). Algumas variações em torno desses valores são aceitos para a classificação das massas de água.

A Água Tropical (AT) foi encontrada da superfície até os 123,0m de profundidade considerando todas as estações analisadas. Os valores de temperatura variaram de 20,40 a 27,47°C, a salinidade de 36,40 a 37,10ups e a densidade variou de 1023,88 a 1026,24kg/m<sup>3</sup> (Tabela 5.1.1-I).

A ACAS nesta campanha ocorreu a partir dos 64,0m até a maior profundidade amostrada em cada estação na campanha. Os valores de temperatura para a ACAS variaram de 10,92 a 18,00°C, a salinidade de 34,91 a 35,95 e a densidade variou de 1026,29 a 1028,63kg/m<sup>3</sup> (Tabela 5.1.1-I).

Além dessas massas de água predominantes, existe outra que pode ser caracterizada como uma mistura entre as duas massas de água acima mencionadas. Na região estudada, esta massa de água pode ser caracterizada por apresentar temperaturas superiores a 18°C e menores do que 20°C, porém com uma salinidade superior a 36ups, como característico da AT.

TABELA 5.1.1-I Valores máximos e mínimos de profundidade de ocorrência, temperatura, salinidade e densidade para as massas d'água encontradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Resultados CTD										
bloco / estação	massas d'água	profundidade (m)		temperatura (°C)		salinidade		densidade (kg/m <sup>3</sup> )		
		mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	
BM-C-41	1	AT	3	49	20,51	26,14	36,41	36,89	1024,28	1025,92
		ACAS	64	128	12,54	17,79	35,14	35,89	1026,29	1027,17
	2	AT	4	63	20,41	27,47	36,39	36,94	1024,05	1025,98
		ACAS	89	137	15,23	17,98	35,49	35,91	1026,36	1026,92
	3	AT	4	43	22,40	27,26	36,45	36,82	1024,02	1025,40
		ACAS	69	134	15,63	17,95	35,60	35,90	1026,27	1026,89
BM-C-42	4	AT	2	23	24,73	25,91	36,40	36,46	1024,18	1024,58
		ACAS	71	148	14,32	18,00	35,38	35,93	1026,30	1027,07
	5	AT	5	61	21,85	27,18	36,40	36,80	1024,04	1025,60
		ACAS	90	152	14,46	17,81	35,41	35,91	1026,41	1027,08
	6	AT	3	50	21,80	26,94	36,39	36,80	1024,06	1025,29
		ACAS	89	125	14,16	17,99	35,40	35,91	1026,36	1026,97
BM-C-43	7	AT	4	67	21,12	27,39	36,40	36,94	1024,06	1025,81
		ACAS	92	137	14,16	17,98	35,35	35,94	1026,39	1026,97
	8	AT	2	95	20,40	27,43	36,40	36,98	1023,96	1026,14
		ACAS	112	171	13,43	17,89	35,25	35,91	1026,44	1027,26

Resultados CTD										
bloco / estação	massas d'água	profundidade (m)		temperatura (°C)		salinidade		densidade (kg/m <sup>3</sup> )		
		mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	
9	AT	3	123	20,57	27,67	36,44	37,10	1024,04	1026,24	
	ACAS	135	427	10,92	17,72	34,91	35,93	1026,65	1028,63	
BM-C-39	10	AT	4	62	20,46	26,35	36,40	36,94	1024,16	1025,98
		ACAS	85	100	17,94	18,00	35,94	35,95	1026,37	1026,45
	11	AT	2	59	20,59	26,87	36,43	37,00	1023,88	1025,95
		ACAS	79	98	17,33	17,99	35,83	35,93	1026,34	1026,50
12	AT	2	67	20,53	26,99	36,40	36,97	1024,08	1025,98	
	ACAS	86	100	17,94	17,99	35,90	35,93	1026,37	1026,46	
BM-C-40	13	AT	3	69	20,44	27,12	36,40	37,07	1024,11	1026,01
		ACAS	88	108	17,34	17,99	35,83	35,93	1026,37	1026,54
	14	AT	3	68	20,40	27,21	36,40	37,02	1024,06	1026,02
		ACAS	92	101	17,09	17,99	35,77	35,92	1026,38	1026,53
	15	AT	3	79	20,43	27,44	36,39	37,07	1024,05	1026,06
		ACAS	-	-	-	-	-	-	-	-

Os perfis de temperatura e salinidade apresentaram, praticamente, o mesmo comportamento nas estações analisadas, com exceção da estação 9 que mostrou um perfil um pouco diferente das demais (Figura 5.1.1-1). A temperatura apresentou maiores valores à superfície diminuindo com a profundidade até próximo ao fundo. A salinidade apresentou apenas alguma variação ao longo da coluna d'água, acompanhando as diferenças observadas na temperatura. Também foi observado uma camada de mistura e a presença de uma termoclina. Esta corresponde a um decréscimo de temperatura desde a superfície e mais acentuadamente a partir dos 30m de profundidade da mesma massa de água predominante, a Água Tropical (AT), com alguns pontos apresentando a Água de Mistura (AM) até por volta da batimetria de 100m. A partir dessa profundidade a ACAS passa a ser encontrada de maneira mais efetiva. Os resultados obtidos no momento das coletas deve corresponder a um padrão sazonal da área (Figura 5.1.1-1).

A estação 9, por sua vez apresentou duas termoclinas, uma mais superficial e sem a presença da ACAS diferente do observado nas outras estações e outra bem mais profunda, após os 130m, onde a ACAS pôde ser realmente detectada. A diferença observada deve estar relacionada a localização dessa estação no bloco BM-C-43, onde foi posicionada numa batimetria bem mais profunda do que as outras estações localizadas em áreas mais rasas.



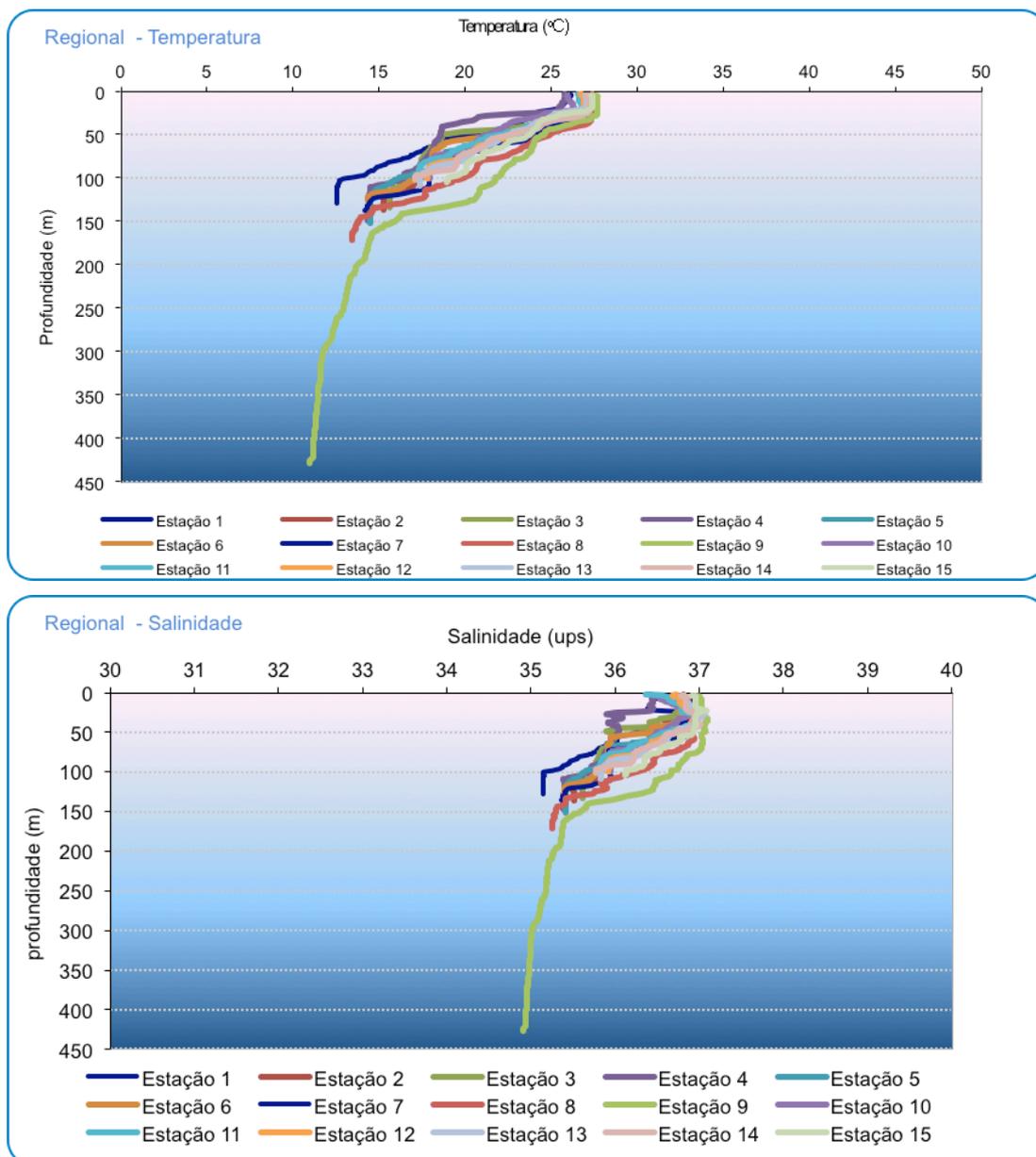


FIGURA 5.1.1-1 Perfis de temperatura e salinidade encontrados durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

O diagrama TxS (Figura 5.1.1-2) evidencia que a coluna d'água esteve ocupada predominantemente por apenas duas massas de água (AT e ACAS), com a nuvem de pontos apresentando pouca inclinação em relação às isopicnais (linhas de mesma densidade), além da presença da água de mistura (AM). Os dados de temperatura e salinidade encontrados estão de acordo com os valores encontrados na literatura (Signorini, 1974; Miranda *et al.*, 1970), mostrando que a metodologia utilizada na amostragem e tratamento das informações foram adequados. Portanto, os resultados podem ser considerados válidos para serem analisados.

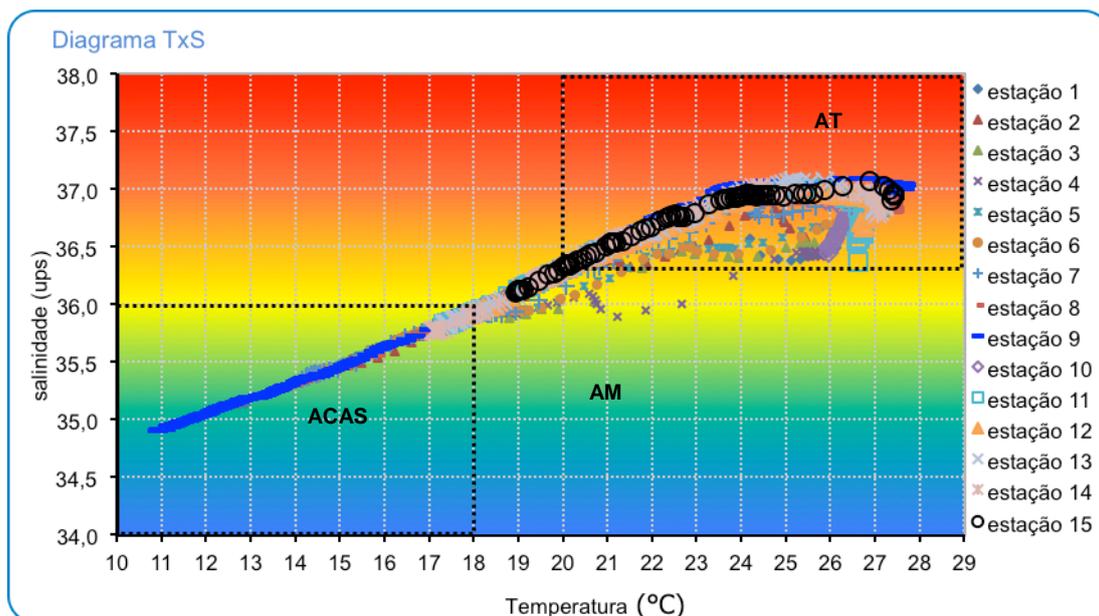


FIGURA 5.1.1-2 Diagrama TS dos dados obtidos durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. AT – Água Tropical; ACAS – Água Central do Atlântico Sul e AM – Água de Mistura.

Os resultados mostraram que a região de amostragem esteve sob a influência da corrente do Brasil, demonstrada pelos valores de temperatura e salinidade coincidentes com a classificação de massas de água (Água Tropical), assim como o observado durante a campanha de caracterização ambiental (baseline) realizada em 2008. O mesmo padrão de massas de água dominantes foi encontrado na área, com os valores de temperatura e salinidade que indicaram a presença de duas massas d'água, a Água Tropical e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

Segundo Deacon (1933) *apud* Miranda (1982) Sverdrup *et al.* (1942), Emilsson (1961) e Thomsen (1962) a Água Tropical está situada na camada mais superficial do oceano, estando sempre em contato com a atmosfera, sofrendo influência das variações climáticas das regiões por onde passa. Sua origem ocorre na Zona Tropical, à leste da costa do Estado da Bahia, e suas características são definidas pela intensa radiação e excesso de evaporação em relação à precipitação, características do Atlântico Tropical.

A presença da massa d'água ACAS na região não é incomum. O trabalho de Castro *et al.* (2006) mostra que ao norte da plataforma continental sudeste, ocorre no verão vários afloramentos da ACAS em profundidades menores do que os 200m, pelo fenômeno de ressurgência característico dessa região, sendo que após o verão esse gradiente horizontal de temperatura diminui e se torna mais homogêneo no inverno. Segundo ainda Bassani *et al.* (1999) esse trecho do litoral brasileiro, é dominado em sua plataforma continental pela massa de Água Tropical (AT), porém ao sul de Cabo Frio sofre uma inflexão no sentido leste-oeste que promove uma aproximação da isóbata de 100m para costa, promovendo uma interação complexa de várias massas de água.



Todos estes resultados obtidos através das perfilagens de temperatura e salinidade estão em consonância com outros trabalhos realizados na região da Bacia de Campos (Miranda *et al.*, 1970; FUNDESPA, 1994; Signorini *et al.*, 1989; Souza, 1999).

## 5.2. Parâmetros Físico-químicos

### 5.2.1. ÁGUA

#### 5.2.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH) e Oxigênio Dissolvido (OD)

O potencial hidrogeniônico (pH) da água do mar tende a ser levemente alcalino pela presença de  $\text{CO}_2$  e dos íons  $\text{CO}_3^{2-}$ , sódio, potássio e cálcio altamente alcalinos, desta maneira os valores de pH normalmente se encontram entre 7,5 e 8,4 (Aminot & Chaussepied, 1983; Soares-Gomes & Figueiredo, 2002). Modificações nas concentrações de  $\text{CO}_2$ , devido às atividades de respiração, fotossíntese e trocas entre a atmosfera e o oceano, ou de  $\text{CO}_3^{2-}$ , devidas às precipitações, podem modificar os valores de pH (Aminot & Chaussepied, 1983).

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) nos oceanos é afetada por fatores físicos e biológicos, assim, estes fatores também devem ser considerados ao se analisar o conteúdo de oxigênio dissolvido nas massas de água, já que, por si só, as concentrações de oxigênio na água são insuficientes para uma caracterização do ecossistema (Niencheski *et al.*, 1999). As camadas de água mais próximas da superfície tendem a apresentar maiores concentrações de oxigênio pelo contato da superfície da água com o oxigênio da atmosfera, sendo este, um importante fator para sua dissolução (Redfield *et al.*, 1963), além disto, na zona eufótica a atividade fotossintética do fitoplâncton contribui para o aumento da concentração de oxigênio (Soares-Gomes & Figueiredo, 2002).

A ocorrência de variações na concentração de oxigênio dissolvido pode ser atribuída a fatores físicos como diferenças de pressão, temperatura e salinidade da água (Hayward & Mantyla, 1990), entretanto, outras características físicas também devem ser levadas em consideração, tais como, velocidade do vento, hidrodinamismo e mistura das camadas de água. Do ponto de vista biótico, o balanço dos processos biológicos de produção de oxigênio (fotossíntese) e de consumo por organismos pelágicos pode determinar a concentração de oxigênio dissolvido em determinadas profundidades (Aidar *et al.*, 1993).

Na campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos, os parâmetros pH e oxigênio dissolvido foram analisados nas amostras coletadas em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto.

Os valores do potencial hidrogeniônico (pH) variaram de 8,78 a 8,91 na sub-superfície, de 8,83 a 8,94 aos 60m de profundidade e de 8,79 a 8,95 próximo ao fundo (Tabela 5.2.1.1-I, Figura 5.2.1.1-1). Já as concentrações de oxigênio dissolvido na água variaram de 6,40 a 19,80mg/L na sub-superfície, de 7,00 a 20,50mg/L aos 60m de profundidade e de 6,00 a 20,10mg/L próximo ao fundo (Tabela 5.2.1.1-II, Figura 5.2.1.1-2).

TABELA 5.2.1.1-I Potencial hidrogeniônico (pH) observado nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

pH				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	8,91	8,87	8,95
	2	8,87	8,86	8,83
	3	8,86	8,89	8,87
BM-C-42	4	8,83	8,85	8,79
	5	8,87	8,89	8,86
	6	8,87	8,87	8,81
BM-C-43	7	8,81	8,84	8,88
	8	8,85	8,86	8,84
	9	8,81	8,86	8,88
BM-C-39	10	8,87	8,94	8,90
	11	8,78	8,86	8,89
	12	8,89	8,91	8,92
BM-C-40	13	8,89	8,92	8,88
	14	8,80	8,83	8,83
	15	8,84	8,91	8,90
média		8,85	8,88	8,87
baseline (OGX, 2009)		7,84	7,81	7,78

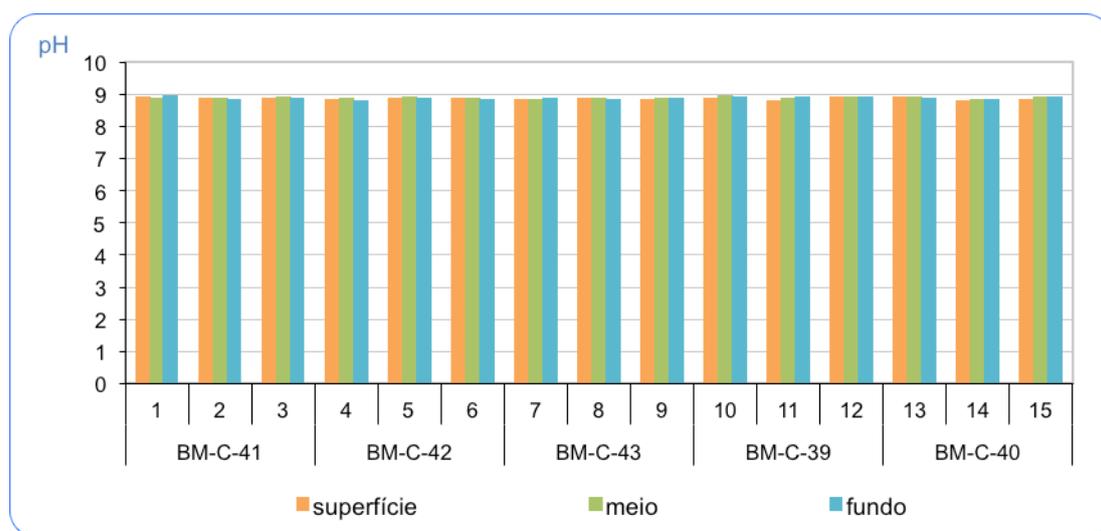


FIGURA 5.2.1.1-1 Potencial hidrogeniônico (pH) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.



O pH não demonstrou qualquer padrão de distribuição espacial, tanto horizontal (entre estações) quanto batimétrico. A pequena variação de pH, encontrada entre as estações, está de acordo com estudos prévios realizados ao longo do litoral brasileiro (Andrade *et al.*, 1999; Niencheski *et al.*, 1999). Porém, os resultados de pH encontrados estiveram um pouco acima dos valores máximos estipulados para a água marinha, pela resolução CONAMA N° 357/2005 para águas salinas de classe 1 ( $6,5 < \text{pH} < 8,5$ ).

TABELA 5.2.1.1-II Concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) observado nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Baía de Campos.

Oxigênio Dissolvido (mg/L)				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	6,4	7,1	8,9
	2	15,9	17,8	17,6
	3	16,1	19,1	18,9
BM-C-42	4	19,4	19,1	18,0
	5	18,4	17,1	17,2
	6	19,0	20,5	17,8
BM-C-43	7	19,8	18,4	16,1
	8	17,3	19,1	20,1
	9	18,7	16,2	16,5
BM-C-39	10	6,8	7,0	7,1
	11	9,2	8,7	9,7
	12	8,9	8,3	9,2
BM-C-40	13	8,0	8,5	6,6
	14	8,6	7,8	7,8
	15	7,3	7,2	6,0
média		13,32	13,46	13,17
baseline (OGX, 2009)		7,52	7,33	7,27

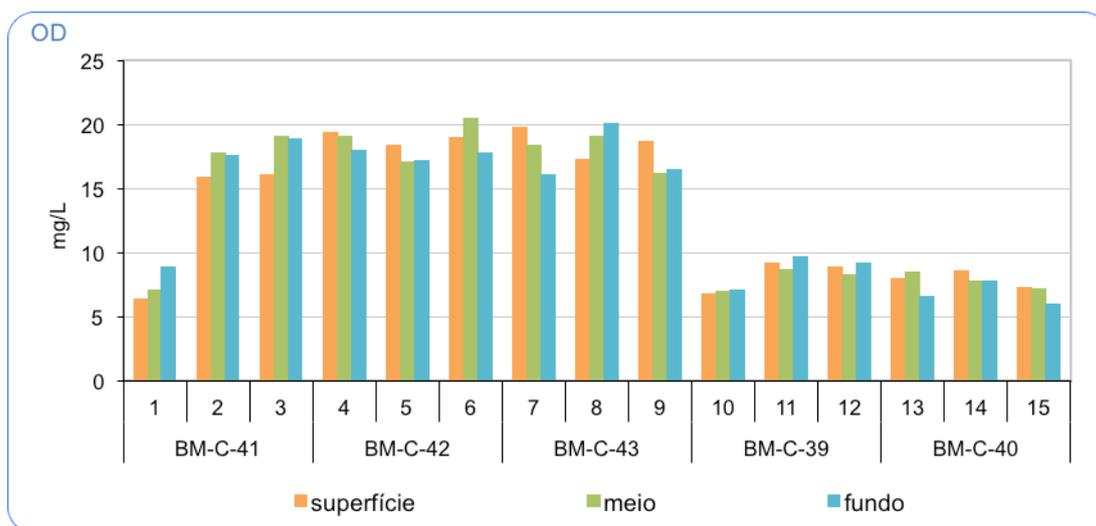


FIGURA 5.2.1.1-2 Concentrações do oxigênio dissolvido (OD; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

As variações na concentração de oxigênio dissolvido (OD) nos três estratos da coluna d'água, analisados na campanha, mostraram uma heterogeneidade espacial horizontal com valores muito diferentes entre as estações amostradas, porém uma homogeneidade batimétrica (concentração encontrada em cada estrato). Foi observada uma tendência de maiores concentrações de oxigênio dissolvido mais ao fundo, quando comparada ao demais estratos analisados (Figura 5.2.1.1-1). Este padrão batimétrico da concentração de oxigênio dissolvido é conhecida e descrita por diversos autores (Redfield *et al.*, 1963; Soares-Gomes & Figueiredo, 2002). Porém, as elevadas concentrações encontradas nas amostras analisadas nos blocos BM-C-41 a BM-C-43 não são usuais e devem ter sido originadas por algum tipo de procedimento analítico realizado in situ, uma vez que qualquer bolha de ar nas amostras podem induzir a leitura de elevadas concentrações, porém sem realidade com as realmente esperadas para esse tipo de ambiente.

Todos os resultados de oxigênio dissolvido observados nos três estratos analisados foram mais elevados do que o valor mínimo estabelecido, pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas salinas de classe 1 (OD > 6,0 mg/L), indicando que os teores encontrados estão de acordo com a legislação vigente para águas salinas de classe 1.

### 5.2.1.2. Turbidez e Transparência

A turbidez é uma medida do espalhamento que a luz sofre ao atravessar a água, enquanto que, a transparência é a extinção da luz a partir da superfície da água. Ambas as propriedades estão relacionadas à presença de sólidos em suspensão na água que refletem a luz, dificultando a sua passagem pela solução (Ballesteros & Larroque, 1975). Portanto, a



turbidez e a transparência da água oferecem informações indiretas sobre algumas propriedades físicas da água além de servir como estimativa da amplitude da zona eufótica.

Na campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos, a turbidez foi analisada nas amostras de água dos três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto, enquanto que, a transparência foi avaliada em todas as estações. A turbidez variou de 0,48 a 0,92NTU na sub-superfície, de 0,55 a 0,86NTU aos 60m de profundidade e de 0,51 a 0,79NTU próximo ao fundo (Tabela 5.2.1.2-I, Figura 5.2.1.2-1), já a transparência variou de 8,0 a 25,0m (Tabela 5.2.1.2-II, Figura 5.2.1.2-2). Em algumas estações a transparência não pôde ser analisada pois a coleta foi realizada a noite.

TABELA 5.2.1.2-I Turbidez (NTU) observada nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Turbidez				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	0,48	0,58	0,51
	2	0,68	0,55	0,62
	3	0,75	0,67	0,68
BM-C-42	4	0,48	0,59	0,62
	5	0,65	0,68	0,63
	6	0,68	0,66	0,71
BM-C-43	7	0,74	0,82	0,74
	8	0,85	0,75	0,70
	9	0,92	0,56	0,75
BM-C-39	10	0,75	0,68	0,65
	11	0,82	0,86	0,75
	12	0,67	0,81	0,74
BM-C-40	13	0,72	0,76	0,72
	14	0,81	0,79	0,68
	15	0,75	0,81	0,79
média		0,70	0,72	0,69
baseline (OGX, 2009)		0,69	0,75	0,85

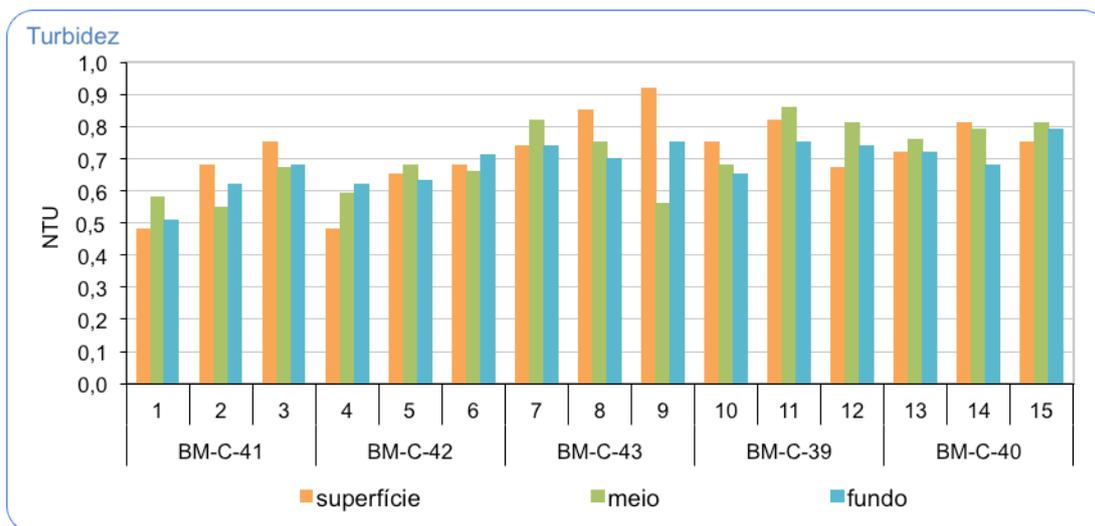


FIGURA 5.2.1.2-1 Turbidez (NTU) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

TABELA 5.2.1.2-II Transparência obtida por disco de Secchi (m) mensurada nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Transparência		
bloco	estação	Secchi (m)
BM-C-41	1	25
	2	-
	3	8
BM-C-42	4	16
	5	14
	6	18
BM-C-43	7	16
	8	-
	9	-
BM-C-39	10	16
	11	-
	12	15
BM-C-40	13	16
	14	12
	15	-
média		15,5
baseline (OGX, 2009)		13,8



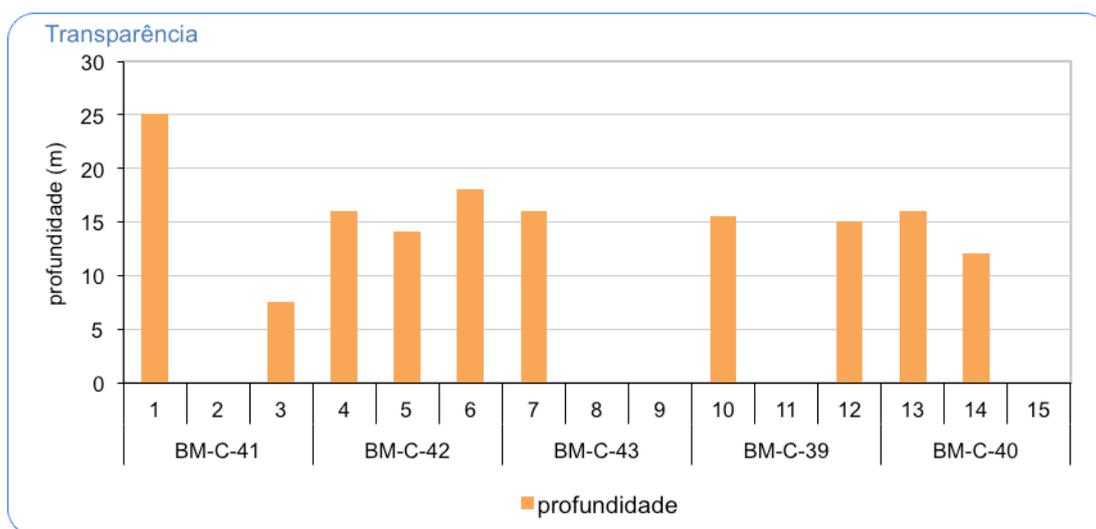


FIGURA 5.2.1.2-2 Transparência por disco de Secchi (m) mensurada nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Os baixos valores de turbidez registrados na presente campanha são comuns para água oceânicas e normalmente ocasionam uma maior transparência, permitindo que a luz chegue a regiões mais profundas. Não foi distinguido nenhum padrão espacial horizontal e batimétrico, para os valores de turbidez e transparência observados.

### 5.2.1.3. Total de Sólidos Suspensos (TSS) e Total de Sólidos Dissolvidos (TDS)

Os sólidos em suspensão e os sólidos dissolvidos são geralmente originados pelo carreamento de solos pelas águas devido a processos erosivos, do lançamento de efluentes domésticos, efluentes industriais, ressuspensão causada pelas atividades perfuratórias, dentre outros (MMA, 2002). A concentração do total de sólidos suspensos (TSS) é um importante indicador do meio aquático. As partículas em suspensão diminuem a transparência da água, o que pode reduzir a produção primária fotossintética, sendo capaz de alterar, em última análise, os recursos pesqueiros de determinada área. Além disso, partículas presentes na água formam uma sub-superfície de contato importante para trocas físico-químicas, químicas e biológicas com a água do mar (Aminot & Chaussepied, 1983). Os totais de sólidos dissolvidos (TSD) são compostos principalmente por sais inorgânicos presentes como íons (Soares-Gomes & Figueiredo 2002) e as variações na concentração de TSD normalmente estão relacionadas a fatores climáticos, tais como temperatura, pluviosidade e ventos. As concentrações de TSS também estão sujeitas a variações, principalmente em regiões mais próximas a costa, que podem ser sazonais e com origem biológica, intempérica ou proveniente de aporte terrígeno ou antrópico. Assim, podem ser observados valores de TSS muito variáveis (Aminot & Chaussepied, 1983).

Na campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos, o TSS e o TDS foram analisadas nas

amostras dos três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto. O total de sólidos suspensos (TSS) variou de 1,65 a 6,02mg/L na sub-superfície, de 1,61 a 12,41mg/L no meio e de 1,19 a 9,77mg/L próximo ao fundo (Tabela 5.2.1.3-I, Figura 5.2.1.3-1). Já, o total de sólidos dissolvidos (TDS) variou de 37,19 a 40,59mg/L na sub-superfície, de 37,35 a 39,94mg/L no meio e de 35,43 a 39,86mg/L próximo ao fundo (Tabela 5.2.1.3-II, Figura 5.2.1.3-2).

TABELA 5.2.1.3-I Concentrações do total de sólidos suspensos (TSS; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

TSS (mg/L)				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	4,54	3,75	3,96
	2	6,02	12,41	9,77
	3	2,45	3,70	4,16
BM-C-42	4	3,13	5,15	4,69
	5	4,32	4,30	3,40
	6	3,66	3,28	3,59
BM-C-43	7	3,91	5,46	2,81
	8	3,80	2,94	2,06
	9	2,73	2,66	1,48
BM-C-39	10	4,61	2,55	3,14
	11	3,30	3,11	4,00
	12	2,71	1,63	3,24
BM-C-40	13	2,50	2,10	1,70
	14	1,65	1,61	1,19
	15	2,10	2,03	1,96
média		3,43	3,78	3,41
baseline (OGX, 2009)		0,75	0,76	0,86



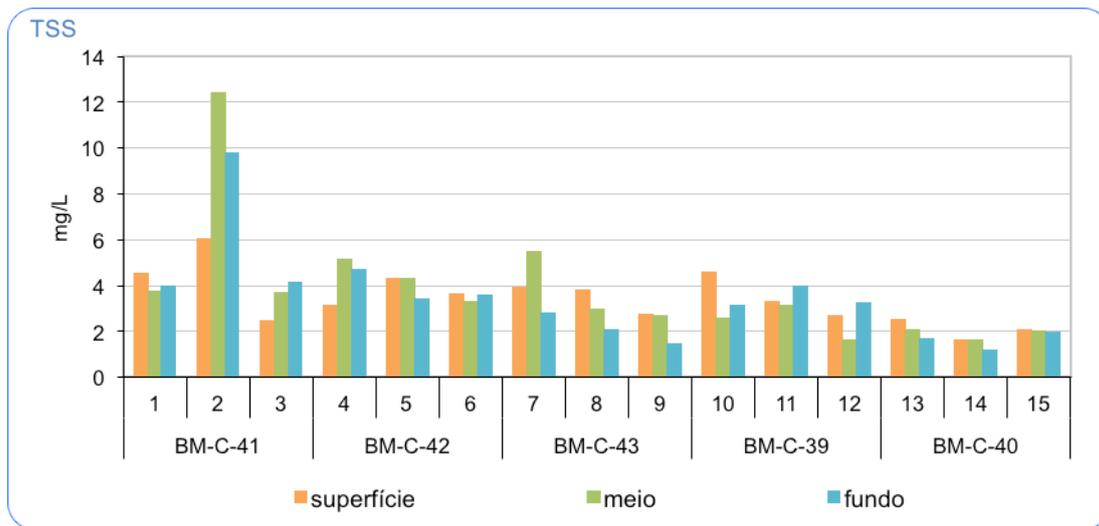


FIGURA 5.2.1.3-1 Concentrações do total de sólidos suspensos (TSS; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

TABELA 5.2.1.3-II Concentrações do total de sólidos dissolvidos (TSD; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

TDS (mg/L)				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	40,37	39,85	38,67
	2	37,20	38,75	38,30
	3	37,19	37,35	38,01
BM-C-42	4	37,49	38,16	35,43
	5	39,33	38,60	36,17
	6	38,64	39,26	39,19
BM-C-43	7	39,33	39,94	39,24
	8	39,63	39,41	36,76
	9	40,59	39,65	38,97
BM-C-39	10	39,78	37,86	38,03
	11	38,38	38,60	38,89
	12	39,58	39,00	39,47
BM-C-40	13	39,83	38,59	39,71
	14	39,25	39,12	39,71
	15	40,07	39,83	39,86
média		39,11	38,93	39,86
baseline (OGX, 2009)		40,22	40,37	41,71

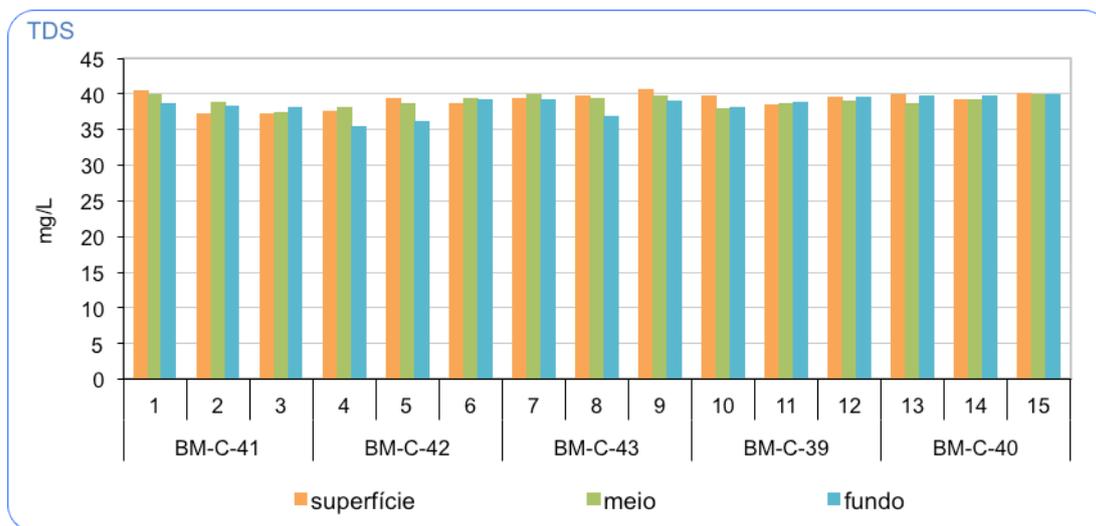


FIGURA 5.2.1.3-2 Concentrações do total de sólidos suspensos (TDS; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Não foram distinguidas variações espaciais relevantes para o total de sólidos suspensos ou para o total de sólidos dissolvidos, tanto horizontalmente (entre estações) quanto verticalmente (em relação aos estratos amostrados da coluna d'água). Exceção para as concentrações de sólidos em suspensão encontradas nas estações situadas no Bloco BM-C-41, que mostraram um padrão diferente do observado nas estações situadas nos demais blocos. As concentrações mais elevadas encontradas nesse bloco devem fazer parte das variações esperadas para a região e a posição do referido bloco, com suas próprias características oceanográficas e hidrodinâmicas locais.

#### 5.2.1.4. Carbono Orgânico Total (COT)

A dinâmica do carbono no mar é afetada por processos físicos como a difusão de  $\text{CO}_2$  e advecção e processos biológicos como a produtividade primária e a abundância e composição do zooplâncton (Lourenço & Marques-Junior, 2002). O carbono orgânico total (COT), tem sido reconhecido como importante constituinte do ciclo do carbono nos oceanos fornecendo informações sobre a distribuição, composição e dinâmica sazonal da produtividade nos oceanos (Hansell & Carlson, 2001). O carbono orgânico total (COT) é constituído pelo carbono proveniente dos organismos autotróficos e heterotróficos além dos detritos suspensos na água (Strickland, 1960).

Os totais de carbono orgânico total variaram de níveis 1,20 a 1,5mg/L na sub-superfície, 2,50mg/L, de 1,1 a 1,5mg/L no estrato do meio e de não detectado a 1,2mg/L próximo ao fundo (Tabela 5.2.1.4-I). Todas as concentrações observadas estiveram abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA Nº 357/2005, para águas classe 1, que é de 3,0mg/L.



TABELA 5.2.1.4-I Concentrações de carbono orgânico total (COT; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. N.D. – não detectado.

COT				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	1,5	1,4	1,2
	2	1,4	1,3	1,0
	3	1,3	1,1	1,1
BM-C-42	4	1,3	1,2	1,0
	5	1,3	1,2	1,1
	6	1,5	1,5	1,2
BM-C-43	7	1,5	1,4	1,2
	8	1,3	1,2	1,2
	9	1,4	1,3	ND
BM-C-39	10	1,4	1,2	1,0
	11	1,3	1,3	1,0
	12	1,4	1,4	1,1
BM-C-40	13	1,3	1,2	1,0
	14	1,2	1,3	1,0
	15	1,4	1,3	1,1
média		1,4	1,3	1,0
baseline (OGX, 2009)		2,1	2,1	2,1

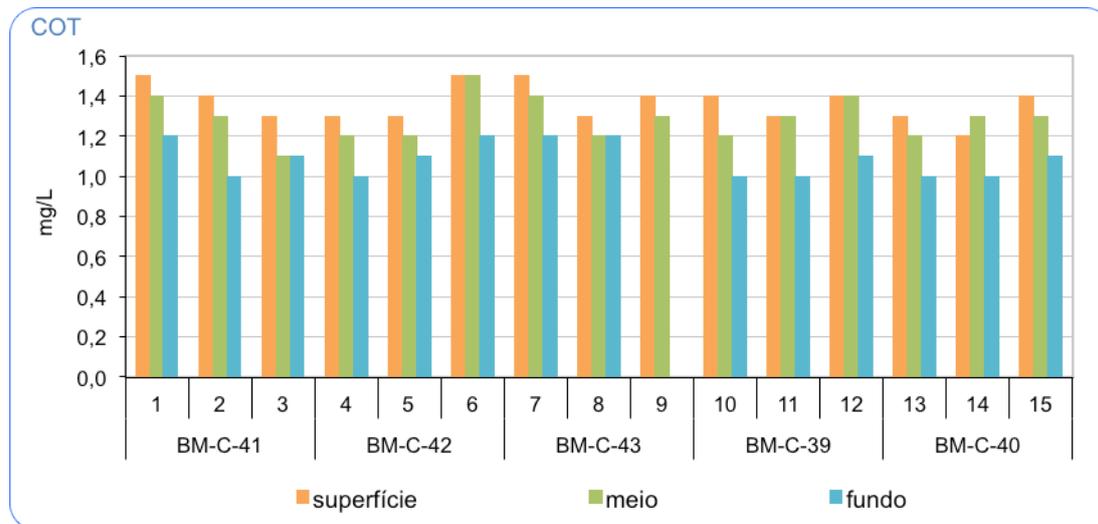


FIGURA 5.2.1.4-1 Concentrações de carbono orgânico total (COT; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Nenhuma variação espacial ou batimétrica foi observada, mostrando valores usuais à região e ao período da coleta e em consonância com valores reportados anteriormente durante a realização da campanha de baseline realizada em 2008 (OGX, 2009).

### 5.2.1.5. Sulfetos

O enxofre na água pode ser encontrado como: S enxofre molecular; S íon sulfeto; SO<sub>4</sub> íon sulfato; SO<sub>3</sub> íon sulfito; H<sub>2</sub>S gás sulfídrico; SO<sub>2</sub> dióxido de enxofre; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ácido sulfúrico e FeS nas formas associado ao metal. Em meio aquático aeróbio, o enxofre é mineralizado como sulfato (SO<sub>4</sub>), sendo a forma mais comum de enxofre encontrada na água. Em água salgada as concentrações de sulfatos são de cerca de 2710mg/L (Drever, 1982 *apud* Sadiq, 1992; Parker, 1972 *apud* Sadiq, 1992; Riley & Shirrow, 1975 *apud* Sadiq, 1992).

Na indústria do petróleo, o H<sub>2</sub>S (dióxido de enxofre) poderá estar presente nos reservatórios de petróleo e nos campos onde há injeção de água do mar. Pode ser resultante de mecanismos de dissolução de sulfetos minerais, da decomposição de compostos orgânicos sulfurados etc. Outra fonte de H<sub>2</sub>S é a atividade das bactérias redutoras de sulfato (BRS). A água do mar apresenta altas concentrações de sulfatos e a atuação dessas bactérias redutoras de sulfato resultará na geração de sulfeto, no interior do reservatório, trazendo prejuízos econômicos e ambientais (o dióxido de enxofre é tóxico para o ser humano e o meio ambiente). Entretanto, em águas oligotróficas o sulfeto é rapidamente convertido a sulfato (Ledyard & Dacey, 1996; Marvin-DiPasquale *et al.* 2003) o que tende a dificultar sua detecção.

O método utilizado para análise de sulfetos determina o teor total de sulfetos, que equivale ao somatório das concentrações de HS<sup>-</sup>, S<sup>=</sup> e H<sub>2</sub>S presentes na amostra. O teor de H<sub>2</sub>S pode ser estimado a partir de cálculos de equilíbrio, considerando o pH do meio. Para águas salinas, cujo pH é na faixa de oito, a concentração de H<sub>2</sub>S corresponde a 10% do sulfeto total (APHA, 1998 *apud* PETROBRAS, 2001).

Não foram encontradas concentrações de sulfetos detectáveis (limite de detecção de 0,0012mg/L) na presente campanha de monitoramento realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, como pode ser observado na tabela 5.2.1.5-I. Portanto, em todas as estações amostradas, as concentrações situaram-se abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA N° 357/2005, para águas classe 1, que é de 0,002mg/L.



TABELA 5.2.1.5-I Concentrações de sulfetos (mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. N.D – Não detectado (< 0,0012mg/L).

Sulfetos (mg/L)				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
	3	ND	ND	ND
BM-C-42	4	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND
	6	ND	ND	ND
BM-C-43	7	ND	ND	ND
	8	ND	ND	ND
	9	ND	ND	ND
BM-C-39	10	ND	ND	ND
	11	ND	ND	ND
	12	ND	ND	ND
BM-C-40	13	ND	ND	ND
	14	ND	ND	ND
	15	ND	ND	ND
média		-	-	-
baseline (OGX, 2009)		0,0012	0,0020	0,0010

#### 5.2.1.6. Nutrientes e Amônia

Os nutrientes, como o nitrogênio, o fósforo e a sílica, são fatores que limitam o crescimento da biomassa fitoplanctônica no meio marinho uma vez que são necessários para as funções metabólicas realizadas pelo fitoplâncton. A razão entre as concentrações molares do nitrogênio, fósforo e silício na camada eufótica das águas marinhas, assim como os processos determinantes do seu enriquecimento por esses elementos, são capazes de induzir alterações na densidade das comunidades fitoplanctônicas além de dar subsídios para explicar a composição taxonômica dessas comunidades (Dugdale & Holm Hansen, 1967; Ryther & Dunstan, 1971; Mann, 1982; Ramirez *et al.*, 2006). Portanto, estes fatores se comportam de forma não conservativa, apresentando dependência direta dos processos de demanda biológica, pela biomassa fitoplanctônica na zona eufótica, e dos aportes oriundos de processos físicos (advecção, intrusão de águas mais ricas), biológicos (regeneração), climáticos (chuvas e ventos) e drenagem continental (Aidar *et al.*, 1993).

Os nutrientes e a amônia foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, no estrato do meio e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto.

As concentrações de amônia variaram de 0,001 a 1,190mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,003 a 1,410mg/L nas amostras de meio, e de 0,002 a 1,660mg/L nas amostras mais próximas ao fundo (Tabela 5.2.1.6-I, Figura 5.2.1.6-1).

TABELA 5.2.1.6-I Concentrações de amônia (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Amônia				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	0,005	0,008	0,007
	2	0,020	0,049	0,068
	3	0,001	0,005	0,005
BM-C-42	4	0,004	0,009	0,002
	5	0,007	0,003	0,005
	6	0,008	0,006	0,009
BM-C-43	7	0,013	0,007	0,390
	8	0,560	0,390	0,470
	9	0,830	0,910	0,860
BM-C-39	10	0,580	0,640	1,020
	11	0,720	1,160	1,050
	12	1,000	1,050	1,660
BM-C-40	13	1,190	1,220	1,470
	14	1,180	1,190	1,130
	15	1,190	1,410	1,380
média		0,487	0,537	0,635
baseline (OGX, 2009)		0,002	0,003	0,003

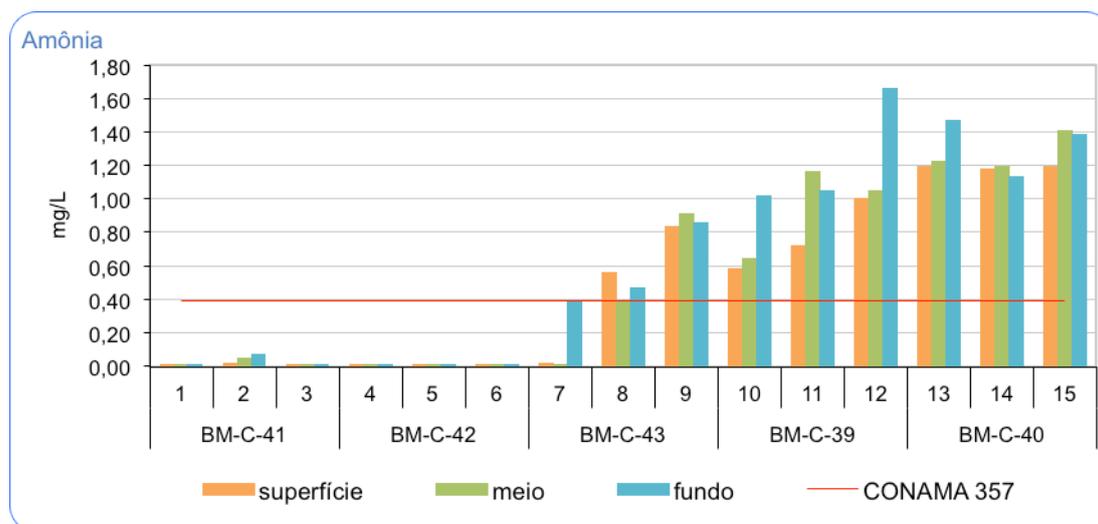


FIGURA 5.2.1.6-1 Concentrações de amônia (mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. Linha em vermelho indica o limite máximo aceitável para esse parâmetro, segundo a Resolução CONAMA 357 (águas salinas de classe 1).

Os resultados mostraram diferenças muito acentuadas na concentração de amônia entre as estações, mas menores entre as profundidades pela pequena diferença entre as concentrações médias dos estratos (Tabela 5.2.1.6-I, Figura 5.2.1.6-1). As concentrações de amônia observadas nas amostras analisadas foram bastante baixas no Blocos BM-C-41 e BM-C-42 todas muito abaixo do valor máximo estabelecido para águas salinas de classe 1



pela resolução CONAMA Nº 357/2005 que é de 0,40mg/L. Contudo, nos demais blocos as concentrações de amônia foram bem mais elevadas, sendo que algumas concentrações foram encontradas bem acima dos limites estabelecidos na CONAMA 357. Este resultado não é esperado, pois o nitrogênio amoniacal é uma forma reduzida e em sistemas aeróbicos tende a se oxidar em nitrito e depois em nitrato, através do ciclo do nitrogênio, principalmente, nas camadas superiores.

Temporalmente, se compararmos as concentrações encontradas durante a campanha de baseline, podemos perceber que as concentrações encontradas na presente campanha foram bem mais elevadas (Tabela 5.2.1.6-I), principalmente considerando os blocos BM-C-39, BM-C-40 e BM-C-43 (Figura 5.2.1.6-1).

Provavelmente, a localização desses blocos (BM-C-39, BM-C-40 e BM-C-43) que estão situados mais na quebra da plataforma e em áreas de maiores complexidades no relevo de fundo associado ao fenômenos hidrodinâmicos locais, tais como vórtices e/ou aporte de águas mais profundas ricas em nutrientes e ao período de realização das coletas sejam as responsáveis pelas elevadas concentrações de amônia encontradas nesses blocos. Corroborando essa hipótese, pode-se perceber que as maiores diferenças encontradas nesses blocos ocorreram no estrato de fundo, justamente o mais influenciado pela presença da ACAS.

Considerando os outros nutrientes, o nitrito apresentou concentrações que variaram de 0,002 a 0,270mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,002 a 0,250mg/L nas amostras de meio, e de 0,001 a 0,290mg/L nas amostras mais próximas ao fundo (Tabela 5.2.1.6-II, Figura 5.2.1.6-2), enquanto que, o nitrato variou de não detectado a 4,58mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,034 a 5,48mg/L nas amostras de meio, e de 0,200 a 18,600mg/L nas amostras de fundo (Tabela 5.2.1.6-III, Figura 5.2.1.6-3).

TABELA 5.2.1.6-II Concentrações de nitrito (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Nitrito				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	0,002	0,003	0,008
	2	0,009	0,002	0,002
	3	0,032	0,007	0,005
BM-C-42	4	0,002	0,003	0,008
	5	0,019	0,029	0,001
	6	0,003	0,003	0,010
BM-C-43	7	0,004	0,005	0,240
	8	0,050	0,060	0,240
	9	0,060	0,080	0,140
BM-C-39	10	0,020	0,140	0,180
	11	0,040	0,140	0,130

Nitrito				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
	12	0,010	0,160	0,190
BM-C-40	13	0,040	0,180	0,200
	14	0,020	0,180	0,180
	15	0,270	0,250	0,290
	média	0,039	0,083	0,122
baseline (OGX, 2009)		0,010	0,010	0,011

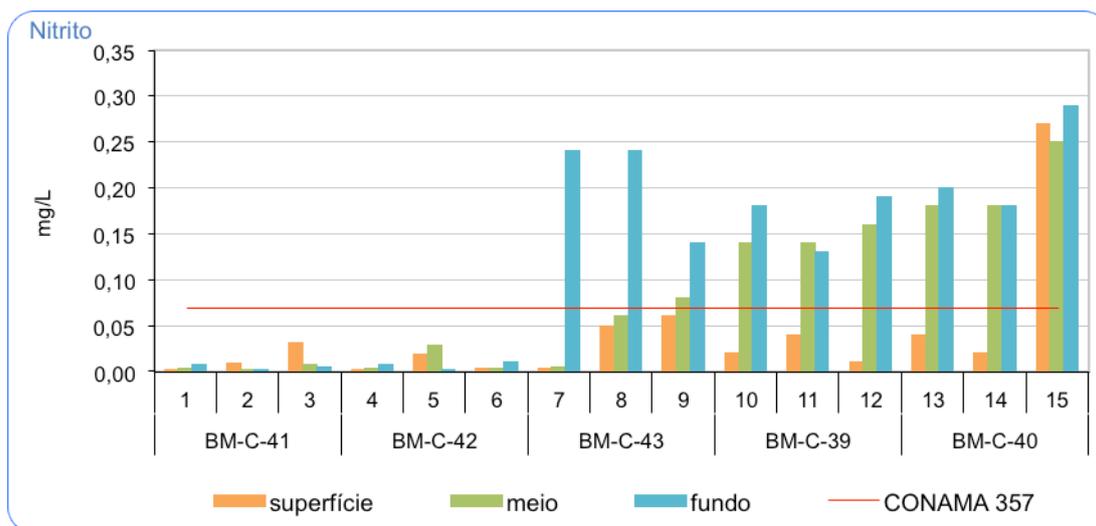


FIGURA 5.2.1.6-2 Concentrações de nitrito (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. . Linha em vermelho indica o limite máximo aceitável para esse parâmetro, segundo a Resolução CONAMA 357 (águas salinas de classe 1).

TABELA 5.2.1.6-III Concentrações de nitrato (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND – não detectado.

Nitrato				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	0,054	0,269	1,173
	2	0,934	0,228	0,200
	3	0,041	0,413	0,238
BM-C-42	4	0,148	0,256	0,506
	5	0,030	0,034	1,026
	6	0,421	0,462	0,918
BM-C-43	7	0,044	0,313	10,070
	8	1,030	2,500	6,270
	9	4,580	1,850	18,600
BM-C-39	10	1,480	1,990	2,500
	11	ND	0,190	2,800
	12	0,210	0,440	2,870
BM-C-40	13	1,040	5,480	6,640
	14	1,110	1,600	6,200



Nitrato				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
	15	1,270	2,190	6,500
	média	0,826	1,214	4,434
	baseline (OGX, 2009)	0,041	0,051	0,109

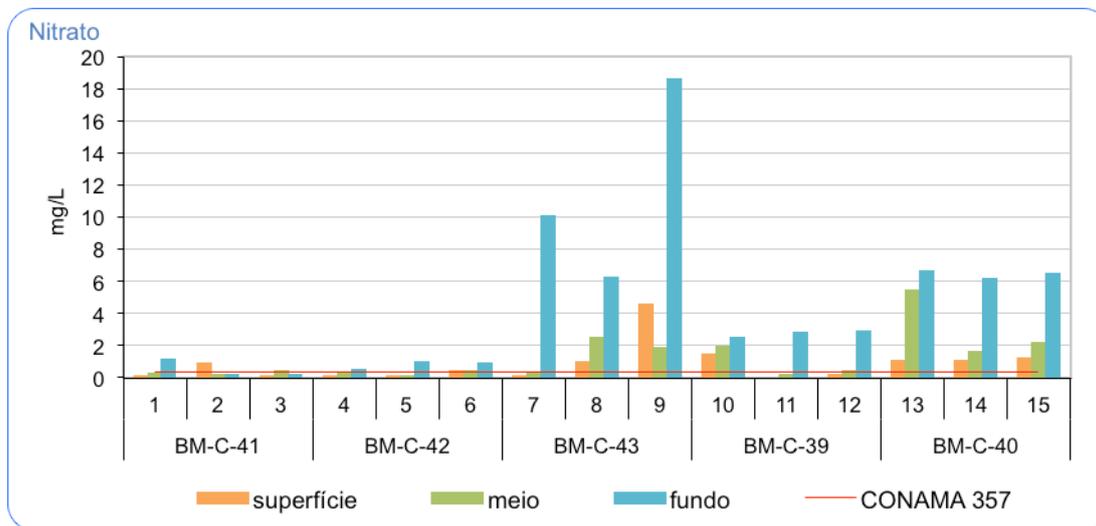


FIGURA 5.2.1.6-3 Concentrações de nitrato (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. Linha em vermelho indica o limite máximo aceitável para esse parâmetro, segundo a Resolução CONAMA 357 (águas salinas de classe 1).

As concentrações de nitrito foram bem variadas, sendo inferiores ao limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas salinas de classe 1, que é de 0,07mg/L nos blocos BM-C-41 e BM-C-42 e bem acima nos demais blocos. Este fato também foge um pouco do padrão usual ao meio marinho, uma vez que o nitrito é uma forma intermediária entre a amônia e o nitrato no ciclo do nitrogênio, e em ambientes aeróbicos tende a se oxidar a nitrato. No oceano aberto, as concentrações de nitrito geralmente são muito baixas, podendo ser observado um pequeno aumento nas águas mais próximas da costa (Aminot & Chaussepied, 1983).

No ciclo do nitrogênio, o nitrato é o principal elemento de suporte ao desenvolvimento fitoplanctônico (Niencheski, 1999). Em oceanos abertos, o nitrato geralmente é encontrado em maiores concentrações que amônia e nitrito, o que foi verificado nesta campanha de monitoramento ambiental em todas as estações. Isso ocorre porque nestes ambientes aeróbicos o nitrito tende a se oxidar a nitrato rapidamente. Sendo o mesmo padrão de concentrações mais elevadas e acima da CONAMA 357 sendo encontradas nos blocos situados mais na quebra da plataforma. Porém, os valores encontrados foram um pouco superiores aos geralmente observados por outros autores para a região sul-sudeste do Brasil (Brandini, 1990; Aidar *et al.*, 1993, Metzler *et al.*, 1997, Moser, 1997), sendo a maioria

dos valores observados superiores ao limite máximo para este nutriente, estabelecido pela resolução CONAMA Nº 357/2005, para águas salinas de classe 1, que é de 0,40mg/L.

O nutriente silicato variou de 0,15 a 4,16mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,10 a 3,52mg/L nas amostras de meio, e de 0,09 a 7,36mg/L nas amostras de fundo (Tabela 5.2.1.6-IV, Figura 5.2.1.6-4) enquanto que o fosfato apresentou uma variação de 0,015 a 0,630mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,023 a 0,480mg/L nas amostras de meio, e de 0,040 a 1,110mg/L nas amostras mais próximas ao fundo (Tabela 5.2.1.6-V, Figura 5.2.1.6-5).

TABELA 5.2.1.6-IV Concentrações de silicato (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Silicato				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	0,254	0,096	0,341
	2	0,322	0,226	0,144
	3	0,250	0,313	0,086
BM-C-42	4	0,154	0,106	0,144
	5	0,187	0,125	0,163
	6	0,149	0,221	0,163
BM-C-43	7	0,154	0,106	2,240
	8	3,040	2,480	7,360
	9	3,200	2,320	4,560
BM-C-39	10	3,440	2,800	2,880
	11	4,160	3,520	2,320
	12	1,920	2,160	1,920
BM-C-40	13	1,600	2,880	2,080
	14	1,700	1,680	2,960
	15	1,600	1,520	2,000
média		1,475	1,370	1,957
baseline (OGX, 2009)		0,037	0,046	0,098



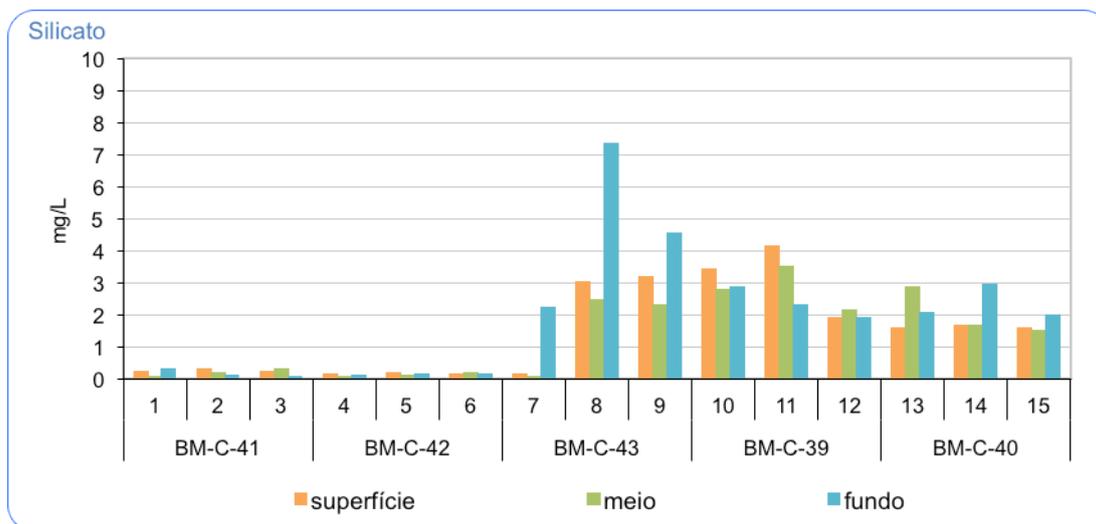


FIGURA 5.2.1.6-4 Concentrações de silicato (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

TABELA 5.2.1.6-V Concentrações de fosfato (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Fosfato				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	0,015	0,045	0,098
	2	0,098	0,023	0,040
	3	0,055	0,075	0,065
BM-C-42	4	0,075	0,110	0,098
	5	0,023	0,035	0,116
	6	0,085	0,118	0,156
BM-C-43	7	0,063	0,025	0,630
	8	0,630	0,240	0,610
	9	0,610	0,260	1,110
BM-C-39	10	0,260	0,450	0,610
	11	0,340	0,480	0,610
	12	0,290	0,450	0,530
BM-C-40	13	0,260	0,480	0,660
	14	0,240	0,340	0,610
	15	0,400	0,370	0,610
média		0,230	0,233	0,437
baseline (OGX, 2009)		0,007	0,010	0,063

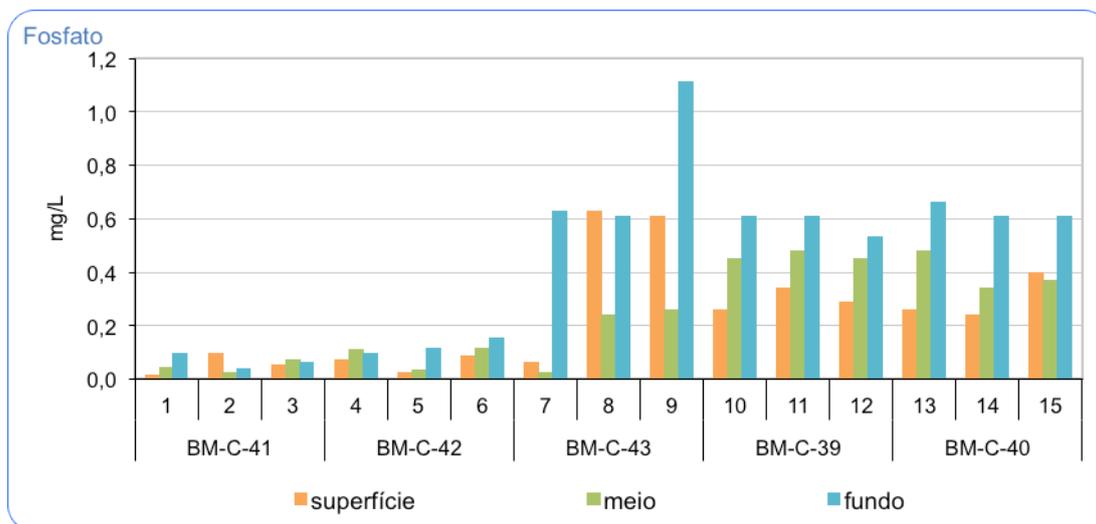


FIGURA 5.2.1.6-5 Concentrações de fosfato (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

O fosfato e o silicato possuem suas principais fontes de origem nos continentes e nos sedimentos de fundo e, em oceanos abertos, se mantêm graças à ciclagem de nutrientes pela decomposição de biomassa (Soares-Gomes, 2002). Porém, diferentemente do silicato, o fosfato é mais rapidamente absorvido pelos produtores primários, o que quase sempre ocasiona baixas concentrações deste íon em águas superficiais. No sedimento, o processo de regeneração do íon fosfato é muito intenso e, dependendo da profundidade, movimentos advectivos podem disponibilizar este fosfato para a coluna d'água, o que explica as maiores concentrações nas amostras de fundo. Da mesma forma, existe uma tendência de aumento do silicato em direção ao fundo, o que efetivamente ocorreu nas amostras obtidas nesta campanha. Esta estratificação com maiores concentrações de fosfato e silicato próximo ao fundo indicam a influência da ACAS (Água Central do Atlântico Sul) neste estrato.

O mesmo padrão observado para os outros nutrientes analisados foi encontrado para o fosfato e silicato, com maiores concentrações nos blocos BM-C-39, BM-C-40 e BM-C-43.

O fósforo total apresentou concentrações de 0,006 a 0,038mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,010 a 0,046mg/L nas amostras de meio, e de 0,016 a 0,054mg/L nas amostras de fundo (Tabela 5.2.1.6-VI, Figura 5.2.1.6-6).



TABELA 5.2.1.6-VI Concentrações de fósforo total (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Fósforo total				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	0,006	0,016	0,034
	2	0,038	0,011	0,016
	3	0,019	0,025	0,023
BM-C-42	4	0,026	0,041	0,035
	5	0,013	0,013	0,041
	6	0,032	0,046	0,054
BM-C-43	7	0,027	0,011	0,025
	8	0,022	0,010	0,023
	9	0,027	0,011	0,046
BM-C-39	10	0,013	0,017	0,021
	11	0,012	0,016	0,023
	12	0,011	0,016	0,019
BM-C-40	13	0,012	0,017	0,025
	14	0,014	0,016	0,022
	15	0,019	0,013	0,022
média		0,019	0,019	0,029
baseline (OGX, 2009)		0,010	0,015	0,068

O fósforo total é o somatório de todas as formas de fósforo (dissolvido e particulado) presentes na água. Para o fósforo total, os valores encontrados estão em consonância com os valores observados por outros autores para a região sul-sudeste do Brasil, sendo que todas as concentrações observadas nas amostras analisadas foram inferiores ao máximo estabelecido pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas salinas de classe 1, que é de 0,062mg/L. Segundo Valiella (1984), os processos de regeneração do íon fosfato através da remineralização do fosfato orgânico dissolvido e da excreção do zooplâncton, bem como os processos de sua absorção pelo fitoplâncton são muito rápidos. Desta forma, o fosfato dissolvido seria convertido rapidamente e principalmente para a forma particulada, o que em águas oligotróficas pode ocorrer na grandeza de minutos.

O fósforo total foi o único nutriente que não apresentou o padrão de concentrações bem mais elevadas nos blocos situados mais na quebra da plataforma, apresentando apenas pequenas variações em suas concentrações ao longo dos blocos (Figura 5.2.1.6-6).

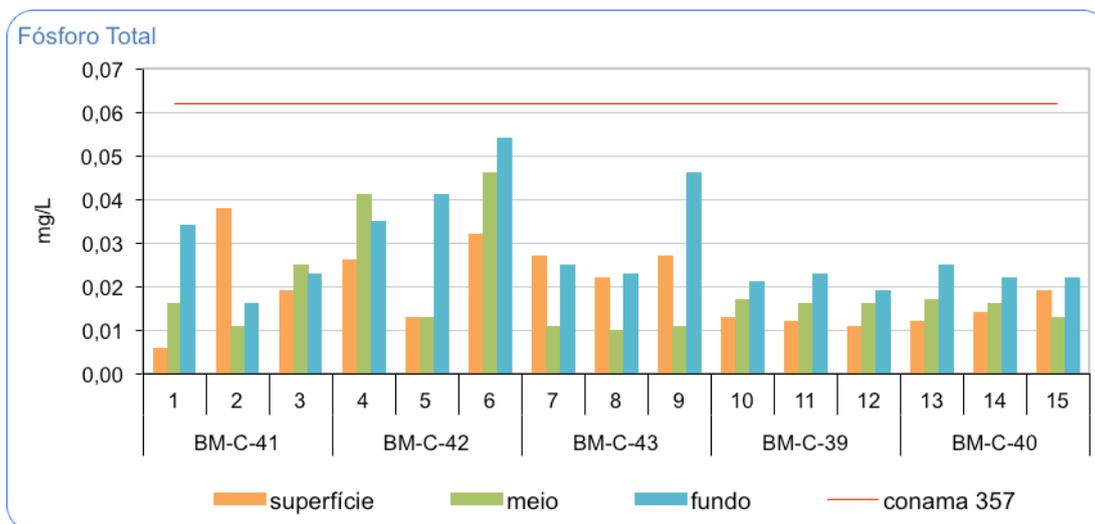


FIGURA 5.2.1.6-6 Concentrações de fósforo total (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. Linha em vermelho indica o limite máximo aceitável para esse parâmetro, segundo a Resolução CONAMA 357 (águas salinas de classe 1).

A tendência observada de valores mais elevados de nutrientes próximo ao fundo podem estar relacionados a presença da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Nogueira *et al.* (1999) encontraram maiores concentrações de nutrientes na plataforma sudeste, sugerindo a influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) aflorando e disponibilizando assim maiores concentrações de nutrientes para a coluna d'água. A ocorrência de diferentes massas de água é corroborada pelos dados oceanográficos coletados durante esta campanha, onde se observa a existência de uma camada de água superficial mais homogênea (AT), uma termoclina bem definida e a presença de ACAS na maioria das estações, explicando assim a estratificação observada das concentrações dos nutrientes e as condições superficiais basicamente oligotróficas.

Outro fator digno de nota foi a variação espacial observada, com elevadas concentrações de nutrientes em alguns blocos (BM-C-39, BM-C-40 e BM-C-43) situados em áreas mais próxima da quebra da plataforma e áreas mais profundas, onde o relevo de fundo apresentava-se mais complexo. Tal fato não tinha sido observado durante a campanha de baseline realizada em 2008 (OGX, 2009) e indica provavelmente que características oceanográficas locais como o hidrodinamismo e/ou aporte de águas profundas ricas em nutrientes durante o período de realização da presente campanha, tenham contribuído para os resultados atualmente encontrados.



### 5.2.1.7. Metais Totais

A análise química da composição mineral da água do mar torna-se relevante, uma vez que a contribuição de alguns metais na água, por exemplo níquel e vanádio, pode ser usada como indicadora de contaminação por descarte de petróleo. Além disso, o metal bário pode ser usado como indicador de vazamentos de água de produção ou mesmo de contaminação pelo descarte de lama de perfuração. Assim, um rigoroso levantamento desses, além de outros metais, subsidia comparações futuras, servido de *background* para distinguir possíveis alterações em virtude das atividades de E&P que serão realizadas.

Na campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos, os metais (Al, Ba, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mg, Ni, V, Zn, Hg) foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, no estrato do meio e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto (Tabela 5.2.1.7-I).

Dentre os metais analisados, apenas o zinco foi detectado em algumas estações considerando os três estratos amostrados. Para este metal foi observada uma variação de não detectado a 0,031mg/L nas amostras de sub-superfície, de não detectado a 0,032mg/L no meio da coluna d'água e de não detectado a 0,031mg/L nas amostras de fundo (Tabela 5.2.1.7-I).

TABELA 5.2.1.7-I Concentrações de metais totais (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Metais (mg/L)															
estrato	bloco	estação	Al	Ba	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mg	Ni	V	Zn	Hg	
superfície	BM-C-41	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND							
		2	ND	ND	ND	ND	ND	ND							
		3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
	BM-C-42	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
		5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
		6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
	BM-C-43	7	ND	ND	ND	ND	ND	0,026	ND						
		8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
		9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
	BM-C-39	10	ND	ND	ND	ND	ND	0,031	ND						
		11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
		12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
	BM-C-40	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
		14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
		15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
	baseline		ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,042	ND	ND	ND	0,65	ND	

Metais (mg/L)															
estrato	bloco	estação	Al	Ba	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mg	Ni	V	Zn	Hg	
meio	BM-C-41	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
		2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
		3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-42	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-43	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,026	ND
		8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,023	ND
		9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,032	ND
	BM-C-39	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,029	ND
		11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-40	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
baseline			0,045	ND	ND	ND	ND	ND	0,046	ND	ND	ND	0,058	ND	
fundo	BM-C-41	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
		2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
		3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	BM-C-42	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,026	ND
	BM-C-43	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,024	ND
	BM-C-39	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,031	ND
		11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-40	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
baseline			0,048	ND	ND	ND	ND	ND	0,058	ND	ND	ND	0,056	ND	

As concentrações dos diferentes metais quantificados nas amostras de água foram baixas e, em sua maioria não detectados e são características de águas oceânicas. Incluindo o zinco, todos os metais analisados apresentaram valores inferiores aos limites máximos estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas de classe 1 e devem refletir as concentrações usuais de background da região onde os blocos estão situados. Além disso, as concentrações encontradas estão em consonância com os resultados encontrados anteriormente no estudo de baseline realizado em 2008 (OGX, 2009).



#### 5.2.1.8. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP), n-alcanos e MCNR

Hidrocarbonetos são os constituintes majoritários do petróleo e, por essa razão, são considerados contaminantes potenciais em áreas de exploração e produção, assim como em áreas de tratamento, transporte e transferência do óleo. Os hidrocarbonetos do petróleo compreendem os n-alcanos, os isoalcanos, os cicloalcanos e os aromáticos. Dentre os compostos aromáticos, a maioria é formada por monoaromáticos: benzeno, tolueno e outros alquilbenzenos (UNEP, 1991). Petróleo também contém uma mistura complexa de alcanos ramificados e cíclicos, que normalmente não são encontrados em organismos. Essa mistura complexa não é separada cromatograficamente e, portanto, é denominada mistura complexa não resolvida (MCNR). A presença e a quantidade de MCNR em amostras ambientais podem indicar a contaminação por petróleo (Kennicutt II, 1995; Elias, 2000).

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

Embora os hidrocarbonetos estejam largamente espalhados nos ambientes marinho e terrestre, por aportes de várias fontes, há algumas maneiras de se reconhecer e diferenciar os de origem petrogênica (que podem ser de origem natural e antropogênica) e os de origem biogênica (Elias, 2000).

Os hidrocarbonetos lineares (n-alcanos) sintetizados por organismos marinhos (plâncton) e terrestres incluem uma série de alcanos lineares com número ímpar entre 15 e 33 átomos de carbono, embora em alguns casos n-alcanos com número par de carbonos também já tenham sido observados (Elias *et al.*, 1997). Os de origem planctônica são constituídos principalmente de n-C<sub>15</sub>, n-C<sub>17</sub>, n-C<sub>19</sub> e pristano, enquanto os de origem de plantas terrestres apresentam predominantemente os n-alcanos com número ímpar de carbono como o n-C<sub>25</sub>, n-C<sub>27</sub>, n-C<sub>29</sub> e n-C<sub>31</sub> (Elias *et al.*, 1997; Elias *et al.*, 2000). No petróleo não há preferência de n-alcanos ímpares ou pares, havendo uma distribuição equilibrada destes alcanos (Brassel *et al.*, 1978; Philip, 1985; Boehm & Requejo, 1986; Kennicutt II, 1995; Phillips, 1995; Elias *et al.*, 1997).

Na campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, os n-alcanos, a mistura complexa não resolvida (MCNR) e os hidrocarbonetos totais (HTP) foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-

superfície, no estrato do meio e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto (Tabela 5.2.1.8-I).

As análises realizadas não detectaram a presença de n-alcanos, mistura complexa não resolvida (MCNR) ou hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) em nenhuma das amostras de água coletadas, sendo o mesmo padrão observado anteriormente na área durante a realização do baseline (OGX, 2009).

TABELA 5.2.1.8-I Concentrações de n-alcanos ( $\mu\text{g/L}$ ), de mistura complexa não resolvida (MCNR;  $\mu\text{g/L}$ ) e hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP;  $\mu\text{g/L}$ ) na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

HTP ( $\mu\text{g/L}$ )					
estrato	bloco	estação	n-Alcanos	MCNR	HTP total
superfície	BM-C-41	1	ND	ND	ND
		2	ND	ND	ND
		3	ND	ND	ND
	BM-C-42	4	ND	ND	ND
		5	ND	ND	ND
		6	ND	ND	ND
	BM-C-43	7	ND	ND	ND
		8	ND	ND	ND
		9	ND	ND	ND
	BM-C-39	10	ND	ND	ND
		11	ND	ND	ND
		12	ND	ND	ND
	BM-C-40	13	ND	ND	ND
		14	ND	ND	ND
		15	ND	ND	ND
baseline			ND	ND	ND
meio	BM-C-41	1	ND	ND	ND
		2	ND	ND	ND
		3	ND	ND	ND
	BM-C-42	4	ND	ND	ND
		5	ND	ND	ND
		6	ND	ND	ND
	BM-C-43	7	ND	ND	ND
		8	ND	ND	ND
		9	ND	ND	ND
	BM-C-39	10	ND	ND	ND
		11	ND	ND	ND
		12	ND	ND	ND
	BM-C-40	13	ND	ND	ND
		14	ND	ND	ND
		15	ND	ND	ND
baseline			ND	ND	ND
fundo	BM-C-41	1	ND	ND	ND
		2	ND	ND	ND
		3	ND	ND	ND
	BM-C-42	4	ND	ND	ND



HTP ( $\mu\text{g/L}$ )						
estrato	bloco	estação	n-Alcanos	MCNR	HTP total	
		5	ND	ND	ND	
		6	ND	ND	ND	
	BM-C-43	7	ND	ND	ND	
		8	ND	ND	ND	
		9	ND	ND	ND	
	BM-C-39	10	ND	ND	ND	
		11	ND	ND	ND	
		12	ND	ND	ND	
	BM-C-40	13	ND	ND	ND	
		14	ND	ND	ND	
		15	ND	ND	ND	
	baseline			ND	ND	ND

### 5.2.1.9. Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA)

Os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) são considerados parâmetros muito importantes devido ao impacto ambiental e a toxicidade elevada. A distribuição de HPAs alquilados vem sendo reportada em estudos como indicadores do destino do óleo no meio ambiente e como marcador da fonte do derrame, ou do óleo contido nos sedimentos (Wang & Fingas, 1997).

Durante o presente monitoramento, os 16 hidrocarbonetos poliaromáticos foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, no estrato do meio e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto (Tabela 5.2.1.9-I).

Considerando os 16 HPAs prioritários, as análises realizadas detectaram a presença de naftaleno em apenas duas amostras analisadas, com um máximo de  $3,04\mu\text{g/L}$  na estação 14. Em todas as outras amostras analisadas, nenhum outro composto foi detectado. Deve-se, no entanto ressaltar que o naftaleno é derivado principalmente de atividades antropogênicas, em especial relacionadas ao aporte de petróleo no ambiente, porém provavelmente como não existiu um padrão espacial claro de sua distribuição no ambiente, não podemos relacionar diretamente com as atividades perfuratórias realizadas nos blocos. Porém, o monitoramento temporal deve ser prolongado para podermos acompanhar a evolução da concentração desse composto no ambiente ao longo do tempo, e esclarecer se existe relação com as atividades perfuratórias que já tinham sido iniciadas nos blocos até o momento da presente coleta.

Durante a realização do baseline em 2008 (OGX, 2009) nenhuma concentração de HPAs tinha sido detectada (Tabela 5.2.1.9-I).

TABELA 5.2.1.9-I Concentrações dos 16 Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA) prioritários ( $\mu\text{g/L} = \text{ppb}$ ) nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Baía de Campos. ND-não detectado.

HPA ( $\mu\text{g/L}$ )																				
estrato	bloco	estação	Naftaleno	Acenafileno	Acenafeno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Fluoranteno	Pireno	Benzo(a)antraceno	Criseno	Benzo(b)fluoranteno	Benzo(k)fluoranteno	Benzo(a)pireno	Indeno(1,2,3-cd)pireno	Dibenzo(a,h)antraceno	Benzo(g,h,i)perileno	16-HPA	
																				superfície
superfície	BM-C-41	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2	
		2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
	BM-C-42	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
	BM-C-43	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
	BM-C-39	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
	BM-C-40	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
baseline		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
meio	BM-C-41	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
	BM-C-42	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
	BM-C-43	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
	BM-C-39	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
	BM-C-40	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		14	3,04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
baseline		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
fundo	BM-C-41	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
	BM-C-42	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
	BM-C-43	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2



HPA (µg/L)																			
estrateiro	bloco	estação	Compostos																
			Naftaleno	Acenafileno	Acenafteno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Fluoranteno	Pireno	Benzo(a)antraceno	Criseno	Benzo(b)fluoranteno	Benzo(k)fluoranteno	Benzo(a)pireno	Indeno(1,2,3-cd)pireno	Dibenzo(a,h)antraceno	Benzo(g,h,i)perileno	16-HPA
BM-C-39	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2	
	11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2	
	12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2	
	BM-C-40	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
		15	2,64	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,2
baseline	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	

### 5.2.1.10. BTEX (benzeno, tolueno, etileno e xileno)

Assim como os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA), os compostos BTEX são considerados parâmetros muito importantes devido a toxicidade elevada e ao potencial impacto ambiental. Os *fingerprints* de distribuição de compostos BTEX e alquil-benzenos podem ser usados para identificação de diferentes tipos de óleo e os compostos aromáticos têm se mostrado bastante úteis para análises de resíduos de óleo.

Os compostos Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e isômeros dos Xilenos (BTEX) estão entre os compostos orgânicos mais voláteis e mais tóxicos presentes na gasolina. Dentre os quatro compostos, o benzeno é o mais volátil e o mais perigoso. Trata-se de uma substância comprovadamente carcinogênica. O etilbenzeno e o tolueno, quando inalados, são rapidamente absorvidos pelas vias respiratórias, enquanto os isômeros do xileno afetam o cérebro. Devido a esses problemas, é muito importante a avaliação e monitoramento desses compostos em amostras de águas marinhas, de classe 1, ou não.

Na campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, os compostos BTEX foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, no estrato do meio e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto.

As análises realizadas não detectaram a presença de nenhum dos compostos BTEX, em nenhuma das amostras de água coletadas, sendo de 0,900µg/L o limite de detecção do método de análise de para cada composto (Tabela 5.2.1.10-I). Portanto, todas as concentrações analisadas situaram-se abaixo dos limites estabelecidos para esses compostos pela resolução CONAMA 357 (águas salinas de classe 1).

TABELA 5.2.1.10-I Concentrações de BTEX ( $\mu\text{g/L}$ = ppb coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

BTEX ( $\mu\text{g/L}$ )							
estrato	bloco	estação	Benzeno	Tolueno	Etilbenzeno	m,p-Xilenos	o-Xileno
superfície	BM-C-41	1	ND	ND	ND	ND	ND
		2	ND	ND	ND	ND	ND
		3	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-42	4	ND	ND	ND	ND	ND
		5	ND	ND	ND	ND	ND
		6	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-43	7	ND	ND	ND	ND	ND
		8	ND	ND	ND	ND	ND
		9	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-39	10	ND	ND	ND	ND	ND
		11	ND	ND	ND	ND	ND
		12	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-40	13	ND	ND	ND	ND	ND
		14	ND	ND	ND	ND	ND
		15	ND	ND	ND	ND	ND
baseline			ND	ND	ND	ND	ND
meio	BM-C-41	1	ND	ND	ND	ND	ND
		2	ND	ND	ND	ND	ND
		3	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-42	4	ND	ND	ND	ND	ND
		5	ND	ND	ND	ND	ND
		6	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-43	7	ND	ND	ND	ND	ND
		8	ND	ND	ND	ND	ND
		9	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-39	10	ND	ND	ND	ND	ND
		11	ND	ND	ND	ND	ND
		12	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-40	13	ND	ND	ND	ND	ND
		14	ND	ND	ND	ND	ND
		15	ND	ND	ND	ND	ND
baseline			ND	ND	ND	ND	ND
fundo	BM-C-41	1	ND	ND	ND	ND	ND
		2	ND	ND	ND	ND	ND
		3	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-42	4	ND	ND	ND	ND	ND
		5	ND	ND	ND	ND	ND
		6	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-43	7	ND	ND	ND	ND	ND
		8	ND	ND	ND	ND	ND
		9	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-39	10	ND	ND	ND	ND	ND
		11	ND	ND	ND	ND	ND
		12	ND	ND	ND	ND	ND
	BM-C-40	13	ND	ND	ND	ND	ND
		14	ND	ND	ND	ND	ND
		15	ND	ND	ND	ND	ND
baseline			ND	ND	ND	ND	ND



### 5.2.1.11. Fenóis

Os principais componentes de matéria orgânica encontrados na água são proteínas, aminoácidos, carboidratos, gorduras, além de uréia, surfactantes e fenóis. Os fenóis são compostos orgânicos que contêm um grupo hidróxi (-OH) ligado diretamente a um átomo de carbono num anel de benzeno. Ao contrário dos álcoois normais, os fenóis são ácidos devido à influência dos anéis aromáticos. Os fenóis constituem uma categoria de compostos que têm ação bactericida.

Na atual campanha de monitoramento ambiental, as concentrações de fenóis presentes na água foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, no estrato do meio e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto (Tabela IV.2.1.11-I).

Não foram detectadas a presença desses compostos nas amostras de água analisadas durante o presente monitoramento. Todas as concentrações de fenóis observadas se encontraram portanto bem abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005/2005, para águas de classe 1, que é de 60µg/L (Tabela 5.2.1.11-I).

TABELA 5.2.1.11-I Concentrações de fenóis (µg/L= ppb) nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Fenóis (µg/L)				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-41	1	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
	3	ND	ND	ND
BM-C-42	4	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND
	6	ND	ND	ND
BM-C-43	7	ND	ND	ND
	8	ND	ND	ND
	9	ND	ND	ND
BM-C-39	10	ND	ND	ND
	11	ND	ND	ND
	12	ND	ND	ND
BM-C-40	13	ND	ND	ND
	14	ND	ND	ND
	15	ND	ND	ND
baseline (OGX, 2009)		1,36	1,92	2,63

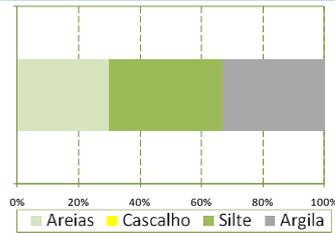
## 5.2.2. SEDIMENTO

### 5.2.2.1. Perfil de Oxigênio

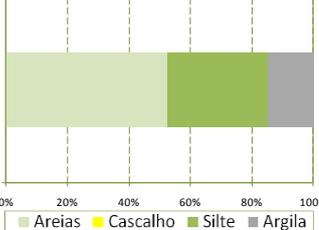
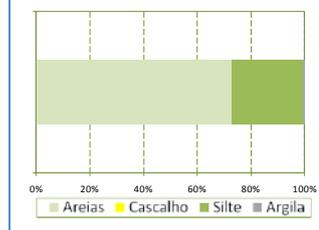
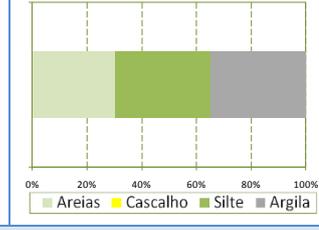
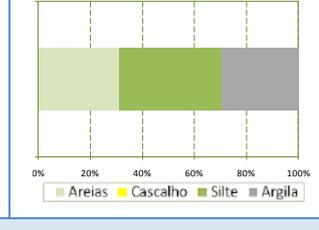
No projeto de monitoramento ambiental realizado na Bacia de Campos em março de 2011, não foi observado nenhuma variação expressiva no perfil de oxigênio analisado no sedimento das estações analisadas nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43. Isso era esperado, uma vez que provavelmente devido ao tipo de sedimento encontrado, predominantemente composto por silte e areia, nenhuma camada anóxica pôde ser observada nos estratos de sedimento analisados. Geralmente, em sedimentos que apresentam uma composição granulométrica onde existe uma contribuição significativa de areia, cascalhos ou fragmentos de conchas ou biodetritos, existe uma distribuição maior do oxigênio pelas camadas mais profundas, evitando assim o surgimento de uma camada redutora logo abaixo da camada superficial do sedimento. De forma contrária, em sedimentos mais argilosos, uniformes e compactos a camada redutora pode ser encontrada logo após a camada superficial do sedimento, em profundidades, muitas vezes, de apenas poucos centímetros.

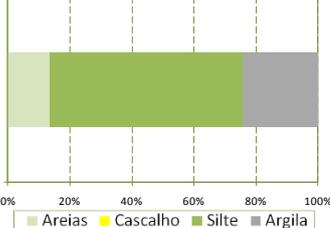
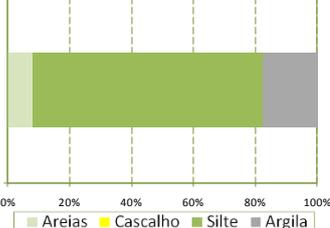
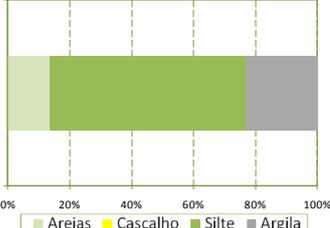
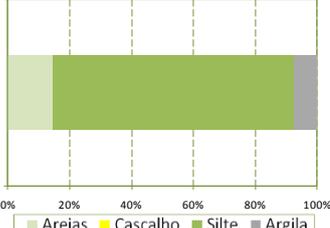
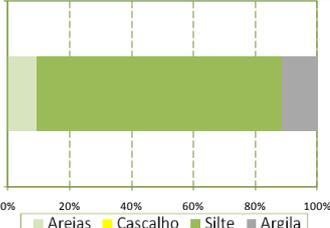
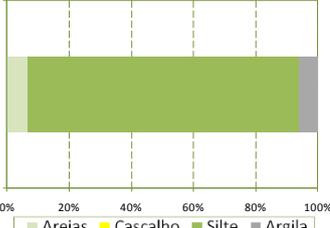
A Tabela 5.2.2.1-I apresenta as fotografias dos perfis do sedimento de uma das três réplicas de cada estação, sua composição granulométrica e a Classificação Textural de Folk.

TABELA 5.2.2.1-I Apresentação fotográfica do perfil sedimentar de uma das três réplicas da estação, sua composição granulométrica (%) e a Classificação Textural de Folk das amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

sedimento (box-core)	perfil	composição	Classificação Textural de Folk
estação 1			
			lama arenosa
estação 2			
			silte arenoso
estação 3			



			areia siltosa
estação 4			
			areia siltosa
estação 5			
			areia argilosa
estação 6			
			lama arenosa
estação 7			
			silte arenosa
estação 8			
			lama arenosa
estação 9			
			areia siltosa

estação 10			
			silte arenoso
estação 11			
			silte
estação 12			
			silte arenoso
estação 13			
			silte arenoso
estação 14			
			silte
estação 15			
			silte



### 5.2.2.2. Granulometria e Carbonatos

A análise granulométrica do sedimento na campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos, revelou a predominância das frações mais finas do sedimento nas estações analisadas, com um predomínio do silte em quase todas as estações, misturado com argila e areia (Tabela 5.2.2.2-I). O percentual de silte variou de 4,46% (estação 5) a 87,48% (estação 15), seguida pela areia total e argila que apresentaram contribuições entre 6,50% (estação 15) e 83,07% (estação 5) para a areia e entre 0,20% (estação 2) e 17,98% (estação 3) para a argila (Figura 5.2.2.2-1).

As amostras coletadas apresentaram uma classificação textural variável, dependendo da localização do bloco variando de silte a areia argilosa, sendo as amostras predominantemente pobremente ou moderadamente selecionadas e com assimetria positiva (Tabela 5.2.2.2-II).

Comparando-se espacialmente a composição granulométrica do sedimento amostrado nas estações podemos observar que de maneira geral, houve uma variação expressiva das frações encontradas entre as estações, apesar da dominância do silte, variações essas associadas provavelmente à localização dos blocos na região estudada.

TABELA 5.2.2.2-I Composição granulométrica (%) das amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Composição granulométrica									
bloco	estação	cascalho (%)	areia muito grossa (%)	areia grossa (%)	areia média (%)	areia fina (%)	areia muito fina (%)	silte (%)	argila (%)
BM-C-41	1	ND	ND	0,26	2,70	3,75	23,35	36,98	32,97
	2	ND	ND	0,67	1,89	3,86	19,11	74,27	0,20
	3	ND	0,46	0,53	17,98	8,06	25,71	32,39	14,87
BM-C-42	4	ND	ND	0,11	0,72	4,61	67,36	26,71	0,49
	5	ND	ND	0,24	0,44	23,56	58,83	4,46	12,48
	6	ND	ND	0,23	2,49	7,04	20,34	35,22	34,70
BM-C-43	7	ND	ND	0,15	0,41	4,56	15,47	70,44	8,97
	8	ND	ND	0,67	2,13	5,05	23,31	39,25	29,59
	9	ND	ND	0,06	1,09	3,87	70,54	19,14	5,30
BM-C-39	10	ND	ND	0,07	0,25	1,28	11,94	62,21	24,24
	11	ND	ND	0,17	0,20	4,03	3,66	74,12	17,82
	12	ND	ND	0,04	0,27	6,18	6,87	63,68	22,96
BM-C-40	13	ND	ND	0,16	0,30	1,15	12,80	78,18	7,41
	14	ND	ND	0,27	0,32	1,27	7,66	78,84	11,64
	15	ND	ND	0,07	0,22	1,91	4,3	87,48	6,03
baseline (OGX, 2009)		ND a 38,0	0,19 a 25,97	0,41 a 23,11	2,07 a 45,70	3,87 a 34,24	1,63 a 59,79	0,59 a 21,34	0,32 a 11,35

TABELA 5.2.2.2-II Classificação textural das amostras de sedimento coletadas nas estações nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Baía de Campos.

Classificação textural do sedimento						
bloco	estação	média	classificação textural de Folk	selecionamento	curtose	assimetria
BM-C-41	1	silte	lama arenosa	pobrememente selecionada	leptocúrtica	assimetria muito positiva
	2	silte	silte arenoso	moderadamente selecionada	leptocúrtica	assimetria muito positiva
	3	areia muito fina	areia siltosa	pobrememente selecionada	leptocúrtica	aproximadamente simétrica
BM-C-42	4	areia muito fina	areia siltosa	moderadamente selecionada	mesocúrtica	assimetria positiva
	5	areia muito fina	areia argilosa	pobrememente selecionada	muito leptocúrtica	assimetria positiva
	6	silte	lama arenosa	pobrememente selecionada	mesocúrtica	assimetria muito positiva
BM-C-43	7	silte	silte arenoso	moderadamente selecionada	muito leptocúrtica	aproximadamente simétrica
	8	silte	lama arenosa	pobrememente selecionada	leptocúrtica	assimetria muito positiva
	9	areia muito fina	areia siltosa	moderadamente selecionada	leptocúrtica	assimetria muito positiva
BM-C-39	10	silte	silte arenoso	pobrememente selecionada	muito leptocúrtica	assimetria muito positiva
	11	silte	silte	pobrememente selecionada	muito leptocúrtica	assimetria muito positiva
	12	silte	silte arenoso	pobrememente selecionada	muito leptocúrtica	assimetria muito positiva
BM-C-40	13	silte	silte arenoso	moderadamente selecionada	muito leptocúrtica	assimetria positiva
	14	silte	silte	moderadamente selecionada	muito leptocúrtica	assimetria positiva
	15	silte	silte	moderadamente selecionada	leptocúrtica	aproximadamente simétrica

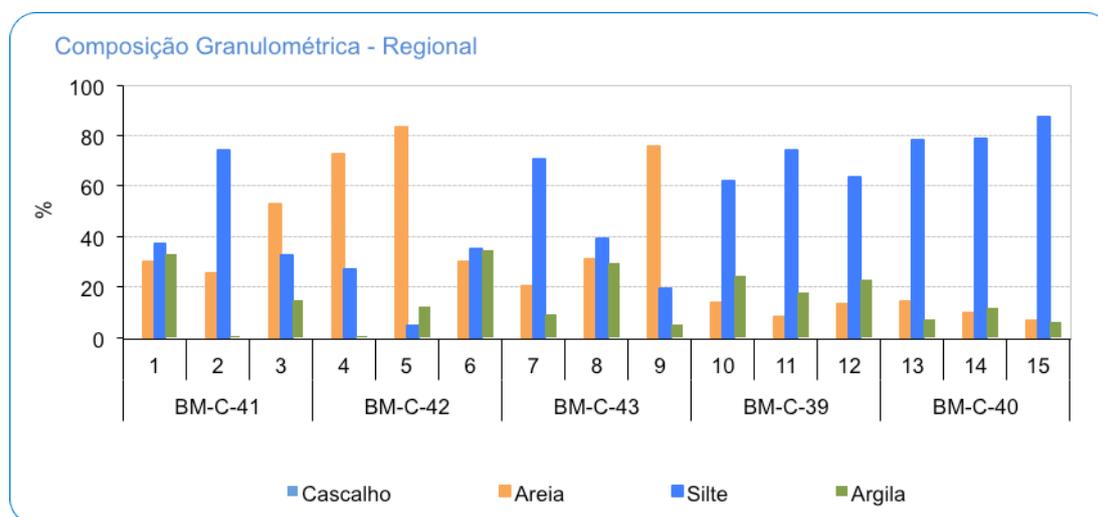


FIGURA 5.2.2.2-1 Composição granulométrica das amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Baía de Campos.

Os carbonatos apresentaram uma representatividade média de 16,95% no sedimento das amostras analisadas na Baía de Campos, com um máximo de 40,86% na estação 5 (Tabela 5.2.2.2-III, Figura 5.2.2.2-2).



TABELA 5.2.2.2-III Composição carbonática (%) das amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Composição carbonática		
bloco	estação	carbonatos (%)
BM-C-41	1	13,86
	2	14,46
	3	32,33
BM-C-42	4	25,39
	5	40,86
	6	25,22
BM-C-43	7	10,46
	8	15,93
	9	11,21
BM-C-39	10	10,43
	11	9,55
	12	9,30
BM-C-40	13	12,53
	14	13,96
	15	8,79
baseline (OGX, 2009)		23,41 a 93,30

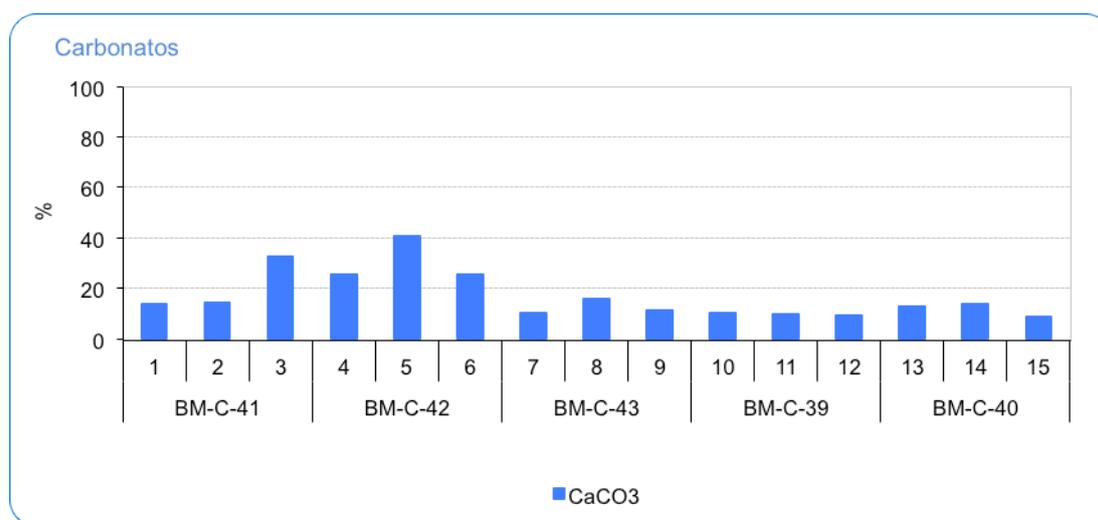


FIGURA 5.2.2.2-2 Composição carbonática das amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Especialmente, para a composição granulométrica, pode ser distinguido um discreto padrão entre as características do sedimento das estações situadas nas áreas mais rasas e profundas como o esperado. Esta diferença entre áreas também pode ser observada na classificação textural, na qual, as amostras das estações situadas mais nos blocos mais próximos da quebra da plataforma foram caracterizadas como silte, enquanto as amostras das estações situadas mais propriamente na plataforma foram caracterizadas por sedimentos um pouco mais arenosos.

Do ponto de vista temporal, comparando-se os resultados de granulometria com os encontrados na campanha anterior de baseline observa-se que as características granulométricas dos sedimentos encontrados na área amostral variaram entre as campanhas, onde o percentual das frações mais finas foram predominantes na presente campanha. Essas variações temporais podem ser esperadas quando existem coletas pontuais de sedimento, uma vez que nenhuma diferença espacial expressiva pôde ser observada. Ademais, como esse acréscimo de frações mais finas ocorreu em todas as estações, provavelmente não deve estar relacionado com qualquer das atividades realizadas na região onde os blocos se situam.

Quando analisamos temporalmente (entre as campanhas) os resultados de carbonatos podemos perceber que os percentuais de carbonatos obtidos na campanha atual de monitoramento tenderam a ser menores do que os observados durante o baseline (OGX, 2009). Porém como, não foi possível distinguir um padrão espacial claro na representatividade dos carbonatos nas diferentes estações, essa variação temporal na composição carbonática do sedimento não pôde ser relacionada com as atividades de E&P realizadas na área e pode ser considerada normal num ambiente marinho, onde muitas vezes o sedimento apresenta-se com um mosaico sedimentar.

### **5.2.2.3. Matéria Orgânica Total, Carbono Total, Nitrogênio e Fósforo**

A matéria orgânica presente no sedimento é composta por uma mistura de diferentes classes de materiais, que possuem uma vida média no sedimento, que pode variar de segundos a milhares de anos. Desta maneira, o tempo de residência destas diferentes frações que compõem a matéria orgânica no sedimento é dependente da qualidade de matéria que se deposita no substrato (Soertaert *et al.*, 1996). Vários estudos atestam que a qualidade e o tipo de matéria orgânica disponível no sedimento são de suma importância na estruturação das comunidades bentônicas (Fabiano & Danovaro, 1999), bem como para as estratégias tróficas dominantes em um determinado ambiente.

O percentual de matéria orgânica total (MOT) no sedimento variou de 5,15 a 13,15%, enquanto que o carbono total (CT) variou de 2,99 a 8,41% (Tabela 5.2.2.3-I, Figura 5.2.2.3-1). Para o nitrogênio Kjeldahl os valores observados entre as estações variaram de 0,06 a 0,15%, e para o fósforo variaram de 0,046 a 0,073% (Tabela 5.2.2.3-I, Figura 5.2.2.3-2).



TABELA 5.2.2.3-I Percentuais de matéria orgânica total (MOT), carbono total (CT), nitrogênio total (N-total) e fósforo total (PT) nas amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Matéria orgânica total, carbono total, nitrogênio e fósforo					
bloco	estação	MOT (%)	CT (%)	N-total	PT (%)
BM-C-41	1	6,36	3,69	0,08	0,059
	2	8,79	5,22	0,15	0,069
	3	6,79	3,94	0,09	0,064
BM-C-42	4	7,17	4,16	0,11	0,056
	5	6,79	3,94	0,08	0,073
	6	13,15	8,41	0,06	0,051
BM-C-43	7	9,72	5,64	0,11	0,072
	8	11,12	6,70	0,11	0,058
	9	5,15	2,99	0,10	0,049
BM-C-39	10	9,64	5,65	0,11	0,050
	11	10,71	6,39	0,11	0,046
	12	9,02	5,32	0,11	0,052
BM-C-40	13	9,79	5,79	0,09	0,050
	14	10,19	6,09	0,13	0,053
	15	10,300	6,27	0,13	0,046
baseline (OGX, 2009)		3,44 a 16,12	2,33 a 9,15	0,067 a 0,168	0,023 a 0,066

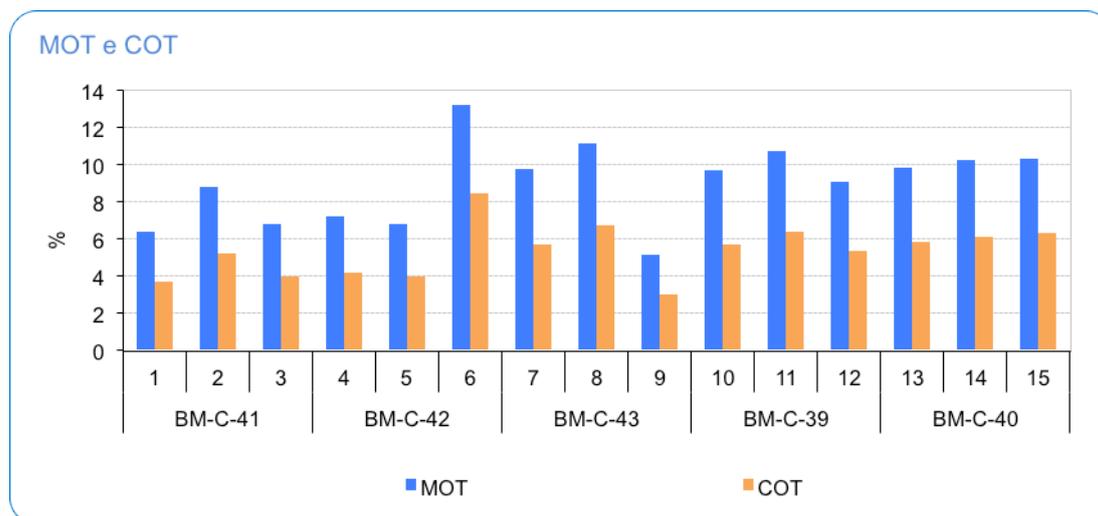


FIGURA 5.2.2.3-1 Matéria orgânica total e carbono total (%) no sedimento coletado nas amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

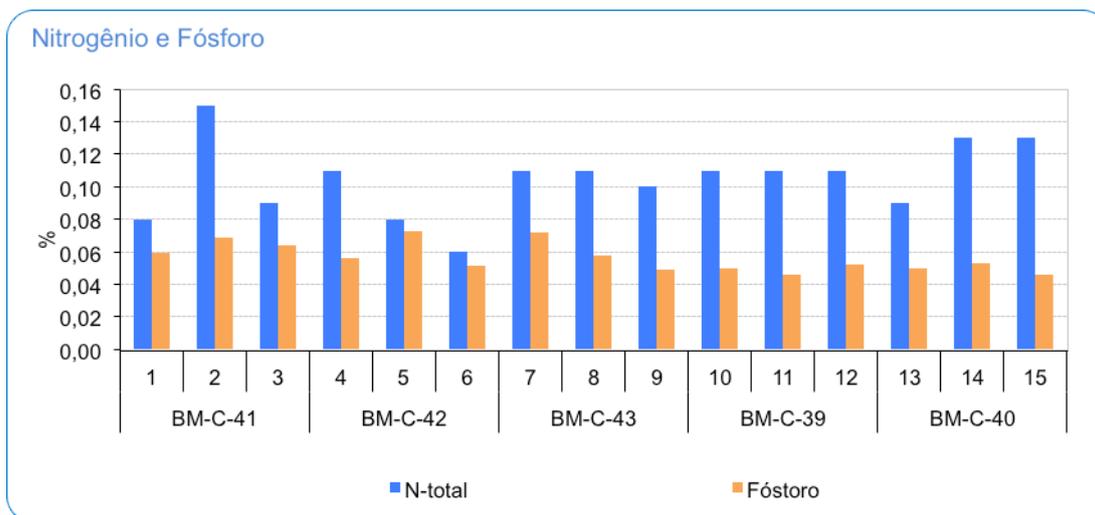


FIGURA 5.2.2.3-2 Nitrogênio Kjeldahl e fósforo e carbono total (%) no sedimento coletado nas amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Não foi distinguido qualquer padrão espacial para os percentuais de matéria orgânica total, carbono total, nitrogênio ou fósforo. Os resultados observados podem ser considerados normais sendo similares aos observados em outros estudos na Bacia de Campos (PETROBRAS, 2001), enquadrando-se também em resultados observados em outros locais da plataforma continental brasileira (Romankevich, 1984; Jennerjahn & Lttekot, 1997).

Temporalmente, se compararmos os resultados atualmente encontrados com a campanha de baseline realizada anteriormente nos mesmos blocos (OGX, 2009), também não pôde ser observada qualquer variação expressiva, mostrando resultados usuais para a região e o período da coleta.

#### 5.2.2.4. Sulfetos

No sedimento, a maior parte dos sulfetos não deve estar livre, mas provavelmente complexado com ferro. Contudo, o sulfeto férrico tem produto de solubilidade (Kps) mais baixo do que outros sulfetos metálicos, levando os outros metais que tem pKps mais elevados a substituir o ferro nos complexos de sulfeto. Dessa maneira, os metais que são considerados para substituir o ferro são o Zn, Cd, Cu, Pb e Ni.

Assim alguns autores começaram a observar que quanto maior a disponibilidade de sítios de sulfeto para o armadilhamento dos metais, menor sua toxicidade (Di Toro *et al.*, 1992). Logo, quanto maior for a presença de complexos sulfeto-metálicos, menos disponíveis estarão os metais e por consequência, menor será a toxicidade no sedimento.



Nesta campanha de monitoramento ambiental realizada na Bacia de Campos, as concentrações de sulfeto variaram bastante, sendo não detectado em várias estações e uma concentração máxima de 132,54mg/kg na estação 11 (Tabela 5.2.2.4-I, Figura 5.2.2.4-1).

TABELA 5.2.2.4-I Concentração de sulfetos (mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Sulfetos		
bloco	estação	sulfeto (mg/kg)
BM-C-41	1	25,82
	2	ND
	3	29,26
BM-C-42	4	ND
	5	ND
	6	ND
BM-C-43	7	ND
	8	ND
	9	ND
BM-C-39	10	ND
	11	132,54
	12	55,06
BM-C-40	13	ND
	14	ND
	15	30,44
baseline (OGX, 2009)		1,28 a 31,6

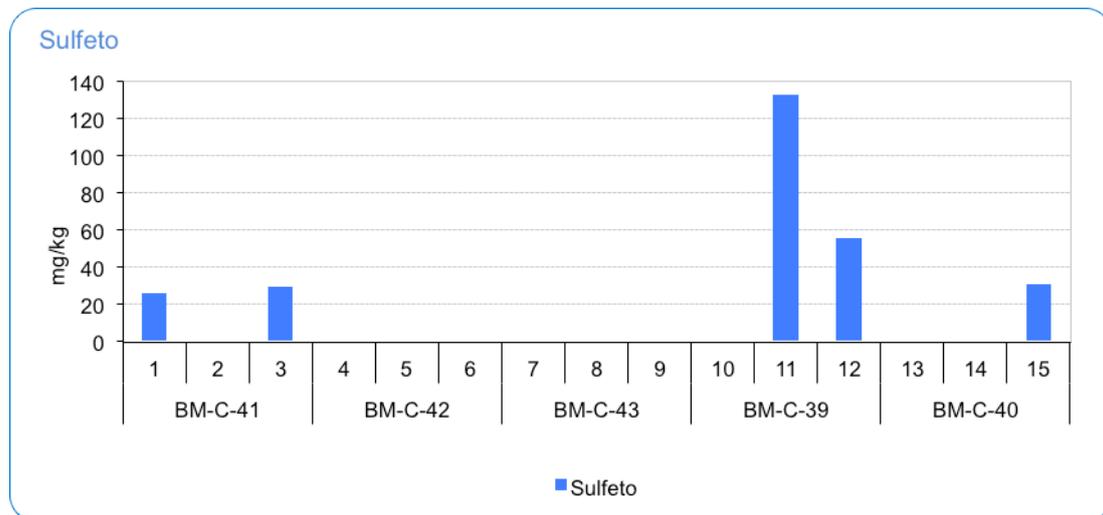


FIGURA 5.2.2.4-1 Concentração de sulfetos (mg/kg) nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Tanto espacialmente como temporalmente ocorreram variações expressivas entre as concentrações de sulfetos encontradas nesse estudo de monitoramento ambiental. As concentrações encontradas nas estações 11 e 12 estão acima do usualmente esperado,

sendo importante um acompanhamento desse parâmetro para podermos esclarecer se as concentrações encontradas durante essa campanha possuem relação com alguma atividade de E&P realizada no bloco ou em suas imediações ou se são originadas pelas características sedimentares locais.

#### **5.2.2.5. Metais Totais e Biodisponíveis**

A análise química da composição mineral contida nos sedimentos marinhos é uma ferramenta importante nos estudos de monitoramento uma vez que a contribuição de alguns metais no sedimento, por exemplo, ferro e manganês, podem ser indicativos do tipo de rocha originária do sedimento. Assim, torna-se fundamental realizar um levantamento desses metais, e de outros, para a melhor compreensão de como os mesmos estão presentes no ambiente e se são oriundos de processos naturais ou antrópicos.

Dos doze metais analisados nas amostras de sedimento das estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Baía de Campos, o cádmio e o mercúrio não foram detectados em nenhuma das estações.

As concentrações de chumbo encontradas variaram de 1,94 (estação 3) a 4,86mg/kg na estação 10, enquanto que de zinco variaram de 6,17 (estação 3) a 27,10mg/kg na estação 10. Já, as concentrações de níquel variaram de 1,55 na estação 3 a 7,18mg/kg na estação 10, enquanto que as de vanádio variaram de 11,80 (estação 12) a 28,80mg/kg na estação 2 (Tabela 5.2.2.5-I).

As concentrações de bário variaram de 8,77 (estação 3) a 93,60mg/kg na estação 14 e as de cromo variaram de 9,43 (estação 12) a 18,60mg/kg na estação 10. Já, as concentrações de cobre variaram de não detectado na estação 3 a 3,61mg/kg na estação 14, enquanto que as concentrações de manganês variaram de 25,20 na estação 6 a 245,10mg/kg na estação 2 (Tabela 5.2.2.5-I).

Os metais alumínio e ferro tendem a ser muito influenciados pelos tipos de sedimentos predominantes e geralmente apresentam as maiores concentrações. Nesse estudo, as concentrações de alumínio variaram de 2.186,0 (estação 3) a 22.205,9mg/kg na estação 10, enquanto que para o ferro as concentrações variaram de 2.401,2 na estação 3 a 12.298,30mg/kg na estação 10 (Tabela 5.2.2.5-I).



TABELA 5.3.6-1 Concentrações de metais totais (mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. Concentrações quando em vermelho indicam valores superiores aos limites estabelecidos pelas agências internacionais (NOAA e CEQG). ND-não detectado.

Metais totais													
bloco	estação	Al	Ba	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	V	Zn
BM-C-41	1	3.988,50	18,30	ND	2,31	1,29	13,3	3.123,0	107,6	ND	2,52	19,4	11,10
	2	6.806,50	28,40	ND	3,94	2,36	13,4	5.627,2	245,1	ND	6,49	28,8	18,5
	3	2.186,00	8,77	ND	1,94	ND	10,0	2.401,2	119,4	ND	1,55	14,6	6,17
BM-C-42	4	5.200,90	9,65	ND	1,96	1,64	14,00	3.229,1	60,6	ND	4,07	15,7	15,0
	5	4.036,10	24,20	ND	2,96	1,37	13,6	3.064,0	89,4	ND	3,08	17,9	13,8
	6	2.518,10	12,40	ND	2,30	1,15	10,4	2.814,2	94,8	ND	1,95	15,9	8,74
BM-C-43	7	7.322,00	33,60	ND	3,27	3,01	14,7	3.429,2	138,0	ND	5,50	22,0	16,5
	8	4.984,10	22,80	ND	2,95	2,67	12,1	3.199,4	111,7	ND	4,75	20,1	14,9
	9	12.007,40	22,10	ND	3,43	2,33	15,6	9.790,4	89,9	ND	5,56	16,8	23,5
BM-C-39	10	22.205,90	33,20	ND	4,86	3,58	18,6	12.298,3	120,3	ND	7,18	26,3	27,1
	11	12.408,50	39,70	ND	3,48	2,44	11,4	6.597,3	87,9	ND	4,68	14,7	16,4
	12	10.330,80	26,40	ND	2,64	1,86	9,43	5.196,8	58,6	ND	3,69	11,8	13,4
BM-C-40	13	14.497,50	31,30	ND	4,03	2,32	14,6	9.434,1	87,4	ND	5,45	21,4	17,8
	14	13.822,30	93,60	ND	3,30	3,61	12,0	6.653,9	103,4	ND	4,98	15,2	16,8
	15	11.771,60	32,40	ND	3,20	2,25	11,7	6.407,4	71,4	ND	4,97	14,5	15,5
baseline (OGX, 2009)		1.119 a 13.719	6,18 a 60,70	ND	ND	2,05 a 4,02	12,19 a 40,56	9.097 a 27.634	67,46 a 566,41	ND	ND a 15,08	14,73 a 51,21	10,44 a 44,79
TEL		-	-	0,676**		18,7**	52,3*	-	-	0,13**	15,9*	-	124**
PEL		-	-	4,21**		108,2*	160**	-	-	0,696**	42,8*	-	271**
TEL = concentração a partir da qual podem começar a ser observados efeitos na biota ***													
PEL = concentração acima da qual é observado efeito sobre a biota ***													
* segundo NOAA (1999); ** segundo NOAA (1999) e Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG, 2003)													
*** deve-se considerar a biota utilizada nos testes para definição dos limites													

As concentrações dos metais totais e dos metais biodisponíveis quantificados estão apresentados graficamente nas figuras 5.2.2.5-1 a 5.2.2.5-3. Uma tendência de maiores concentrações foram encontradas na estação 10, enquanto que menores na estação 3. Além disso, foi possível observar uma clara variação espacial onde as estações com maiores concentrações encontradas tenderam a estar localizadas nos blocos situados nas áreas mais profundas e onde existia uma complexidade do relevo maior.

Comparando-se as concentrações de metais totais encontradas nessa campanha de monitoramento ambiental com os resultados obtidos no projeto baseline realizado anteriormente na área (OGX, 2009), pode-se perceber que quase todas as concentrações dos metais encontradas na atual campanha foram similares ou inferiores às encontradas anteriormente nos mesmos blocos. O que reforça a ideia de que as diferenças espaciais encontradas devem estar mais relacionadas com os tipos de sedimento predominantes

encontrados em cada área durante a realização das campanhas do que com as atividades de E&P já realizadas na região que abrange os blocos (Figuras 5.2.2.5-1 a 5.2.2.5-3).

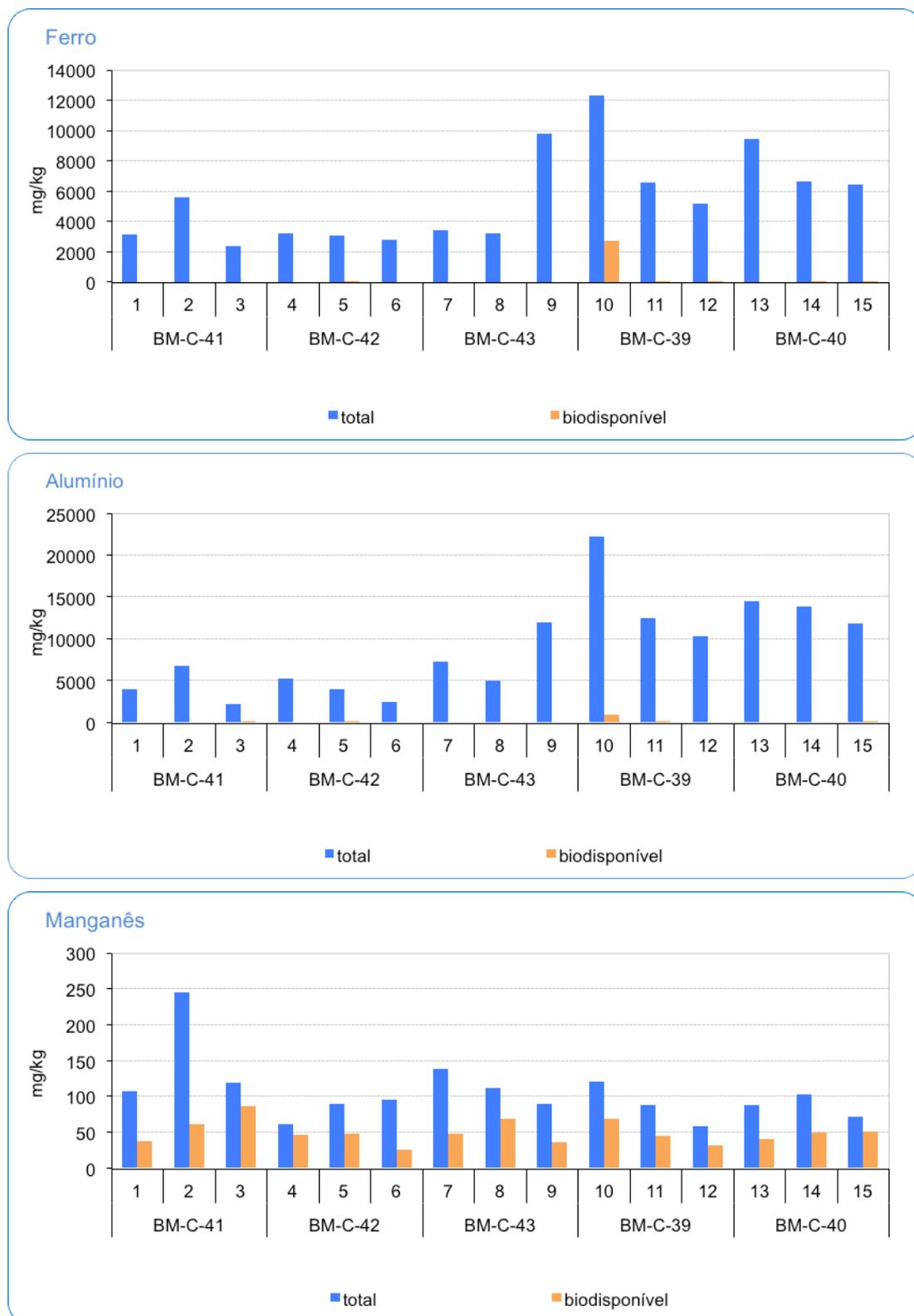


FIGURA 5.2.2.5-1 Distribuição dos teores de alumínio (mg/kg), ferro (mg/kg) e manganês (mg/kg) totais e biodisponíveis nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.



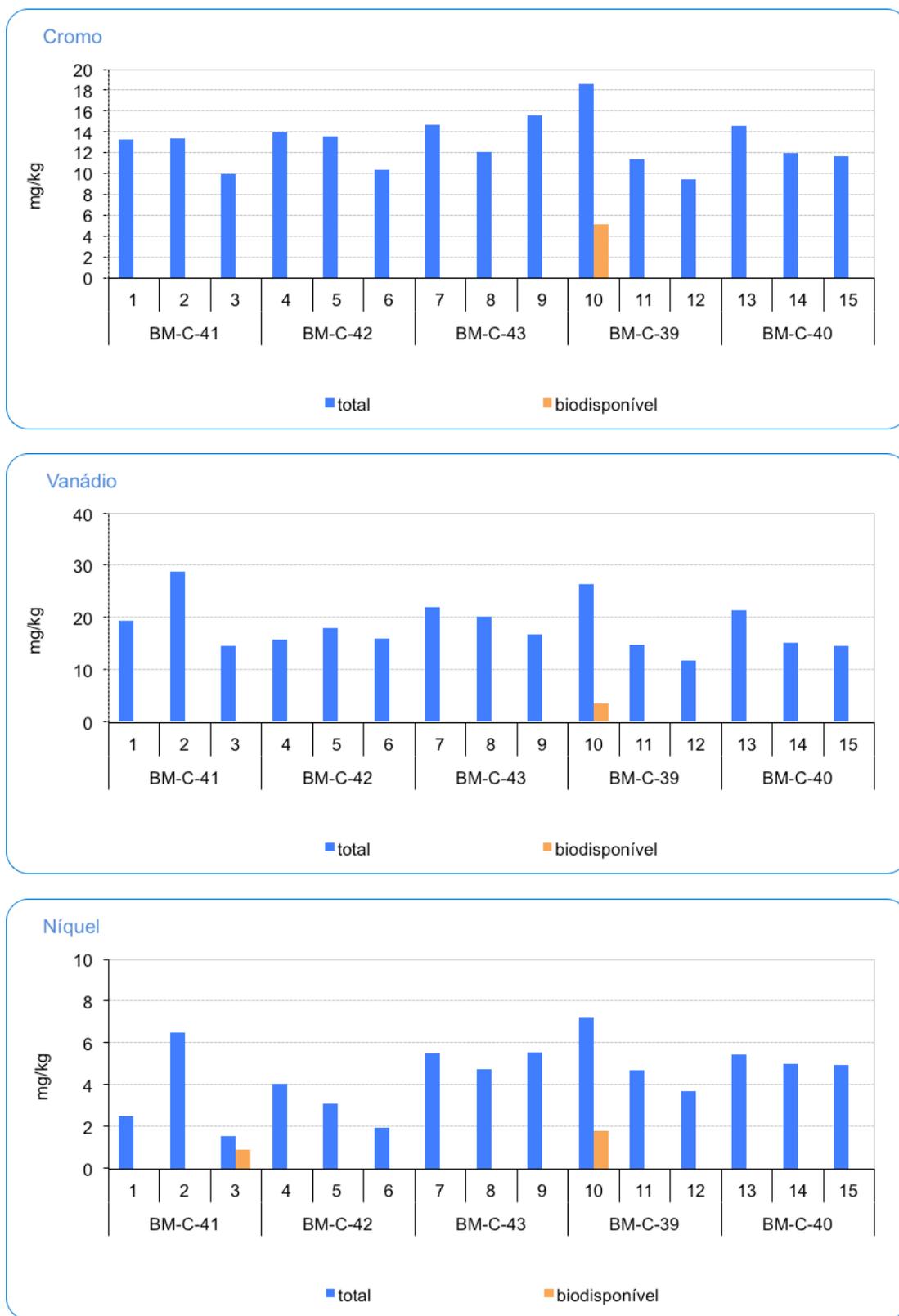


FIGURA 5.2.2.5-2 Distribuição dos teores de cromo (mg/kg), vanádio (mg/kg) e níquel (mg/kg) totais e biodisponíveis nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Os metais bário e chumbo apresentaram concentrações superiores aos relatados anteriormente na área durante a realização do estudo de caracterização ambiental realizado antes de iniciada qualquer atividade de E&P nos blocos (Figura 5.2.2.5-3).

Somente o chumbo mostrou um padrão diferente, não sendo detectado anteriormente em nenhuma estação analisada durante o baseline, mas sendo encontrado na atual campanha com um valor máximo de 4,86mg/kg e o bário que apresentou concentrações mais elevadas na estação 14. Porém, comparando-se as concentrações de bário encontradas com o baseline realizado na área em 2008, pode-se observar que concentrações equivalentes já tinham sido encontradas anteriormente durante o baseline (Tabela 5.2.2.5-1). Ademais, todos os metais quantificados nas amostras de sedimento durante a atual campanha apresentaram valores inferiores aos limites estabelecidos como TEL (Threshold Effect Level - limite abaixo do qual os efeitos tóxicos irão ocorrer raramente) e PEL para o sedimento marinho pela NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration; NOAA, 1999).



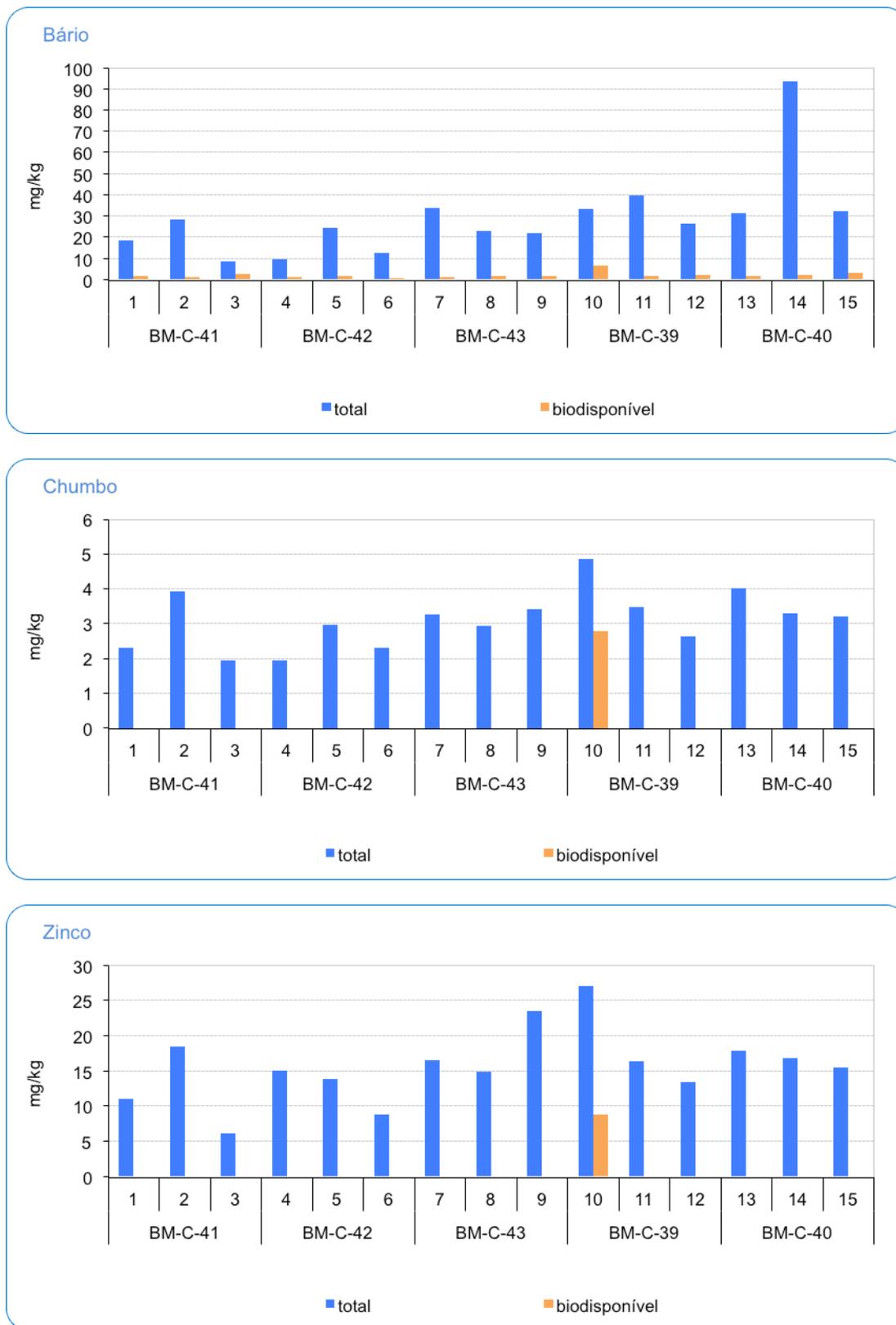


FIGURA 5.2.2.5-3 Distribuição dos teores de bário (mg/kg), chumbo (mg/kg) e zinco (mg/kg) totais e biodisponíveis nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

A fração dos metais nos sedimentos considerada biodisponível é aquela que se encontra na fase dissolvida, ou seja, na água intersticial. Assim, sedimentos ricos em sólidos que retêm os metais de interesse sob formas pouco solúveis, não devem produzir respostas toxicológicas ou reações brandas (Di Toro *et al.*, 1992). A distribuição dos metais entre sedimento e água intersticial é controlada, basicamente, pela presença de partículas finas, pela quantidade e qualidade da matéria orgânica e pela produção de sulfetos. A degradação microbiana aliada à grande quantidade de matéria orgânica no sedimento geralmente remove todo o oxigênio molecular abaixo da camada superficial, criando condições ideais para a redução do sulfato a sulfeto (Harbison, 1986). A biodisponibilidade do metal pode ser afetada por uma série de fatores tais como a quantidade de material em suspensão e o tipo predominante de sedimento, a presença de substâncias mais ou menos complexantes, a concentração e o tipo de matéria orgânica presente no sedimento, a presença de oxihidróxidos, as reações de oxi-redução presentes nas vários estratos onde os metais estão presentes no sedimento, a capacidade dos organismos presentes selecionar as formas de metais presentes, dentre outras (Chapman *et al.*, 1998; Ravera, 2004).

Considerando a análise dos doze metais biodisponíveis, ferro, bário, manganês e alumínio foram detectados na maioria das estações (Tabela 5.2.2.5-II). Não foi possível observar um padrão espacial claro da distribuição das concentrações dos metais biodisponíveis em função da localização da estações nos blocos, o que sugere que estas concentrações devem estar refletindo um nível de *background* da área. Contudo, a estação 10, mostrou uma maior biodisponibilidade da maioria dos metais analisados, justamente a estação que tendeu a apresentar a maioria das concentrações de metais totais mais elevadas.

TABELA 5.2.2.5-II Concentração de metais biodisponíveis (mg/kg) nas amostras coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Baía de Campos. ND-não detectado.

Metais biodisponíveis													
bloco	estação	Al	Ba	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	V	Zn
BM-C-41	1	ND	1,62	ND	ND	ND	ND	ND	37,7	ND	ND	ND	ND
	2	ND	1,43	ND	ND	ND	ND	ND	61,0	ND	ND	ND	ND
	3	41,6	2,44	ND	ND	ND	ND	ND	87,0	ND	ND	ND	ND
BM-C-42	4	ND	1,35	ND	ND	ND	ND	ND	45,8	ND	ND	ND	ND
	5	6,86	1,59	ND	ND	ND	ND	9,63	47,4	ND	ND	ND	ND
	6	ND	0,748	ND	ND	ND	ND	ND	25,2	ND	ND	ND	ND
BM-C-43	7	ND	1,28	ND	ND	ND	ND	ND	48,3	ND	ND	ND	ND
	8	ND	1,67	ND	ND	ND	ND	ND	68,0	ND	ND	ND	ND
	9	ND	1,46	ND	ND	ND	ND	ND	36,5	ND	ND	ND	ND
BM-C-39	10	998,7	6,82	ND	2,79	ND	5,2	2.709,2	68,5	ND	1,8	3,45	8,83
	11	5,54	1,88	ND	ND	ND	ND	24,40	44,8	ND	ND	ND	ND
	12	ND	2,09	ND	ND	ND	ND	2,72	31,7	ND	ND	ND	ND



Metais biodisponíveis													
bloco	estação	Al	Ba	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	V	Zn
BM-C-40	13	ND	1,81	ND	ND	ND	ND	ND	40,9	ND	ND	ND	ND
	14	ND	2,32	ND	ND	ND	ND	ND	49,2	ND	ND	ND	ND
	15	8,17	2,97	ND	ND	ND	ND	ND	51,3	ND	ND	ND	ND
baseline (OGX, 2009)		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Outro fator que precisamos levar em consideração é que o conceito de metal biodisponível é confundido como sendo a fração tóxica do metal. Apesar de corresponder a fração solúvel de metal que pode ser transportada e assimilada pela célula, os sintomas de toxicidade só começam a aparecer após sua concentração ultrapassar o limite de tolerância da célula de determinado organismo (Forstner, 1995). Se tomarmos o exemplo do bário que ocorreu em uma concentração total mais elevada na estação 14, pode-se perceber que sua concentração biodisponível permaneceu similar às encontradas nas demais estações. Isso indica, que mesmo que um metal total ocorra em concentrações totais bem mais elevadas, sua forma mais assimilável pelos organismos permanece constante e inferior a sua concentração total, pelas associações físico-químicas que ocorrem entre os metais e as frações sedimentares.

Dos metais analisados nesse monitoramento realizado, os resultados demonstraram concentrações totais e biodisponíveis que já foram encontradas nos sedimentos marinhos da plataforma continental situada na região sudeste, assim como em outras regiões do Brasil, como pode ser observado através dos trabalhos de Siqueira 2000; Siqueira *et al.* (2006), Lima *et al.* (2006), Lacerda & Marins (2006), IEAPM/UENF (1997), Petrobras (2001; 2002); Vagueria (2002), Rezende (2002), MAPEM (2004) e estrangeira (Kennicutt, 1995; Grant & Briggs, 2002; Mora *et al.*, 2004), nos mais variados tipos de ambiente (costeiros, offshore, estuário, baías, etc...) e estão em consonância com outros estudos realizados na Bacia de Campos e em outras regiões do Brasil e do mundo onde existem atividades de perfuração e exploração. Corroborando esses resultados, não foi possível detectar variações temporais expressivas das concentrações de metais encontradas durante o presente monitoramento com a campanha de baseline realizada na área dos blocos, antes de iniciada qualquer atividade de E&P (OGX, 2009), sendo provavelmente que as diferenças encontradas entre as campanhas sejam provenientes da composição sedimentar do sedimento predominante de cada estação durante a realização das campanhas.

### 5.2.2.6. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP)

A comparação dos teores de HTP (hidrocarbonetos totais de petróleo), observados nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos, com dados publicados para outras regiões da costa brasileira não é trivial porque, em geral, os trabalhos publicados reportam apenas os teores de n-alcenos nos sedimentos (p. ex., Nishigima *et al.*, 2001 e PETROBRAS 2001 e 2002). Ou seja, medem apenas uma fração do total de hidrocarbonetos através da quantificação dos n-alcenos, embora alguns autores reportem também as concentrações da mistura complexa não resolvida (MCNR). A medida correta de HTP deve considerar a contribuição de todos os hidrocarbonetos presentes no sedimento, sejam eles alifáticos (incluindo os n-alcenos) ou aromáticos. Portanto, estudos de avaliação ambiental, que utilizam exclusivamente os teores de n-alcenos como parâmetro, não medem adequadamente os impactos de hidrocarbonetos, já que esses compostos representam apenas uma pequena fração de todos os hidrocarbonetos presentes nos sedimentos, e, além disso, são rapidamente biodegradados no meio ambiente.

A avaliação do teor de hidrocarbonetos em sedimentos marinhos devem ser realizados considerando-se:

- tipo do hidrocarboneto (biogênico ou petrogênico);
- grau de intemperização dos hidrocarbonetos (contribuição recente ou não);
- origem do hidrocarboneto (através da análise de biomarcadores);
- concentração das diferentes frações de hidrocarbonetos (n-alcenos, MCNR e HTP).

Durante a presente campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos não foram detectadas concentrações mensuráveis de hidrocarbonetos totais (HTP) ou de suas frações (n-alcenos e MCNR) nas amostras de sedimento analisadas (Tabela 5.2.2.6-I).

TABELA 5.2.2.6-I Concentrações de n-alcenos ( $\mu\text{g}/\text{kg}=\text{ppb}$ ), MCNR (mistura complexa não resolvida;  $\mu\text{g}/\text{kg}=\text{ppb}$ ), Hidrocarbonetos Totais-HTP ( $\mu\text{g}/\text{kg}=\text{ppb}$ ) coletadas nas 15 estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

HTP – sedimento				
bloco	estação	n-alcenos (ppb)	MCNR (ppb)	HTP (ppb)
BM-C-41	1	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
	3	ND	ND	ND
BM-C-42	4	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND
	6	ND	ND	ND
BM-C-43	7	ND	ND	ND
	8	ND	ND	ND
	9	ND	ND	ND





HPA – sedimento (µg/kg)																	
estação	1-Naftaleno	2-Acenafteno	3-Acenaftaleno	4-Fluoreno	5-Fenantreno	6-Antraceno	7-Fluoranteno	8-Pireno	9-Criseno	10-Benzo(a)antraceno	11-Benzo(b)fluoranteno	12-Benzo(k)fluoranteno	13-Benzo(a)pireno	14-Benzo(ghi)perileno	15-Indeno(123-cd)pireno	16-Dibenzo(a,h)antraceno	Σ 16 HPA
6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
baseline	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TEL	34,57**	6,71**	5,87**	21,17**	86,68**	46,85**	112,82**	152,66**	107,77**	74,83**	-	-	88,81**	-	-	6,22**	1684,06*
PEL	390,64**	88,9**	127,87**	144,35**	543,53**	245**	1493,54**	1397,6**	845,98**	692,53**	-	-	763,22**	-	-	134,61**	16770,4*
TEL = concentração a partir da qual podem começar a ser observados efeitos na biota ***																	
PEL = concentração acima da qual é observado efeito sobre a biota ***																	
* segundo NOAA (1999); ** segundo NOAA (1999) e Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG, 2003)																	
*** deve-se considerar a biota utilizada nos testes para definição dos limites																	

Poucas agências internacionais estipulam teores orientadores de HPAs em sedimentos marinhos. A agência de Ambiental Canadense (*Canadian Sediment Quality Guideline*) considera o teor de 766µg/kg (somatório de apenas 12 dos 16 HPAs) como teor orientador para sedimentos marinhos (CEQG, 2003). Por outro lado, a Divisão de Proteção e Restauração Costeira da NOAA (*National Oceanic and Atmosphere Agency*) considera o teor de 1684,06µg/kg (somatório dos 16 HPAs) como valor orientador de *threshold* (TEL) para biota marinha (NOAA, 1999). É importante, no entanto, mencionar que o primeiro índice representa um valor orientador para o sedimento, que geralmente deve ser usado ao se avaliar se um determinado sedimento está acima ou abaixo de um teor considerado “limite”. O segundo índice (TEL), por outro lado, considera o efeito desses compostos na biota marinha.

Como durante o primeiro estudo de caracterização ambiental realizado na área antes do início de qualquer atividade de E&P na região dos blocos (estudo de baseline) e durante a presente campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos após quase dois anos de iniciadas as atividades de exploração não foram detectadas concentrações



detectáveis das frações de HPAs no ambiente podemos inferir que a região não sofreu incremento desses compostos.

### 5.3. Parâmetros Biológicos

#### 5.3.1. FITOPLÂNCTON E PIGMENTOS CLOROFILIANOS

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

A comunidade microalgal, que atua como produtor primário, exerce importante papel nas interações bióticas e abióticas de qualquer ecossistema aquático. As comunidades fitoplanctônicas compõem a base das cadeias alimentares marinhas e a determinação de suas biomassas permite a avaliação trófica do ecossistema pelágico.

A Clorofila *a* é um pigmento presente em todos os organismos fotoautotróficos, constituindo-se em um parâmetro bioquímico mais freqüentemente utilizado em oceanografia devido à sua função fotossintética, tornando-a um indicador da biomassa fitoplanctônica. As intrusões industriais na região do oceano profundo, como a prospecção de petróleo, envolvem amplas atividades que podem resultar em graves impactos ambientais. A cada estágio, os impactos devem ser profundamente avaliados (Ahnert & Borowski, 2000).

Especialmente, as maiores concentrações de pigmentos foram observadas a 60m nas estações 2, 3, 4, 5 e 6 (blocos BM-C-41 e BM-C-42), todas ao sul da região de amostragem, e nas estações 10, 12 e 14 (blocos BM-C-39 e BM-C-40), ao norte (Figura 5.3.1-1). Enquanto à porcentagem de Cl.*a*-ativa, tanto as amostras de superfície e meia profundidade os valores médios foram superiores a 80%, indicando possivelmente um bom estado fisiológico do fitoplâncton, enquanto que nas de fundo essas porcentagens foram em média inferiores a 70% (Tabela 5.3.1-I).

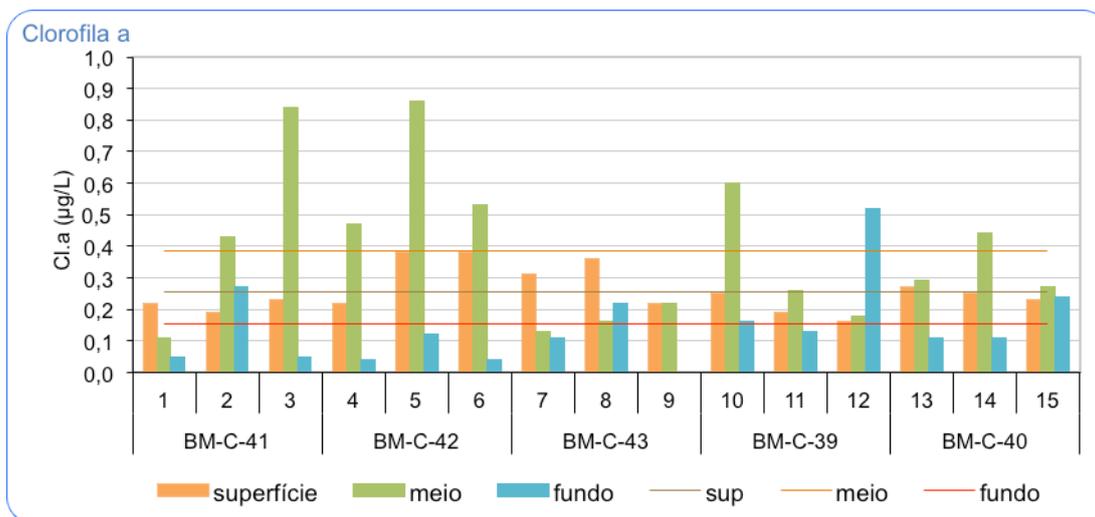


FIGURA 5.3.1-1 Concentrações de clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

TABELA 5.3.1-II Concentrações médias de clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ), clorofila b ( $\mu\text{g/L}$ ), clorofila c ( $\mu\text{g/L}$ ), feopigmentos a ( $\mu\text{g/L}$ ) e porcentagem de clorofila a ativa observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Concentrações médias de pigmentos fotossintéticos						
pigmentos fotossintéticos	sub-superfície		meio		fundo	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Clorofila a	0,26	0,07	0,39	0,24	0,16	0,13
Clorofila b	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Clorofila c	0,09	0,05	0,18	0,13	0,13	0,10
Feopig a	0,10	0,07	0,13	0,10	0,12	0,09
%Cla ativa	83,5	18,1	82,3	16,5	67,2	23,9

Nas amostras de sub-superfície, as concentrações máximas de Cl. a foram observadas nas estações 5, 6 e 8, enquanto que as menores concentrações foram observadas entre as estações 2, 11 e 12 (Figura 5.3.1-1 e Tabela 5.3.1-II). As maiores porcentagens de Cla-ativa foram observadas nas estações 1, 6, 7, 8, 10 e 13. As menores porcentagens foram obtidas nas estações 3, 14 e 15. As maiores concentrações de feopigmentos a foram registradas nas estações 3 e 15 (Tabela 5.3.1-II).



TABELA 5.3.1-II Concentrações de clorofila a (µg/L), clorofila b (µg/L), clorofila c (µg/L), feopigmentos a (µg/L) e porcentagem de clorofila a ativa, obtidas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Concentrações de pigmentos fotossintéticos – sub-superfície						
Bloco	Estações	Cl. a (µg/L)	Cl. b (µg/L)	Cl. c (µg/L)	Feo. a (µg/L)	% Cla ativa
BM-C41	1	0,22	ND	ND	ND	100
	2	0,19	ND	0,01	0,12	61,3
	3	0,23	ND	0,08	0,20	53,5
BM-C-42	4	0,22	ND	0,10	0,01	95,7
	5	0,38	ND	0,13	0,10	79,2
	6	0,38	ND	0,05	ND	100
BM-C-43	7	0,31	ND	0,01	n.d.	100
	8	0,36	ND	0,16	n.d.	100
	9	0,22	ND	0,10	0,07	75,9
BM-C-39	10	0,25	ND	0,15	ND	100
	11	0,19	ND	0,06	0,03	86,4
	12	0,16	ND	0,04	0,03	84,2
BM-C-40	13	0,27	ND	0,18	ND	100
	14	0,25	ND	0,11	0,15	62,5
	15	0,23	ND	0,05	0,20	53,5

Nas amostras de meia profundidade, as concentrações máximas de Cl.a foram observadas nas estações 3 e 6, enquanto que as menores concentrações foram observadas nas estações 1, 7 e 8 (Figura 5.3.1-1 e Tabela 5.3.1-III). As maiores porcentagens de Cla-ativa foram observadas nas estações 2, 7, 14 e 15 enquanto que as menores porcentagens foram obtidas nas estações 6, 8 e 11. As maiores concentrações de feopigmentos a foram registradas nas estações 5 e 6.

TABELA 5.3.1-III Concentrações de clorofila a (µg/L), clorofila b (µg/L), clorofila c (µg/L), feopigmentos a (µg/L) e porcentagem de clorofila a ativa, obtidas nas amostras de água coletadas no meio, nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Concentrações de pigmentos fotossintéticos – meio						
Bloco	Estações	Cl. a (µg/L)	Cl. b (µg/L)	Cl. c (µg/L)	Feo. a (µg/L)	% Cla ativa
BM-C41	1	0,11	ND	0,01	0,01	91,7
	2	0,43	ND	0,12	ND	100
	3	0,84	ND	0,53	0,07	92,3
BM-C-42	4	0,47	ND	0,23	0,12	79,7
	5	0,86	ND	0,33	0,22	79,6
	6	0,53	ND	0,18	0,28	65,4
BM-C-43	7	0,13	ND	0,08	ND	100
	8	0,16	ND	0,07	0,07	69,6
	9	0,22	ND	0,10	0,3	42,3

Concentrações de pigmentos fotossintéticos – meio						
Bloco	Estações	Cl. a (µg/L)	Cl. b (µg/L)	Cl. c (µg/L)	Feo. a (µg/L)	% Cla ativa
BM-C-39	10	0,60	ND	0,28	0,11	84,5
	11	0,26	ND	0,16	0,13	66,7
	12	0,18	ND	0,16	0,03	85,7
BM-C-40	13	0,29	ND	0,13	0,09	76,3
	14	0,44	ND	0,24	ND	100
	15	0,27	ND	0,11	ND	100

Nas amostras próximo ao fundo, a concentração máxima de Cl.a foi observada na estação 12, enquanto que as menores concentrações foram observadas nas estações 4, 6 e 9 (Figura 5.3.1-1 e Tabela 5.3.1-IV). As maiores porcentagens de Cla-ativa foram observadas nas estações 4, 7 e 13 enquanto que as menores porcentagens foram obtidas nas estações 3, 8 e 10. As maiores concentrações de feopigmentos a foram registradas nas estações 8, 10 e 15.

TABELA 5.3.1-IV Concentrações de clorofila a (µg/L), clorofila b (µg/L), clorofila c (µg/L), feopigmentos a (µg/L) e porcentagem de clorofila a ativa, obtidas nas amostras de água coletadas próximas ao fundo, nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Concentrações de pigmentos fotossintéticos – fundo						
Bloco	Estações	Cl. a (µg/L)	Cl. b (µg/L)	Cl. c (µg/L)	Feo. a (µg/L)	% Cla ativa
BM-C41	1	0,05	ND	0,04	0,02	71,4
	2	0,27	ND	0,06	0,09	75
	3	0,05	ND	0,05	0,14	26,3
BM-C-42	4	0,04	ND	0,06	ND	100
	5	0,12	ND	0,35	0,09	57,1
	6	0,04	ND	0,01	0,02	66,7
BM-C-43	7	0,11	ND	0,25	ND	100
	8	0,22	ND	0,18	0,29	43,1
	9	ND	ND	ND	ND	ND
BM-C-39	10	0,16	ND	0,08	0,22	42,1
	11	0,13	ND	0,13	0,14	48,1
	12	0,52	ND	0,28	0,05	91,2
BM-C-40	13	0,11	ND	0,08	ND	100
	14	0,11	ND	0,10	0,06	64,7
	15	0,24	ND	0,13	0,20	54,5

A densidade de organismos fitoplanctônicos (Figura 5.3.1-2), variou entre  $5,1 \times 10^3$  e  $3,5 \times 10^4$  cels/L, considerando conjuntamente micro e nanofitoplâncton (sem incluir os nanofitoflagelados), sendo que as maiores densidades foram observadas nas estações 3



(fundo), 7 (subsuperfície) e 10 (meio). Em média, a densidade de organismos foi similar à observada na campanha baseline (OGX, 2009),  $1,6 \times 10^4$  cels/L frente a  $1,7 \times 10^4$  cels/L. Assim, as densidades observadas no presente estudo estiveram uma ordem de magnitude inferiores às observadas nos trabalhos de Cupelo (2000), Purcell (1999) e Suzini-Ribeiro (1996), todos na região oceânica entre nordeste e costa central do Brasil.

Em relação à profundidade, as densidades médias foram similares na sub-superfície ( $1,8 \times 10^4$  cels/L) e 60 m ( $1,7 \times 10^4$  cels/L), e inferiores próximas ao fundo (Tabela 5.3.1-V). Comparando os blocos situados ao sul (BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43) com os situados mais ao norte na Bacia (BM-C-39 e BM-C-40), a região ao sul apresentou em média densidades mais elevadas, nas três profundidades, em relação a região situada mais ao norte.

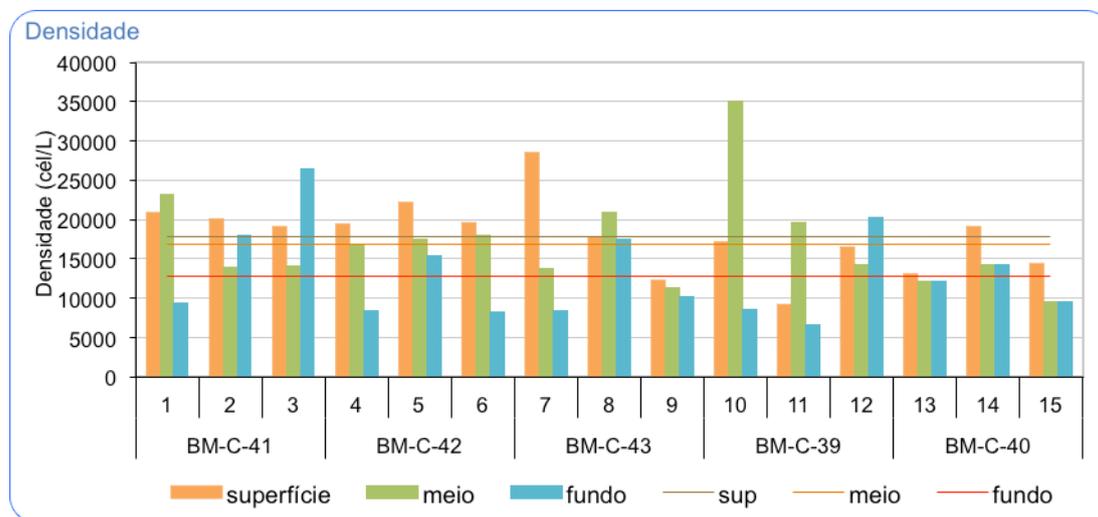


FIGURA 5.3.1-2 Densidades do fitoplâncton (cels/L), sem incluir os nanofitoflagelados, observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

TABELA 5.3.1-V Densidades médias dos principais grupos do fitoplâncton (diatomáceas, dinoflagelados; coccolitoforídeos; silicoflagelados; flagelados; ciliados; cianobactérias; nanoflagelados; total sem nanoflagelados; cels/L) obtidas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Densidade média dos principais grupos do fitoplâncton (cel/L)						
pigmentos fotossintéticos	subsuperfície		meio		fundo	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Diatomáceas	1617	690	1552	1810	1074	1725
Dinoflagelados	6399	2284	5725	2135	4411	2270
Coccolitoforídeos	6318	2642	7862	4177	4195	2981
Silicoflagelados	11	42	11	43	ND	ND
Cianobactérias	1831	2078	ND	ND	8	32

Ciliophora	195	164	220	214	61	210
Flagelados	1614	1514	1580	804	1911	1464
Total	17985	4625	16950	6250	11661	6327

O microfitoplâncton representou em geral 30% do total do fitoplâncton, sendo o nanoplâncton a fração predominante. As maiores contribuições do microfitoplâncton foram observadas nas estações 4 na sub-superfície, 9 aos 60 e 3 e 8 próximo ao fundo (Figuras 5.3.1-3 a 5.3.1-5). Na campanha de baseline (OGX, 2009), ambas as frações apresentaram porcentagens similares, não sendo observada um predomínio das mesmas em nenhuma das profundidades.

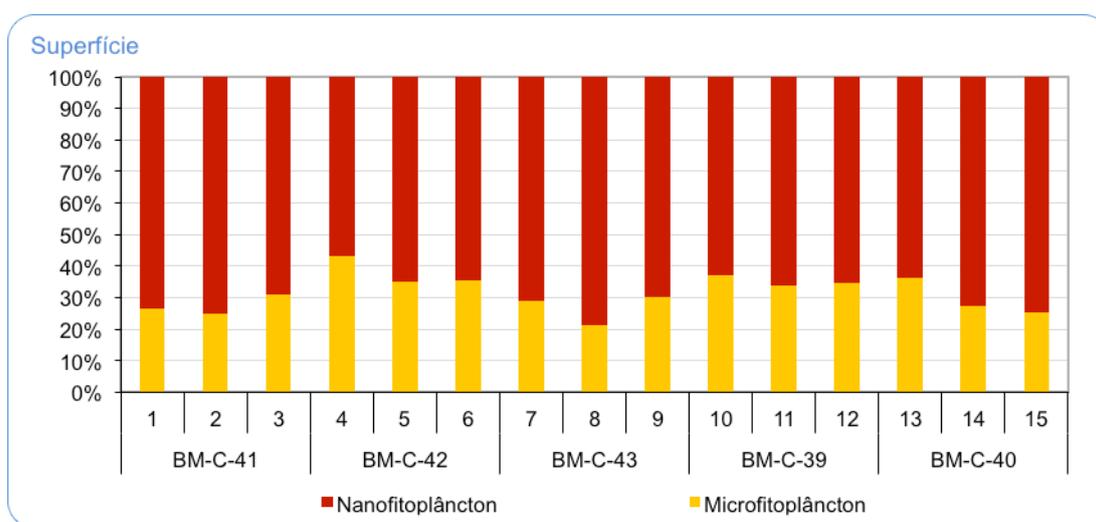


FIGURA 5.3.1-3 Relação entre micro e nanofitoplâncton, excluindo nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de sub-superfície nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

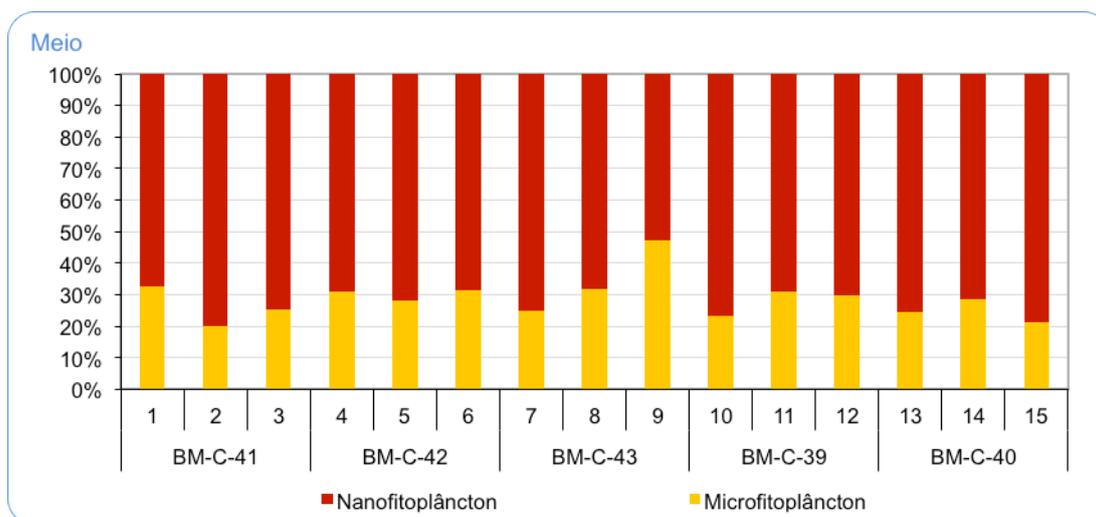


FIGURA 5.3.1-4 Relação entre micro e nanofitoplâncton, excluindo nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de meio nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.



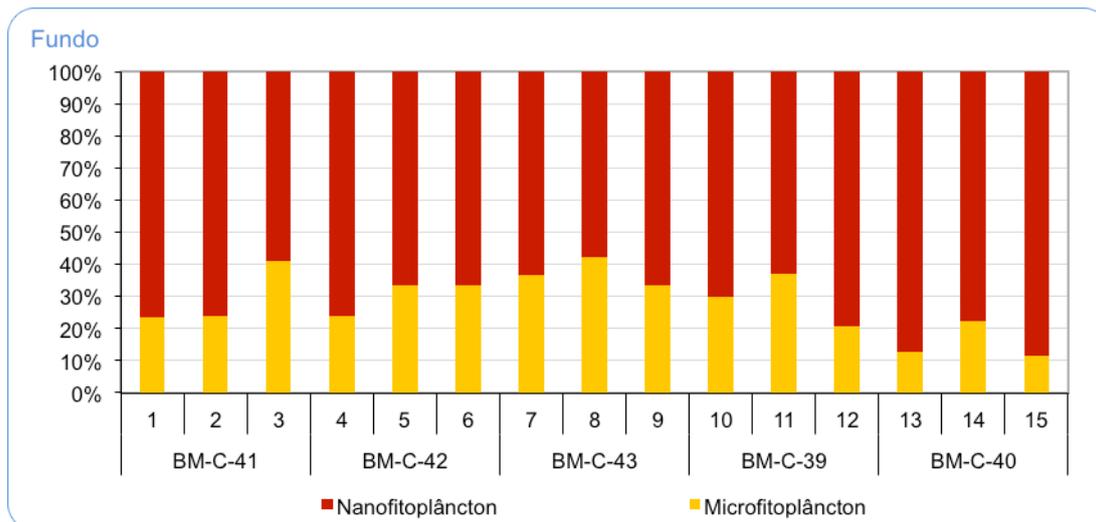


FIGURA 5.3.1-5 Relação entre micro e nanofitoplâncton, excluindo nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de fundo nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Quanto aos grupos taxonômicos, sem considerar os nanoflagelados, os mais abundantes foram os coccolitoforídeos (média  $6,1 \times 10^3$  cels/L) e dinoflagelados (média  $5,5 \times 10^3$  cels/L), sendo que as diatomáceas apresentaram uma abundância média de  $1,4 \times 10^3$  cels/L (Tabela 5.3.1-V). Assim, foi observada uma mudança no predomínio dos grupos taxonômicos em relação à campanha baseline (OGX, 2009), quando as diatomáceas apresentaram abundâncias superiores a coccolitoforídeos e dinoflagelados. Nas tabelas 5.3.1-VI a 5.3.1-VIII e nas figuras 5.3.1-6 a 5.3.1-8 é representada a variação da densidade dos diferentes grupos taxonômicos, sem incluir os nanoflagelados, nas amostras de subsuperfície, no meio e próximo ao fundo respectivamente. Pode-se observar que os coccolitoforídeos, dinoflagelados e as diatomáceas foram os grupos dominantes em todas as estações.

TABELA 5.3.1-VI Densidades dos principais grupos do fitoplâncton (cels/L) presentes obtidas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado. NA-não analisado. Diat. – diatomáceas; Dino. – dinoflagelados; Cocolit. – Coccolitoforídeos; Silico. – silicoflagelados; Microf. – microflagelados; Cil. – ciliados; Ciano. – cianobactérias; Flag. – flagelados; Total- total sem nanoflagelados.

Concentrações de pigmentos fotossintéticos (cels/L) – subsuperfície									
Bloco	Estações	Diat.	Dino.	Cocolit.	Silico.	Ciano.	Cil.	Flag.	Total
BM-C41	1	1062	5179	12749	ND	1726	266	NA	20982
	2	1756	5561	10976	ND	1610	146	NA	20050
	3	1871	6236	7327	ND	3274	468	NA	19175
BM-C-42	4	1342	10232	5871	ND	168	503	1342	19458
	5	1459	10372	6320	ND	1783	162	2107	22202
	6	2185	6420	2595	ND	5600	273	2595	19669
BM-C-43	7	995	9617	5637	ND	5969	ND	6301	28519
	8	820	5573	4917	ND	4753	164	1639	17866
	9	1308	4876	4876	ND	119	ND	1070	12249

Concentrações de pigmentos fotossintéticos (cels/L) – subsuperfície									
Bloco	Estações	Diat.	Dino.	Cocolit.	Silico.	Ciano.	Cil.	Flag.	Total
BM-C-39	10	2131	8523	5081	ND	ND	328	1147	17211
	11	904	3359	3359	ND	129	129	1292	9174
	12	2159	6323	5860	ND	463	154	1542	16501
BM-C-40	13	1062	5179	4648	ND	266	ND	1992	13147
	14	3442	5409	7212	164	656	328	1967	19178
	15	1766	3124	7334	ND	951	ND	1222	14396

TABELA 5.3.1-VII Densidades dos principais grupos do fitoplâncton (cels/L) presentes obtidas nas amostras de água coletadas no meio, nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado. NA-não analisado. Diat. – diatomáceas; Dino. – dinoflagelados; Cocolit. – Cocolitoforídeos; Silico. – silicoflagelados; Microf. – microflagelados; Cil. – ciliados; Ciano. – cianobactérias; Flag. – flagelados; Total- total sem nanoflagelados.

Concentrações de pigmentos fotossintéticos (cels/L) – meio									
Bloco	Estações	Diat.	Dino.	Cocolit.	Silico.	Ciano.	Cil.	Flag.	Total
BM-C41	1	1805	9027	12437	ND	ND	ND	NA	23268
	2	591	4879	8280	ND	ND	148	NA	13899
	3	735	3432	7723	ND	ND	123	2084	14097
BM-C-42	4	887	5619	7836	ND	ND	739	1626	16708
	5	637	7330	6693	ND	ND	ND	2868	17529
	6	961	7051	7371	ND	ND	641	1923	17948
BM-C-43	7	127	6119	5482	ND	ND	255	1785	13768
	8	834	10173	7338	167	ND	167	2168	20846
	9	649	6619	2466	ND	ND	260	1298	11292
BM-C-39	10	7579	4956	20697	ND	ND	292	1603	35127
	11	2459	5737	8687	ND	ND	164	2623	19669
	12	1537	5506	5122	ND	ND	256	1793	14214
BM-C-40	13	1432	2423	7050	ND	ND	110	1102	12117
	14	2531	3937	5906	ND	ND	141	1687	14202
	15	510	3060	4844	ND	ND	ND	1147	9561

TABELA 5.3.1-VIII Densidades dos principais grupos do fitoplâncton (cels/L) presentes obtidas nas amostras de água coletadas no fundo, nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. ND-não detectado. NA-não analisado. Diat. – diatomáceas; Dino. – dinoflagelados; Cocolit. – Cocolitoforídeos; Silico. – silicoflagelados; Microf. – microflagelados; Cil. – ciliados; Ciano. – cianobactérias; Flag. – flagelados; Total- total sem nanoflagelados.

Concentrações de pigmentos fotossintéticos (cels/L) – fundo									
Bloco	Estações	Diat.	Dino.	Cocolit.	Silico.	Ciano.	Cil.	Flag.	Total
BM-C41	1	274	3157	5902	ND	ND	ND	NA	9333
	2	1434	5418	11155	ND	ND	ND	NA	18007
	3	6739	7257	6393	ND	ND	ND	6048	26438
BM-C-42	4	ND	2826	3768	ND	ND	ND	1766	8360
	5	1669	6526	5767	ND	ND	ND	1518	15480
	6	395	3816	1974	ND	ND	ND	2105	8290
BM-C-43	7	300	4601	2100	ND	ND	ND	1500	8501
	8	326	10105	4074	ND	ND	815	2119	17439



Concentrações de pigmentos fotossintéticos (cels/L) – fundo									
Bloco	Estações	Diat.	Dino.	Cocolit.	Silico.	Ciano.	Cil.	Flag.	Total
	9	126	5284	2642	ND	ND	ND	2139	10190
BM-C-39	10	1281	2817	2817	ND	ND	ND	1665	8580
	11	423	3173	635	ND	ND	106	2221	6558
	12	2516	4865	9226	ND	ND	ND	3690	20297
BM-C-40	13	245	2452	1961	ND	123	ND	1961	6742
	14	257	2444	1415	ND	ND	ND	1029	5145
	15	129	1421	3101	ND	ND	ND	904	5556

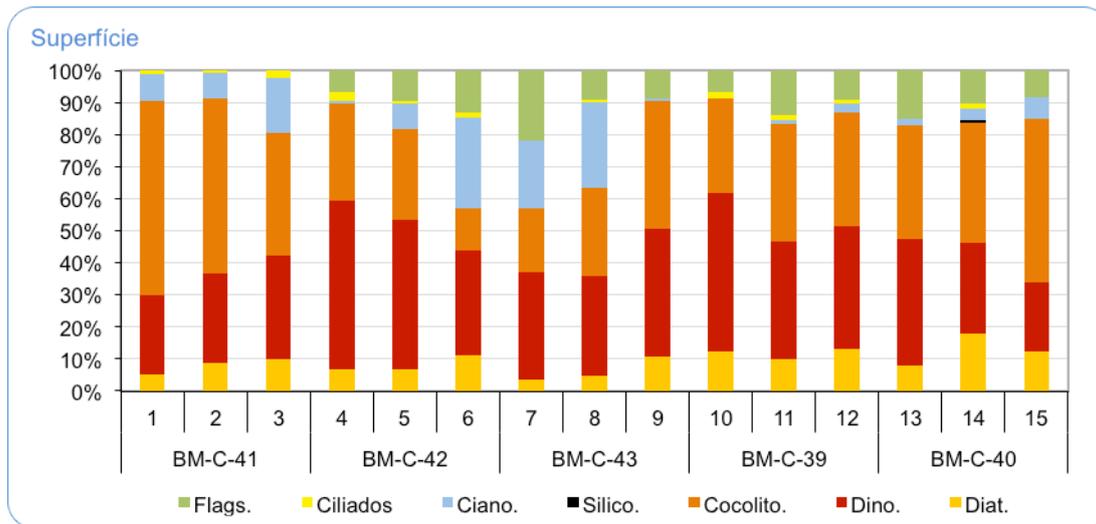


FIGURA 5.3.1-6 Abundância relativa dos principais grupos do fitoplâncton, excluindo nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de subsuperfície, nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

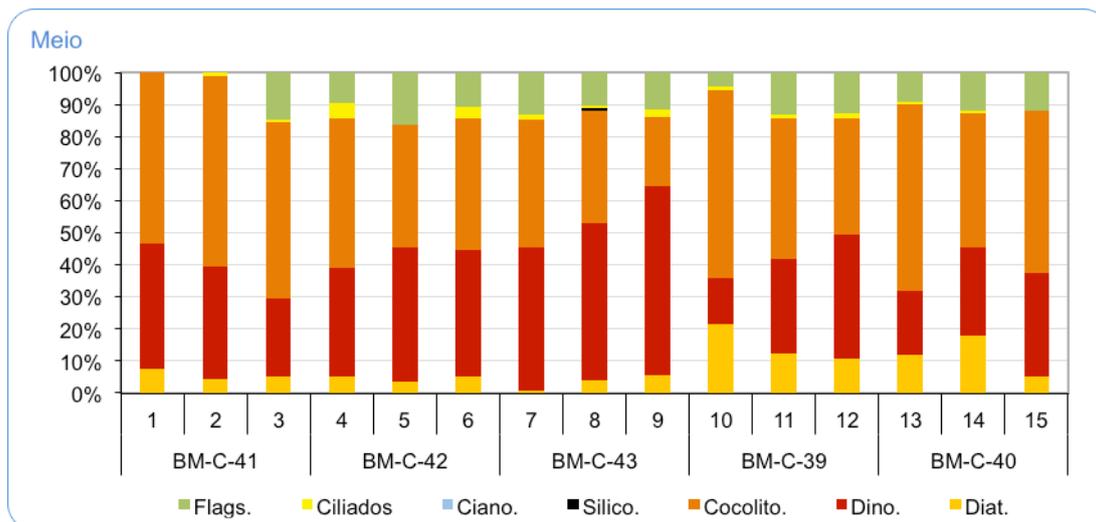


FIGURA 5.3.1-7 Abundância relativa dos principais grupos do fitoplâncton, excluindo nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de meio, nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

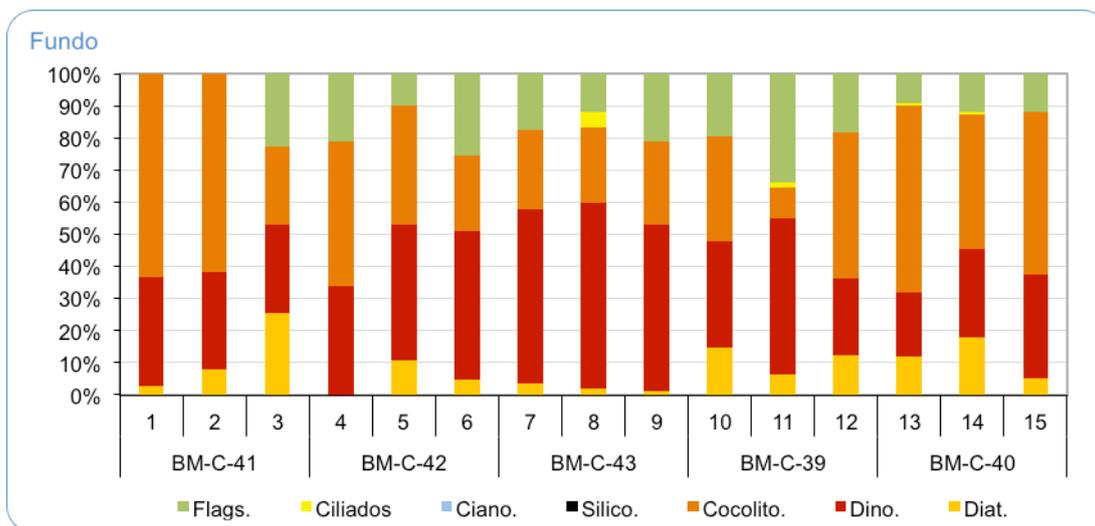


FIGURA 5.3.1-8 Abundância relativa dos principais grupos do fitoplâncton, excluindo nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de fundo, nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Foi observada uma diminuição tanto da diversidade e riqueza específicas médias com a profundidade, enquanto que não foi observada uma variação importante da equitatividade entre as três profundidades (Tabela 5.3.1-IX). A riqueza específica nas amostras de subsuperfície variou entre 10 (estação 13) e 21 (estação 6), enquanto que nas amostras de fundo variou entre 5 e 12. A riqueza específica máxima foi observada no estrato do meio na estação 10 com a presença de 24 táxons. A diversidade do fitoplâncton variou entre 1,18 e 2,36 bits/cel, nas estações 1 (fundo) e 6 (subssuperfície), respectivamente. A variação da diversidade entre as amostras de subsuperfície e fundo foi similar para cada profundidade, enquanto que no meio da coluna d'água foi observada uma maior diversidade nas amostras das estações dos blocos BM-C-39 e BM-C-40 (Figuras 5.3.1-9 a 5.3.1-11).

A equitatividade indica o grau de uniformidade na quantidade de espécies da comunidade fitoplanctônica e varia entre 0 e 1. Nas amostras de sub-superfície variou entre 0,58 e 0,80, sendo que nas amostras de fundo variou entre 0,61 e 0,82. Nas amostras de meia profundidade a equitatividade variou entre 0,60 e 0,74. Tanto a diversidade quanto a riqueza específica registradas no presente estudo foram inferiores às observadas na campanha baseline, quando a diversidade média variou entre 2,10 e 2,21 bits/cel e a RE média entre 20 e 21 (OGX, 2009).



TABELA 5.3.1-IX Média da Diversidade (H em bits/cel), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton obtidas nas amostras de água coletadas na subsuperfície, no meio e próximo ao fundo durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Médias de diversidade, equitatividade e riqueza específica do fitoplâncton						
índices ecológicos	subsuperfície		meio		fundo	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão
H (bits/cel)	1,94	0,19	1,71	0,21	1,49	0,21
RE	15	3	13	4	8	2
J	0,72	0,05	0,67	0,04	0,72	0,05

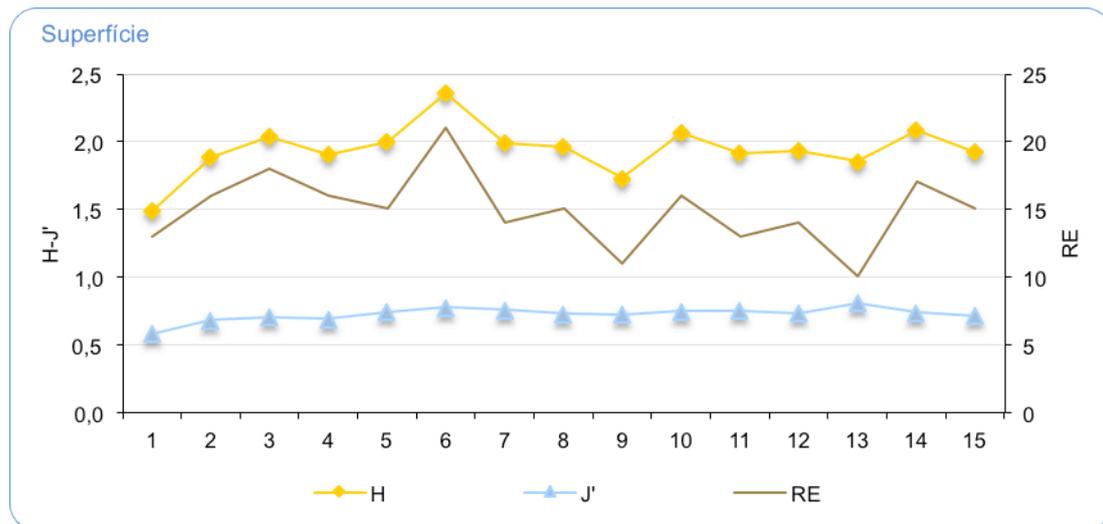


FIGURA 5.3.1-9 Diversidade (H em bits/cel), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton, obtidas nas amostras de subsuperfície nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

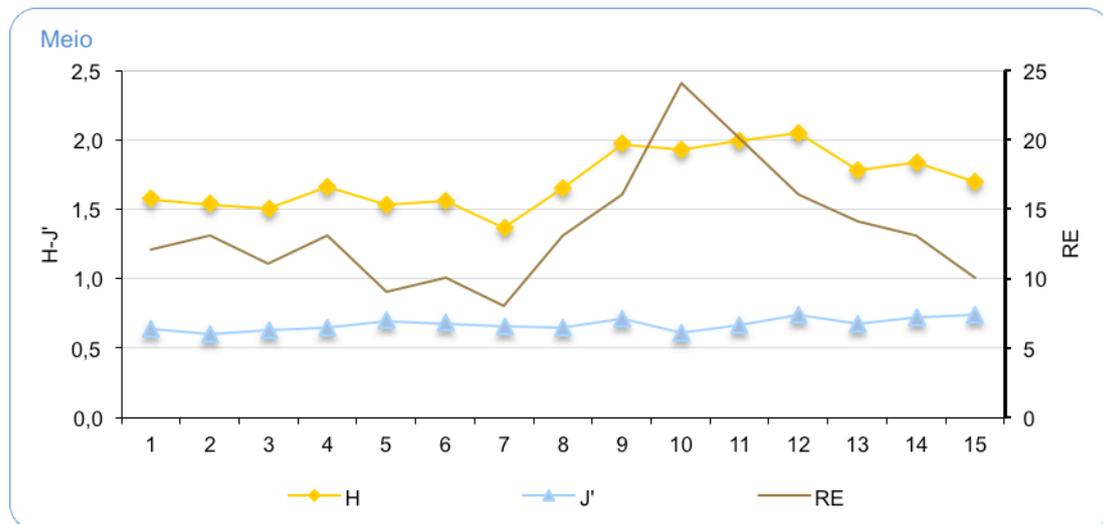


FIGURA 5.3.1-10 Diversidade (H em bits/cel), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton, obtidas nas amostras do meio, nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

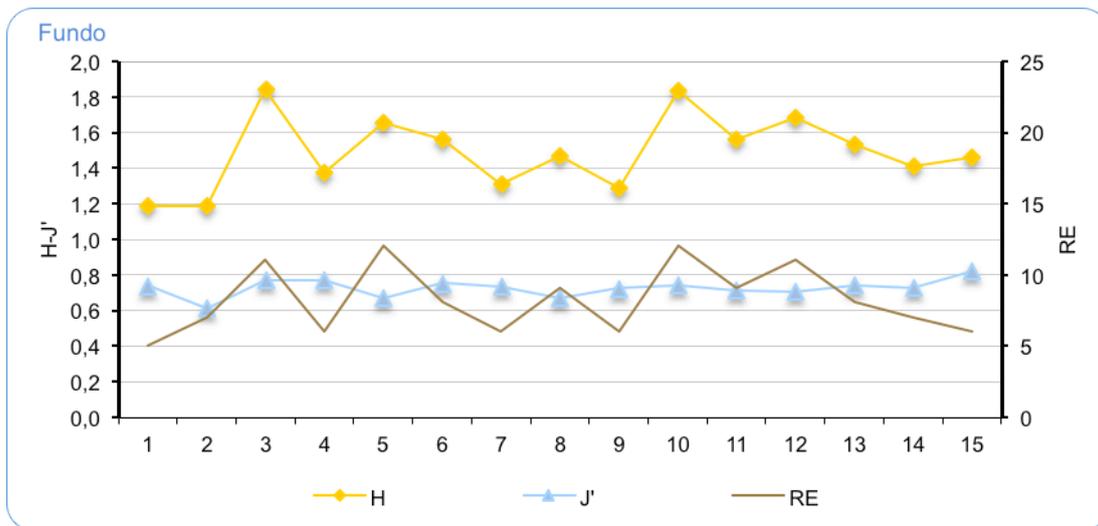


FIGURA 5.3.1-11 Diversidade (H em bits/cel), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton, obtidas nas amostras de fundo nas 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Nas 45 amostras analisadas foram identificados 63 taxa, sendo 26 diatomáceas, 21 dinoflagelados, 9 coccolitoforídeos, 1 silicoflagelado, 2 ciliados, 3 cianobactérias e 1 flagelado. A relação dos taxa identificados em cada uma das amostras encontra-se nas tabelas apresentadas no anexo de composição taxonômica. Desses taxa, *Paralia sulcata*, *Navicula* spp, o complexo *Cylindrotheca/Nitzschiella*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Oxytoxum variabile*, *Prorocentrum balticum/compressum*, *Gymnodinium* spp, *Calciosolenia murrayi* e *Discosphaera tubifer* foram os dominantes e/ou mais frequentes.

O dinoflagelado *Oxytoxum variabile* é característico de ambientes oceânicos tropicais. Dentre os coccolitoforídeos, *Discosphaera tubifer* é característica de assembleia de flora de camada de mistura superficial e necessita de maiores temperaturas para se desenvolver (Mostajo, 1985). Assim, no presente estudo apresentou as maiores densidades nas amostras de subsuperfície e no estrato do meio, geralmente quando a temperatura foi superior a 20°C. *Florisphaera profunda* é característica da assembleia de flora profunda, sendo mais comum e abundante na profundidade limite da zona eufótica nos oceanos tropicais e subtropicais (Reid, 1980). Um estudo realizado no Atlântico Sul mostrou uma relação positiva entre as posições da nitroclina e termoclina com a distribuição dos coccolitoforídeos, onde maiores profundidades da nitroclina e termoclina favorecem o crescimento de espécies como *Florisphaera profunda* (Boeckel *et al.*, 2006). Essas mesmas espécies de coccolitoforídeos foram encontradas como predominantes em outras regiões oligotróficas do litoral do Brasil (Masuda, 2009).

A cianobactéria *Richelia intracelularis* (que é fixadora de nitrogênio atmosférico) destaca-se por ser endosimbionte tipicamente em diatomáceas dos gêneros *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* e *Hemiaulus* em ambientes oligotróficos (Venrick, 1974). As cianobactérias do gênero



*Trichodesmium* são também características de ambientes tropicais oligotróficos e aparecem geralmente em grandes abundâncias em águas superficiais.

A análise de agrupamento em modo Q, aplicada aos dados de fitoplâncton, mostrou a formação de grupos identificáveis entre as estações, aparecendo as estações do Bloco BM-C-41 agrupadas, enquanto que as restantes amostras foram agrupadas por profundidade (Figura 5.3.1-12). Este resultado pode indicar que a coluna d'água apresentou diferenças físico-químicas das massas de água que se refletiram na distribuição da comunidade fitoplanctônica.

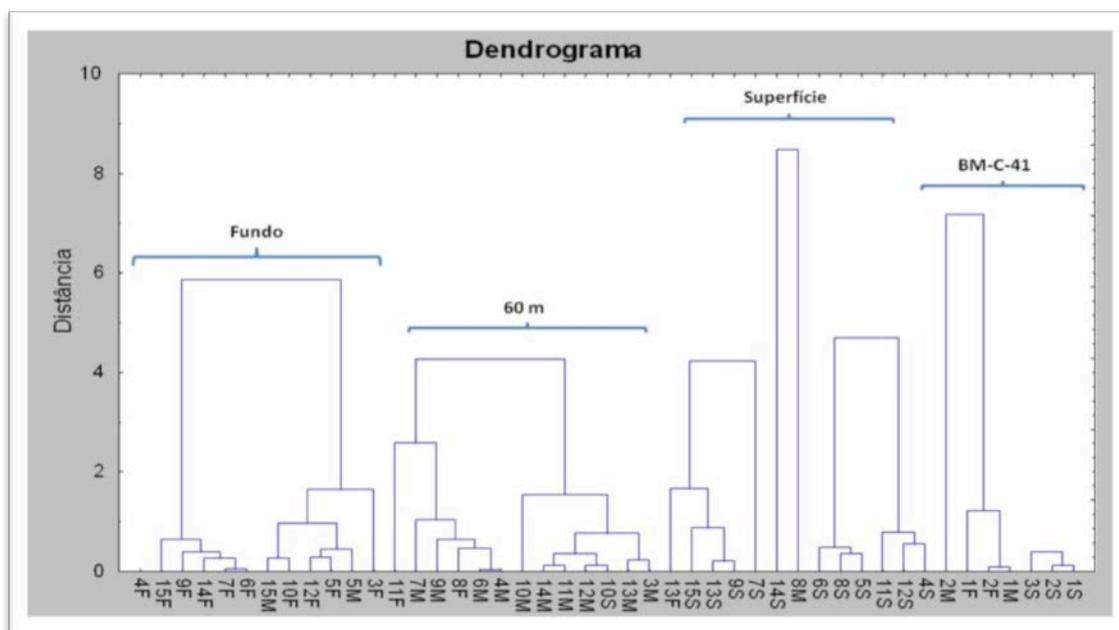


FIGURA 5.3.1-12 Análise de agrupamento em modo Q (método de Ward x Distância Euclidiana ao quadrado) aplicada aos dados de pigmentos e fitoplâncton observado nos três estratos (subsúperfície, 60m de profundidade e próximo ao fundo) das 15 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Os resultados obtidos durante a campanha de monitoramento dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos, caracterizaram a região estudada como oligotrófica, com valores de biomassa clorofiliana e densidade fitoplanctônica similares aos obtidos na campanha baseline realizada na mesma região em 2008.

As concentrações de clorofila *a* observadas nas 15 estações de coleta da campanha de 2011 dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos, foram em média inferiores a 0,3 µg/L, com máximo de 0,86 µg/L, próprias de uma região considerada oligotrófica (Moser, 1998; Cupelo, 2000), sendo que as maiores concentrações foram sempre obtidas nas amostras de 6m de profundidade (coincidindo com a termoclina) e as menores nas de fundo. Essas concentrações foram similares às observadas na campanha de baseline (OGX, 2009), quando em média foram inferiores a 0,38µg/L e com

um máximo de 1,10µg/L. Outros trabalhos realizados na mesma região encontraram resultados similares e mostraram geralmente águas oligotróficas, com baixas concentrações de pigmentos (Moser, 1997; Cupelo, 2000; Ciotti *et al.*, 2006; Pedrosa *et al.*, 2006). A diferença do observado na campanha baseline, com as concentrações de nutrientes registradas na presente campanha foram uma ordem de magnitude superiores às de 2009 especialmente abaixo da termocline coincidindo com a presença da ACAS. Não obstante, esses maiores teores de nutrientes não promoveram um aumento da biomassa clorofiliana em relação à coleta de 2008, provavelmente pela limitação da luz.

Em relação à campanha anterior houve uma mudança na estrutura da comunidade, na presente campanha dominaram em abundância os cocolitoforídeos e dinoflagelados, enquanto que no baseline, as diatomáceas compuseram o grupo mais abundante. As densidades celulares observadas, tanto no presente estudo quanto no baseline, foram uma ordem de magnitude inferiores aos observados em estudos anteriores para regiões mesooligotróficas. As maiores biomassas e densidades de organismos foram observadas a região ao sul apresentou em média densidades mais elevadas, nas três profundidades, que a região mais ao norte. A porcentagem de *chl-a*-ativa diminuiu significativamente abaixo do estrato do meio, indicando que a população fitoplanctônica pode ter apresentado um estado fisiológico adequado somente na camada mais superficial.

As maiores biomassas clorofilianas estiveram diretamente relacionadas às maiores densidades do fitoplâncton, especialmente com as diatomáceas e cocolitoforídeos. Tanto a diversidade quanto a riqueza específica registradas no presente estudo foram inferiores às observadas na campanha de baseline, indicando que houve uma diminuição da diversidade da comunidade fitoplanctônica. Diferente do observado no baseline, quando as diatomáceas foram o grupo dominante, na presente campanha a comunidade fitoplanctônica foi dominada pelos cocolitoforídeos e dinoflagelados, sendo as diatomáceas o terceiro grupo em densidade.

Os taxa que apresentaram as maiores abundância e/ou frequência foram *Paralia sulcata*, *Navicula* spp, o complexo *Cylindrotheca/Nitzschiella*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Oxytoxum variabile*, *Prorocentrum balticum/compressum*, *Gymnodinium* spp, *Calciosolenia murrayi* e *Discosphaera tubifer*. O dinoflagelado *Oxytoxum variabile* é característico de ambientes oceânicos tropicais. *Discosphaera tubifer* é característica de assembleia de flora de camada de mistura superficial e necessita de maiores temperaturas para se desenvolver e *Florisphaera profunda* é característica da assembleia de flora profunda, sendo mais comum e abundante na profundidade limite da zona eufótica nos oceanos tropicais e subtropicais. Quanto às cianobactérias destacaram-se *Richelia intracelularis*, que é endosimbionte tipicamente em diatomáceas dos gêneros *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* e *Hemiaulus* em ambientes oligotróficos, e o gênero *Trichodesmium*, que são também



características de ambientes tropicais oligotróficos e apareceu em maiores abundâncias em águas superficiais da região sul da área de estudo.

### 5.3.2. ZOOPLÂNCTON

Dentre os elementos característicos dos oceanos estão os organismos planctônicos. Esse conjunto de organismos, de origem vegetal e animal, vivem em suspensão na água e o poder de locomoção é insuficiente para vencer os movimentos, sendo transportados passivamente pelas correntes (Bonecker *et al.*, 2009).

Em ecossistemas marinhos, os organismos do mesozooplâncton desempenham um papel importante, como elo entre os produtores primários e os consumidores mais elevados. O mesozooplâncton consome o fitoplâncton e é consumido por peixes zooplancívoros e por outros organismos carnívoros tais como as medusas. Além disso, os organismos mesozooplancívoros são altamente sensíveis às variações ambientais, tais como mudanças sazonais em massas de água, induzindo sucessões sazonais e flutuações na abundância, e distribuição das várias comunidades ou espécies em ecossistemas aquáticos (Hsiao *et al.*, 2011). No Brasil, o conhecimento disponível sobre a comunidade zooplancívoros oceânica indica que esta é composta por populações que se caracterizam por apresentarem baixa densidade e alta diversidade específica (Boltovskoy, 1999).

Os resultados obtidos a partir da análise das amostras de zooplâncton, coletadas na área dos cinco blocos situados na Bacia de Campos revelaram a ocorrência de 152 táxons, quase três vezes o número de táxons encontrados durante o estudo de baseline realizado anteriormente nos mesmos blocos. Dentre os táxons registrados na presente campanha, 36 são relativos a organismos meroplancívoros e a grande maioria, 116 táxons, pertence ao holoplâncton. Alguns grupos do meroplâncton foram encontrados em todas as estações de coleta, como larvas de Mollusca, Polychaeta, Crustacea (Decapoda) e ovos e larvas de peixes.

Dentre os táxons holoplancívoros, 80 foram identificados em nível de espécie. Copepoda foi o grupo com a maior riqueza, com 47 espécies, sendo seguido pelas Appendicularia e Chaetognatha, respectivamente representados por 13 e 9 espécies.

Além desses grupos zooplancívoros, outros com baixa abundância relativa como Foraminifera, Radiolaria, Cnidaria (Siphonophorae e Hydroidomedusae), Ctenophorae, Turbellaria, Branchiopoda, larvas de Cirripedia (náuplios), Ostracoda, Euphausiacea, Stomatopoda, Amphipoda, Isopoda, Mysida, Echinodermata, Phoronida e Thaliacea (Salpidae, Doliolidae e Pyrosomatidae) também foram registrados.

Dentre as espécies identificadas, nove foram encontradas em todas as estações de coleta, tais como os copépodes *Clausocalanus furcatus*, *Temora stylifera*, *Farranulla gracilis* e

*Oncaea venusta*; os quetognatos *Flaccisagitta enflata* e *Parasagitta friderici*; as apendiculárias *Oikopleura longicauda* e *Oikopleura rufescens*; e o taliáceo *Doliolum nationalis*. Quatro espécies (as apendiculárias *Oikopleura fusiformis* e *Fritillaria formica*; o doliólídeo *Dolioletta gegenbauri* e a salpa *Thalia democratica*) ocorreram em 14 das estações de coleta (Tabela 5.3.2-1).

Outras espécies foram encontradas somente em uma estação, como os copépodes *Aetideus giesbrechti*, *Neocalanus gracilis*, *Candacia simplex*, *Centropages furcatus*, *Clausocalanus mastigophorus*, *Ctenocalanus citer*, *Euchaeta marina*, *Calanopia americana*, *Pontellina plumata*, *Oithona robusta*, *Corycaeus flaccus*, *Farranula rostrata* e *Clytemnestra scutellata*; o branquiópode *Evadne spinifera*; o decápode *Lucifer typus*; os quetognatos *Eukrohnia bathypelagica* e *Krohnitta subtilis*; e a salpa *Brooksia rostrata*; e em duas estações, como os copépodes *Acartia danae*, *Scolecithrix danae*, *Oithona tenuis*, *Corycaeus limbatus* e *Lubbockia squillimana*; o branquiópode *Penilia avirostris*; o quetognato *Decipisagitta sibogae*; e a apendiculária *Oikopleura cornutogastra* (Tabela 5.3.2-1).

TABELA 5.3.2-1 Frequência de ocorrência das espécies coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Frequência das espécies		
Número de ocorrências		
15 Estações	14 Estações	13 Estações
<i>Clausocalanus furcatus</i>	<i>Oikopleura fusiformis</i>	<i>Oikopleura intermedia</i>
<i>Temora stylifera</i>	<i>Fritillaria formica</i>	
<i>Farranula gracilis</i>	<i>Dolioletta gegenbauri</i>	
<i>Oncaea venusta</i>	<i>Thalia democratica</i>	
<i>Flaccisagitta enflata</i>		
<i>Parasagitta friderici</i>		
<i>Oikopleura longicauda</i>		
<i>Oikopleura rufescens</i>		
<i>Doliolum nationalis</i>		
12 Estações	11 Estações	10 Estações
<i>Acrocalanus longicornis</i>	<i>Undinula vulgaris</i>	
<i>Krohnitta pacifica</i>	<i>Mecynocera clausi</i>	
<i>Serratosagitta serratodentata</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>	
	<i>Fritillaria pellucida</i>	
9 Estações	8 Estações	7 Estações
<i>Oithona plumifera</i>	<i>Calanoides carinatus</i>	<i>Calocalanus pavoninus</i>
<i>Oithona similis</i>	<i>Nannocalanus minor</i>	<i>Corycaeus giesbrechti</i>
<i>Oikopleura (Vexillaria) albicans</i>	<i>Paracalanus quasimodo</i>	<i>Triconia conifera</i>
<i>Fritillaria haplostoma</i>	<i>Pterosagitta draco</i>	<i>Macrosetella gracilis</i>
		<i>Fritillaria tenella</i>
6 Estações	5 Estações	4 Estações
<i>Mesosagitta minima</i>	<i>Lucicutia flavicornis</i>	<i>Candacia pachydactyla</i>
<i>Salpa fusiformis</i>	<i>Calocalanus pavo</i>	<i>Clausocalanus arcuicornis</i>
<i>Pyrosoma atlanticum</i>	<i>Labidocera fluviatilis</i>	<i>Calocalanus contractus</i>
	<i>Oncaea media</i>	<i>Copilia mirabilis</i>



Frequência das espécies		
Número de ocorrências		
	<i>Pseudevadne tergestina</i>	<i>Fritillaria borealis sargassi</i>
	<i>Oikopleura dioica</i>	<i>Doliolina mülleri</i>
<b>3 Estações</b>	<b>2 Estações</b>	<b>1 Estação ( * )</b>
<i>Clausocalanus brevipes</i>	<i>Acartia (Acartia) danae</i>	<i>Aetideus giesbrechti</i> (11)
<i>Eucalanus hyalinus</i>	<i>Scolecithrix danae</i>	<i>Neocalanus gracilis</i> (8)
<i>Oithona setigera</i>	<i>Oithona tenuis</i>	<i>Candacia simplex</i> (13)
<i>Corycaeus speciosus</i>	<i>Corycaeus limbatus</i>	<i>Centropages furcatus</i> (4)
<i>Oikopleura cophocerca</i>	<i>Lubbockia squillimana</i>	<i>Clausocalanus mastigophorus</i> (9)
	<i>Penilia avirostris</i>	<i>Ctenocalanus citer</i> (2)
	<i>Decipisagitta sibogae</i>	<i>Euchaeta marina</i> (9)
	<i>Oikopleura cornutogastra</i>	<i>Calanopia americana</i> (6)
		<i>Pontellina plumata</i> (11)
		<i>Oithona robusta</i> (2)
		<i>Corycaeus flaccus</i> (10)
		<i>Farranula rostrata</i> (15)
		<i>Clytemnestra scutellata</i> (12)
		<i>Evadne spinifera</i> (14)
		<i>Lucifer typus</i> (14)
		<i>Eukrohnia bathypelagica</i> (9)
		<i>Krohnitta subtilis</i> (12)
		<i>Brooksia rostrata</i> (1)

\*Número da estação em que a espécie ocorreu

O maior número de espécies exclusivas foi encontrado na estação 9, com três espécies. Nas estações 1, 4, 6, 8, 10, 13 e 15 foi encontrada somente uma espécie exclusiva (Tabela 3.1-1). Durante a campanha de março de 2011, a densidade média do zooplâncton na área de estudo foi igual a 935,01 ind.m<sup>-3</sup> (Figura 5.3.2-1).

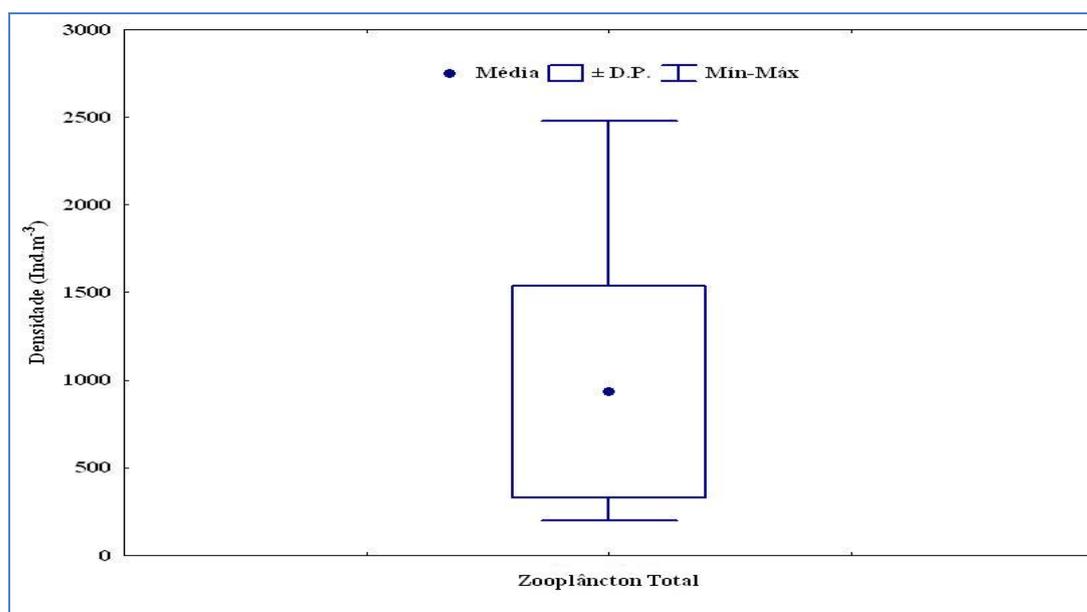


FIGURA 5.3.2-1 - Densidade do zooplâncton coletado durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

A estação 4 apresentou a maior densidade com 2.517,80ind.m<sup>-3</sup>, seguida pela estação 8 com 1.753,49ind.m<sup>-3</sup>. As menores densidades foram encontradas nas estações 9 e 11, com menos de 250ind.m<sup>-3</sup> (Figura 5.3.2-2). Já, durante o baseline as densidades dos organismos zooplânctônicos foram em geral maiores, chegando a um máximo de 6.680, 48ind.m<sup>-3</sup> na estação 11. Além disso, espacialmente também foram observadas diferenças nas densidades observadas, sendo que na presente campanha existe uma variação da densidade mais clara em função da localização dos blocos, onde os blocos situados mais ao norte (BM-C-39 e BM-C-40) apresentaram densidades bem menores do que os localizados mais ao sul (BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43).

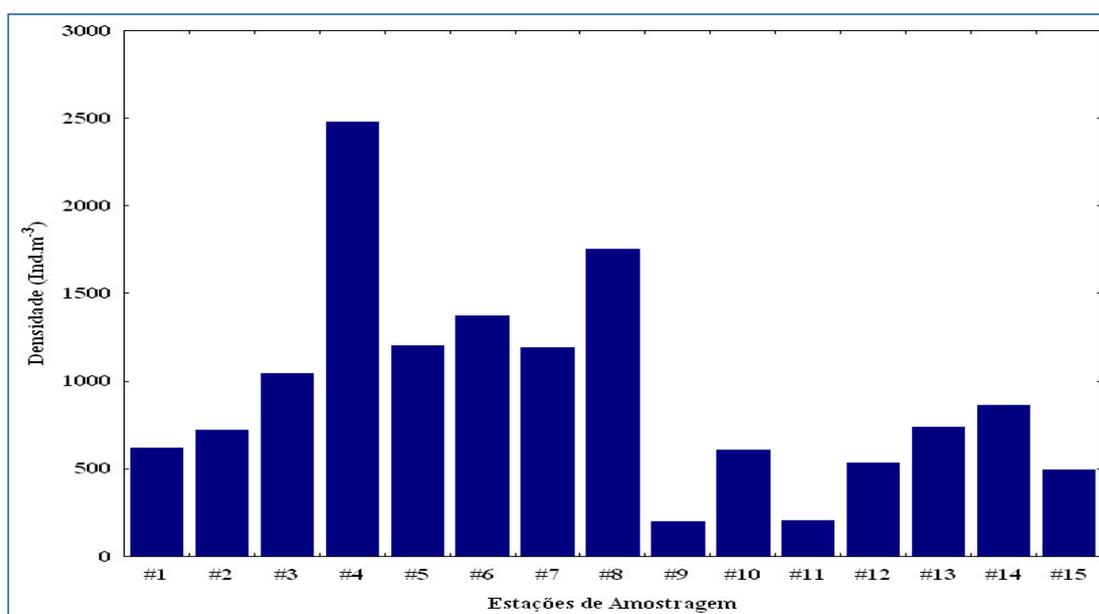


FIGURA 5.3.2-2 - Densidade do zooplâncton nas estações de coleta durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

O grupo dos Copepoda foi o mais abundante entre as estações de coleta. Os Copepoda apresentaram uma densidade média de 404,69ind.m<sup>-3</sup> e uma abundância relativa de 43% do total do zooplâncton coletado. O intervalo de mínima e máxima densidade, observado respectivamente nas estações 11 (133,33ind.m<sup>-3</sup>) e 8 (1.305,73ind.m<sup>-3</sup>), encontra-se dentro da dispersão esperada dos valores de abundância total dos Copepoda ao longo da campanha. O segundo grupo em abundância foi o das larvas de Mollusca (Gastropoda, principalmente), que apresentaram uma densidade média de 282,42ind.m<sup>-3</sup> e uma abundância relativa de 30% do total do zooplâncton coletado. O intervalo de mínima e máxima densidade foi observado respectivamente nas estações 15 (2,59ind.m<sup>-3</sup>) e 4 (1.510,60ind.m<sup>-3</sup>). O grupo das larvas de Mollusca foi o que apresentou a maior dispersão dos valores em relação à média. O terceiro grupo em termos de abundância foi o dos Thaliacea (Doliolidae, Salpidae e Pyrosomatidae), que apresentaram uma densidade



média de 114,75 ind.m<sup>-3</sup> e uma abundância relativa de 12% do total do zooplâncton coletado (Figura 5.3.2-3).

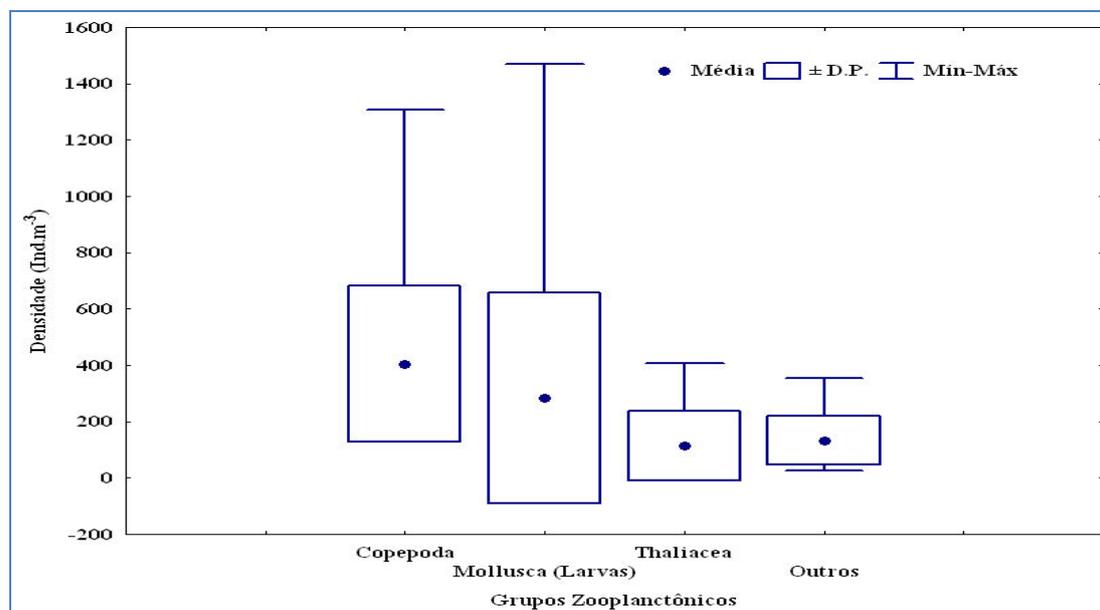


FIGURA 5.3.2-3 - Densidade média (ind.m<sup>-3</sup>), desvio padrão e intervalo mínimo-máximo dos grupos zooplânctônicos mais abundantes coletados durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Os copépodes mais abundantes foram os representantes da família Clausocalanidae, principalmente as formas jovens do gênero *Clausocalanus* (751,91ind.m<sup>-3</sup>) e *Clausocalanus furcatus* (564,30ind.m<sup>-3</sup>), seguida por representantes da família Paracalanidae, principalmente as formas jovens do gênero *Paracalanus* (671,55ind.m<sup>-3</sup>), *Paracalanus quasimodo* e *Acrocalanus longicornis* (com cerca de 200,00ind.m<sup>-3</sup>), *Oncaea venusta* (500,43ind.m<sup>-3</sup>), os representantes da família Corycaeidae, principalmente *Farranulla gracilis* (369,53ind.m<sup>-3</sup>) e *Corycaeus giesbrechti* (112,26ind.m<sup>-3</sup>), e da família Calanidae, principalmente *Calanoides carinatus* (251,98ind.m<sup>-3</sup>) e *Temora stylifera* (469,43ind.m<sup>-3</sup>) (Figura 5.3.2-4). Estes táxons somados representaram 29% do zooplâncton coletado na área de estudo. *Clausocalanus furcatus*, *O. venusta*, *F. gracilis*, *T. stylifera*, e as formas jovens do gênero *Paracalanus* ocorreram em todas as estações de amostragem. A mesma tendência observada durante a campanha realizada anteriormente na mesma área (OGX, 2009) , com algumas variações como esperado para um ambiente dinâmico e coletas realizadas em diferentes períodos.

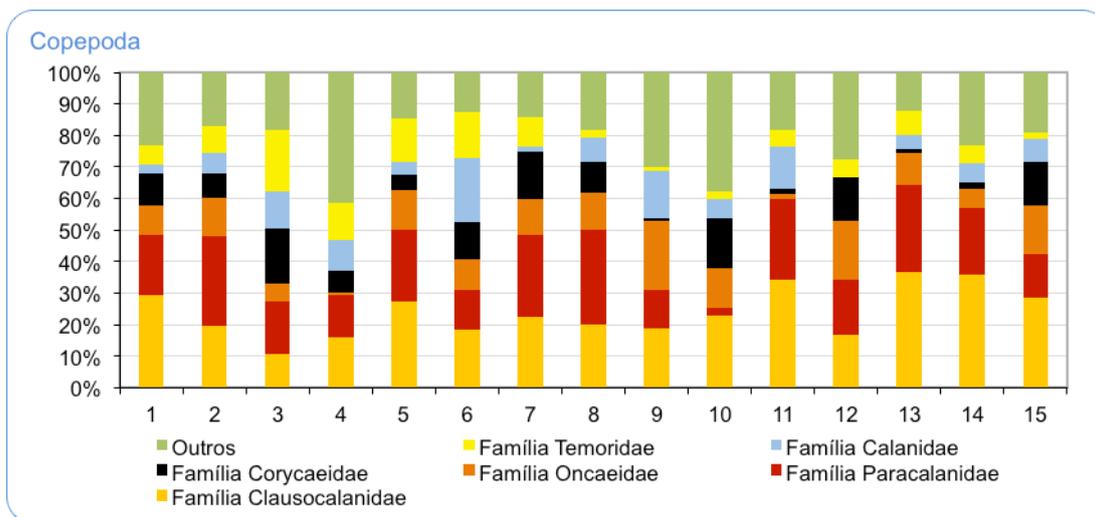


FIGURA 5.3.2-4 - Abundância (%) dos copépodes dominantes durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Dentre as espécies de copépodes menos abundantes pode-se citar *Aetideus giesbrechti*, *Candacia simplex*, *Centropages furcatus*, *Clausocalanus mastigophorus*, *Euchaeta marina*, *Pontellina plumata*, *Oithona robusta*, *Corycaeus flaccus*, *Farranula rostrata*, *Lubbockia squillimana* e *Clytemnestra scutellata*. (menos de 5ind.m<sup>-3</sup>).

Outro grupo abundante foi o dos taliáceos. Das três espécies de doliólídeos identificadas, a mais abundante foi *Doliolum nationalis* (962,26ind.m<sup>-3</sup>), sendo encontrada em todas as estações de amostragem. *Dolioletta gegenbauri* (157,46ind.m<sup>-3</sup>) só não foi registrada na estação 12, enquanto que a outra espécie de doliólídeo, *Doliolina mülleri* (3,12ind.m<sup>-3</sup>), foi encontrada apenas nas estações 3, 5, 9 e 13. O salpídeo mais abundante foi *Thalia democratica* (553,42ind.m<sup>-3</sup>), não sendo encontrado apenas na estação 15. O pirosoimatídeo *Pyrosoma atlanticum* (0,64ind.m<sup>-3</sup>), foi registrado apenas nas estações 7, 8, 9, 12, 13 e 15.

As apendiculárias (média-69,82ind.m<sup>-3</sup>) tiveram 13 espécies identificadas. A mais abundante foi *Oikopleura longicauda* (435,51ind.m<sup>-3</sup>), sendo registrada em todas as estações de amostragem, seguida por *Fritillaria formica* (306,50 ind.m<sup>-3</sup>), que não foi registrada apenas na estação 4.

Os quetognatos apresentaram densidade média de 34,09 ind.m<sup>-3</sup>, sendo identificado um total de nove espécies. A espécie mais abundante foi *Flaccisagitta enflata* (306,51 ind.m<sup>-3</sup>), seguida por *Parasagitta friderici* (174,11 ind.m<sup>-3</sup>), com ocorrência registrada em todas as estações de amostragem.

Os branquiópodes (média-0,03 ind.m<sup>-3</sup>) tiveram três espécies identificadas, com ocorrência restrita as estações 1, 2, 5, 7, 12 e 14. A espécie *Pseudevadne tergestina* (0,24ind.m<sup>-3</sup>) foi a mais abundante.



Os grupos meroplancctônicos somados apresentaram uma densidade de  $4.308,97 \text{ ind.m}^{-3}$ , o que representa 31% do zooplâncton total. Dentre os grupos meroplancctônicos, as larvas de Gastropoda com média de  $276,92 \text{ ind.m}^{-3}$ , foi o grupo dominante, apresentando uma maior dispersão dos valores de densidade em torno da média. Outros grupos frequentes foram as larvas de Bivalvia, com média de  $4,26 \text{ ind.m}^{-3}$ , seguidas pelas larvas de Decapoda, com média de  $2,71 \text{ ind.m}^{-3}$  (Figura 5.3.2-5).

Os resultados encontrados estão em consonância com os já observados na mesma área, através do estudo de baseline realizado, onde também foi observado além da dominância dos copépodes, a importância dos outros grupos como Appendicularia, Chaetognatha. Por outro lado, os taliáceos foram melhor representados na campanha atual do que na campanha realizada anteriormente.

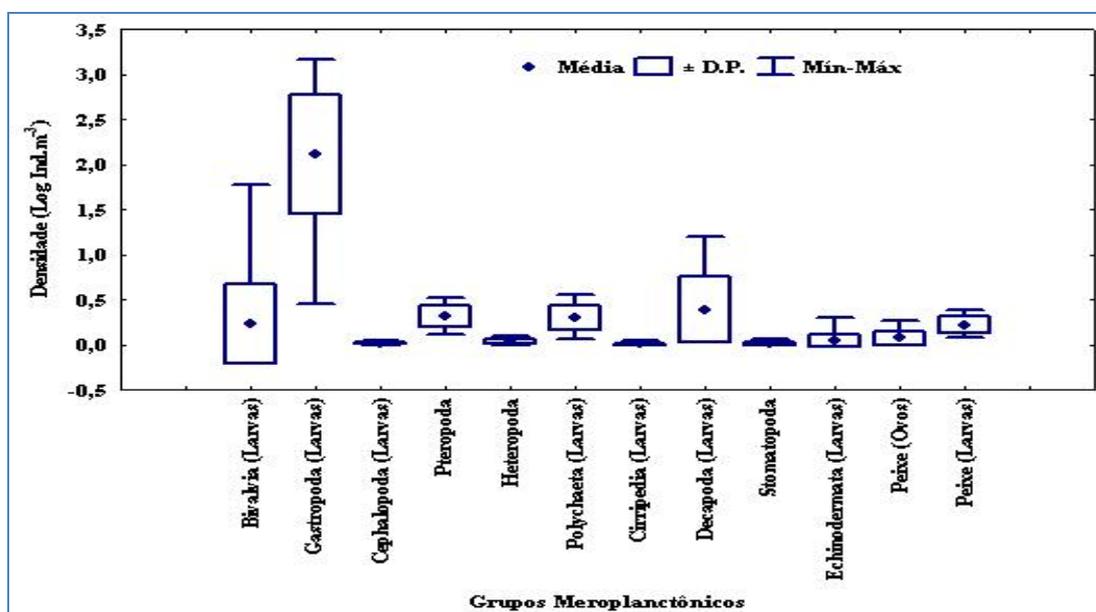


FIGURA 5.3.2-5 - Densidade dos grupos meroplancctônicos coletados durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

A densidade total do grupo Decapoda foi de  $40,65 \text{ ind.m}^{-3}$ . A menor e a maior abundância foram encontradas, respectivamente, na estação 14, com  $0,22 \text{ ind.m}^{-3}$  e na estação 8, com  $14,39 \text{ ind.m}^{-3}$ . Dentre as famílias de Decapoda, os Galatheidae (“lagostim”), os Processidae (“camarões”) e os Brachyura (“caranguejos”) foram as mais abundantes, com densidades médias de  $1,41 \text{ ind.m}^{-3}$ ,  $0,28 \text{ ind.m}^{-3}$  e  $0,19 \text{ ind.m}^{-3}$ , respectivamente. As densidades médias das outras famílias de Decapoda não foram superiores a  $0,11 \text{ ind.m}^{-3}$ .

Os valores do índice de diversidade específica variaram de 3,52 na estação 13, a 4,44 na estação 15 (Tabela 5.3.2-II). O menor valor de diversidade foi registrado na estação 13, devido à dominância da apendiculária *Fritillaria formica* e do copépode *Clausocalanus furcatus*. Os valores de equitabilidade acompanharam a variação da diversidade específica.

TABELA 5.3.2-II - Valores de diversidade e de equitabilidade nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Índices ecológicos		
estações	H'	J'
1	4,26	0,82
2	4,18	0,81
3	3,82	0,78
4	3,67	0,76
5	3,76	0,76
6	3,97	0,80
7	3,62	0,70
8	4,34	0,85
9	4,20	0,81
10	4,38	0,84
11	4,11	0,80
12	4,23	0,82
13	3,52	0,73
14	3,89	0,77
15	4,44	0,85

Deve-se destacar, também, a ocorrência de uma pequena diferença na composição específica, observada entre as estações de amostragem. A estação 13, que apresentou o menor valor de diversidade, apresentou o menor número de espécies identificadas (28), em comparação com a estação 15, que apresentou 38 espécies.

A análise das estações, com base na matriz de similaridade calculada para as 80 espécies identificadas na área dos cinco blocos analisados na Bacia de Campos, mostrou a formação de dois grupos com similaridade a 57,5%: o primeiro grupo (**A**) foi formado pelas estações 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, localizadas na área dos blocos BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43 (Figura 5.3.2-6). Quinze espécies explicaram 80% da similaridade neste grupo (teste de SIMPER), a saber, *Doliolum nationalis*, *Thalia democratica*, *Temora stylifera*, *Farranulla gracilis*, *Flaccisagitta enflata*, *Clausocalanus furcatus*, *Oncaea venusta*, *Oikopleura longicauda*, *Doliioletta gegenbauri*, *Parasagitta friderici*, *Calanoides carinatus*, *Paracalanus aculeatus*, *Corycaeus giesbrechti*, *Paracalanus quasimodo* e *Oithona plumifera*. Nessas estações foram encontrados os maiores valores médios de densidade zooplânctônica (631,80 ind.m<sup>-3</sup>) e os menores valores médios de diversidade específica (3,91).

O segundo grupo (**B**) foi formado pela estação 1 (localizada na área do bloco BM-C-41), e pelas estações 10, 12, 13, 14 e 15 (localizadas na área dos blocos BM-C-39 e BM-C-40) (Figura 3.2-6). As espécies *Clausocalanus furcatus*, *Oikopleura longicauda*, *Doliolum nationalis*, *Oncaea venusta*, *Fritillaria formica*, *Temora stylifera*, *Farranulla gracilis*,



*Flaccisagitta enflata*, *Fritillaria pellucida*, *Parasagitta friderici*, *Acrocalanus longicornis*, *Oikopleura fusiformis*, *Oikopleura rufescens*, *Undinula vulgaris* e *Mecynocera clausi* foram as responsáveis pela formação deste grupamento. Nessas estações foram encontrados valores médios intermediários para a densidade zooplânctônica ( $378,45 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e altos valores médios para a diversidade específica (4,12).

As estações 9 (bloco BM-C-43) e 11 (bloco BM-C-39) não foram associadas aos dois grupamentos, por apresentarem os menores valores de densidade zooplânctônica (valores inferiores a  $130,00 \text{ ind.m}^{-3}$ ).

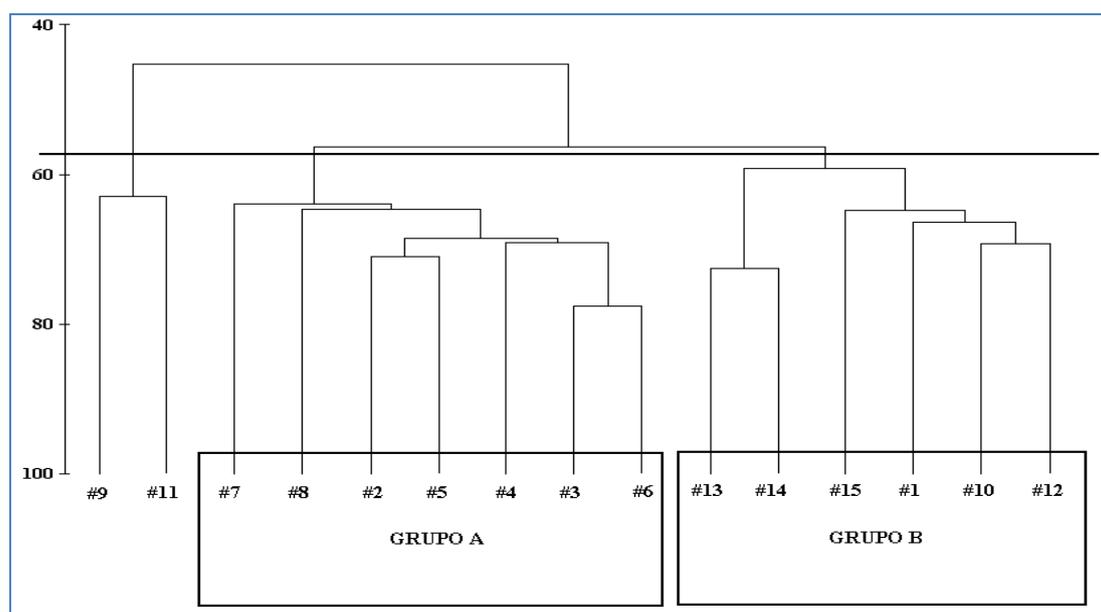


FIGURA 5.3.2-6 - Dendrograma de similaridade das estações de coleta durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos, com base na matriz de similaridade (Bray-Curtis) calculada para as 80 espécies do zooplâncton coletadas e as 15 estações, com similaridade superior a 57,5%.

Os dois grupamentos foram separados pela abundância dos Thaliacea *Doliolum nationalis* e *Thalia democratica*, na área dos blocos BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43 (Grupo A) e do Copepoda *Clausocalanus furcatus* e da Appendicularia *Fritillaria formica*, na área dos blocos BM-C-39 e BM-C-40 (Grupo B).

O zooplâncton do sistema oceânico na área estudada na Bacia de Campos foi composto por organismos holoplanctônicos (Copepoda e Thaliacea) e meroplanctônicos (larvas de Mollusca), principalmente. A proporção entre a ocorrência de grupos holoplanctônicos e meroplanctônicos reforça a caracterização da comunidade zooplânctônica como tipicamente oceânica. No entanto, aumentos discretos na composição e abundância dos grupos do meroplâncton podem estar associados à proximidade da costa, levando em consideração que a área de estudo está localizada na plataforma continental.

Os representantes mais numerosos do holoplâncton marinho, que possuem papel central na rede trófica, são os Copepoda, outros Crustacea, Urochordata como Appendicularia e Thaliacea, e predadores planctônicos como Hydromedusae e Chaetognatha (Cavalcanti & Larrazábal, 2004). No presente estudo, os organismos holoplanctônicos, como os Copepoda e os Thaliacea (salpídeos e doliólídeos), constituíram os grupos mais abundantes e com o maior número de espécies (copépodes), ocorrendo em todas as estações analisadas. O zooplâncton marinho é dominado por copépodes, sendo este o grupo com melhor descrição e maior conhecimento do Oceano Atlântico Sul (Boltovskoy, 1999).

A comunidade do zooplâncton foi caracterizada pela presença de espécies costeiras e oceânicas. Dentre os táxons de copépodes, os mais abundantes foram: as formas jovens dos gêneros *Clausocalanus* e *Paracalanus*, *Clausocalanus furcatus*, *Oncaea venusta*, *Temora stylifera*, *Farranulla gracilis*, *Calanoides carinatus* (espécie típica de água fria), *Paracalanus quasimodo*, *Acrocalanus longicornis* e *Corycaeus giesbrechti*, que representaram 29% do zooplâncton coletado na área de estudo. Entre as espécies mais abundantes e frequentes dos outros grupos zooplanctônicos, podemos citar *Flaccisagitta enflata* e *Parasagitta friderici* (quetognatos); *Oikopleura longicauda* e *Fritillaria formica* (apendiculárias); *Thalia democratica* e *Doliolum nationalis* (taliáceos). Com exceção do *P. friderici* e *T. democratica*, que são espécies costeiras ou com ocorrência em águas costeiras, todas as outras espécies, com alta frequência e abundância nas estações de amostragem, já foram encontradas em águas oceânicas do sudeste do Brasil (Avila *et al.*, 2006; Bonecker & Carvalho, 2006; Bonecker & Quintas, 2006a; Bonecker & Quintas, 2006b; Dias & Araujo, 2006).

A área de estudo apresentou uma grande riqueza de táxons, com a ocorrência de 152 táxons e 80 espécies ao longo do período de coleta. Este número é superior ao encontrado em outros ambientes oceânicos, como por exemplo, na região entre Ceará e Pernambuco (Gusmão *et al.*, 1997), com 108 táxons e ao registrado na plataforma continental, entre os paralelos 7°28'56"S-34°32'45"W e 3°21'08"S-38°40'29"W (Cavalcanti & Larrazábal, 2004), com 63 táxons (nordeste do Brasil). Entretanto, é necessário ter cautela ao comparar a riqueza de diferentes ambientes, pois se deve considerar a heterogeneidade dos ambientes, o esforço de coleta e o equipamento utilizado.

A diversidade específica foi alta (média de 4,03), indicando uma comunidade complexa e estabilidade ambiental. De acordo com Margalef (1989) a estabilidade do ambiente oferece um grau mais elevado de organização da pirâmide trófica. Nos resultados obtidos observa-se que a maior parte das estações analisadas apresentou alta equitabilidade, demonstrando que apesar da complexidade da comunidade, os organismos encontram-se bem distribuídos. A diversidade está compatível com a de outros sistemas oceânicos da costa brasileira (Gusmão *et al.*, 1997; Cavalcanti & Larrazábal, 2004), que demonstram um aumento em direção as águas da plataforma externa e ao oceano aberto (Lopes *et al.*,



2006). Segundo Margalef (1983) valores entre 3,5 e 4,5 são encontrados em região oceânica ou em comunidades costeiras em etapas mais avançadas de sucessão.

A análise de agrupamento revelou uma variação espacial entre as estações de coleta. A área dos blocos BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43 foi caracterizada pela abundância dos Thaliacea *Doliolum nationalis* e *Thalia democratica*, enquanto que a área dos blocos BM-C-39 e BM-C-40 pela dominância do Copepoda *Clausocalanus furcatus* e da Appendicularia *Fritillaria formica*.

Vale a pena ressaltar que as coletas foram realizadas em diferentes períodos do dia. Nas estações 1, 3, 4, 5, 6, 10, 14 e 15 as coletas foram realizadas no período diurno, enquanto que as estações 2, 7, 8, 9, 11, 12 e 13 foram coletadas a noite. Este fato poderia explicar, em parte, a diferença das associações de espécies encontradas entre as duas áreas. Outros parâmetros poderiam melhor explicar a variabilidade encontrada. Os fatores bióticos e abióticos exercem uma influência muito importante no estabelecimento de uma população em determinado ambiente aquático (Keppeler & Hardy, 2004). Assim, os organismos zooplanctônicos se distribuem na coluna d'água em função desses fatores abióticos (temperatura, oxigênio dissolvido, nutrientes, ventos e chuvas, radiação solar e estratificação da coluna d'água) e bióticos (relativa a interações com outros organismos, como os fitoplanctônicos).

A variação da densidade das espécies é um fator importante e que determina as mudanças na comunidade zooplânctônica. Boltovskoy (1981) estudou as características biológicas do zooplâncton em todo o Atlântico Sudoeste e concluiu que a composição das espécies na região do Complexo Subtropical, onde está inserida a área de estudo, apresenta variações sazonais. Considerando que os organismos do zooplâncton têm sua distribuição de larga escala ligada diretamente ao movimento das massas de água, as assembléias zooplanctônicas podem ser modificadas de acordo com a origem e mistura das águas que predominam numa determinada região (Boltovskoy, 1999).

De maneira geral, a comunidade zooplanctônica encontrada na área de estudo tem aspectos quali-quantitativos condizentes para este trecho da Bacia de Campos e da costa leste brasileira. Variações espaciais são provavelmente geradas por processos hidrológicos comuns de regiões próximas da quebra da plataforma continental.

A área dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos, apresenta uma grande riqueza taxonômica. O zooplâncton foi composto basicamente por organismos holoplanctônicos, principalmente Copepoda e Thaliacea, e meroplanctônicos (larvas de Mollusca, Gastropoda principalmente) que somados representaram 86% do total de organismos zooplanctônicos coletados.

As espécies mais abundantes dos principais grupos zooplancônicos, como as formas jovens dos copépodes *Clausocalanus* e *Paracalanus*, e as espécies *Clausocalanus furcatus*, *Oncaea venusta*, *Temora stylifera*, *Farranulla gracilis*, *Calanoides carinatus*, *Paracalanus quasimodo*, *Acrocalanus longicornis* e *Corycaeus giesbrechti*; os quetognatos *Flaccisagitta enflata* e *Parasagitta friderici*; as apendiculárias *Oikopleura longicauda* e *Fritillaria formica*; e os taliáceos *Doliolum nationalis* e *Thalia democratica* são espécies epi- e mesopelágicas, encontradas em águas tropicais, em ambientes costeiros e oceânicos e frequentes em toda costa brasileira.

Os resultados obtidos durante a campanha de monitoramento dos Blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos, estiveram em consonância com os já observados anteriormente na área dos blocos, através do estudo de baseline realizado anteriormente (OGX, 2009), sendo que as variações encontradas são normais e esperadas quando se estuda uma comunidade biológica em diferentes momentos e períodos. As variações observadas na composição e densidade da comunidade zooplancônica, provavelmente foram decorrentes de flutuações naturais e do transporte passivo dos organismos pelas correntes nas águas oceânicas oligotróficas da região de estudo.

### 5.3.3. ICTIOPLÂNCTON

Foram coletados 301 ovos de peixes e 435 larvas de peixes com as duas malhas da rede bongô. Apesar da maior parte dos ovos de peixes ter permanecido como não identificados, foi possível registrar ovos da ordem Anguilliformes, que inclui os congros e moréias e das famílias Trichiuridae (peixe-espada), Sternoptychidae (*Maurolicus stehmanni*) e Synodontidae. Foram identificadas 24 famílias e 29 espécies de larvas de peixes.

Em relação à distribuição espacial dos táxons identificados, observou-se que não houve uma grande diferença no número obtido em cada estação de coleta (Figura 5.3.3-1). Entretanto, observou-se um maior número de táxons na estação 2 e uma tendência de diminuição nas estações 10 e 14. Apenas as larvas da família Myctophidae ocorreram em todas as estações de coleta. A maioria dos táxons ocorreu em mais de uma estação, entretanto, alguns foram exclusivos de uma estação de coleta: *Aristostomias* sp., *Lampadena* sp., *Lepidophanes gausi*, *Lepidophanes guentheri*, Trachipteridae, *Ophidion nocomis*, Scorpaenidae, *Serranus* sp., *Pseudogramma gregoryi*, Lutjanidae, Callionymidae, *Antigonia* sp., *Bothus ocellatus* e Tetraodontidae (vide anexo ictioplâncton).



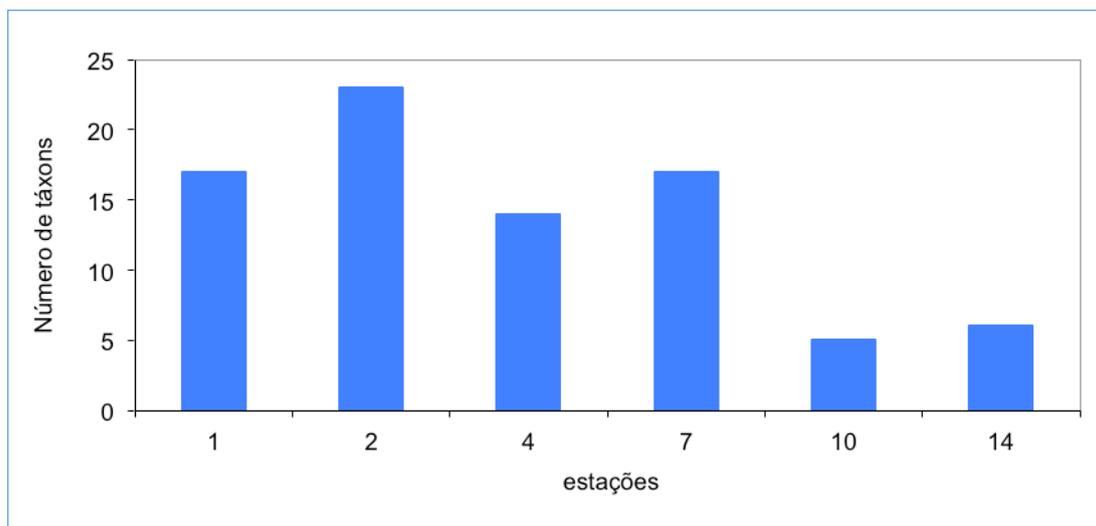


FIGURA 5.3.3-1 - Número de táxons em cada estação de coleta durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

De maneira geral, as densidades de ovos ( $< 80 \text{ ovos} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$ ) e larvas ( $< 100 \text{ larvas} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$ ) de peixes foram baixas na área estudada, assim como já observado anteriormente no estudo de baseline realizado anteriormente nos mesmos blocos (Tabelas 5.3.3-I e 5.3.3-II). Observou-se uma tendência de maiores densidade de ovos nas estações 7 e 14 (Figura 5.3.3-2) e de larvas de peixes nas estações 2 e 7 (Figura 5.3.3-3).

TABELA 5.3.3-I Valores de volume de água filtrada ( $\text{m}^3$ ), número e densidade de ovos de peixes ( $\text{ovos} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$ ), número e densidade de larvas de peixes ( $\text{larvas} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$ ), coletados com a malha de  $330 \mu\text{m}$  da rede bongô durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Densidades – $330 \mu\text{m}$					
estação	volume	nº de ovos	densidade	nº de larvas	densidade
1	197,01	61	30,96	92	46,70
2	133,54	16	11,98	57	42,68
4	98,82	24	24,29	27	27,32
7	52,29	32	61,19	50	95,61
10	53,33	12	22,50	12	22,50
14	32,58	23	70,60	8	24,56

TABELA 5.3.3-II Valores de volume de água filtrada ( $m^3$ ), número e densidade de ovos de peixes (ovos. $100m^{-3}$ ), número e densidade de larvas de peixes (larvas. $100 m^{-3}$ ), coletados com a malha de  $500\mu m$  da rede bongô durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Densidades – $500\mu m$					
estação	volume	nº de ovos	densidade	nº de larvas	densidade
1	226,19	52	22,99	48	21,22
2	153,91	12	7,80	95	61,72
4	118,82	9	7,57	12	10,10
7	64,12	20	31,19	22	34,31
10	68,96	13	18,85	6	8,70
14	49,81	27	54,21	6	12,05

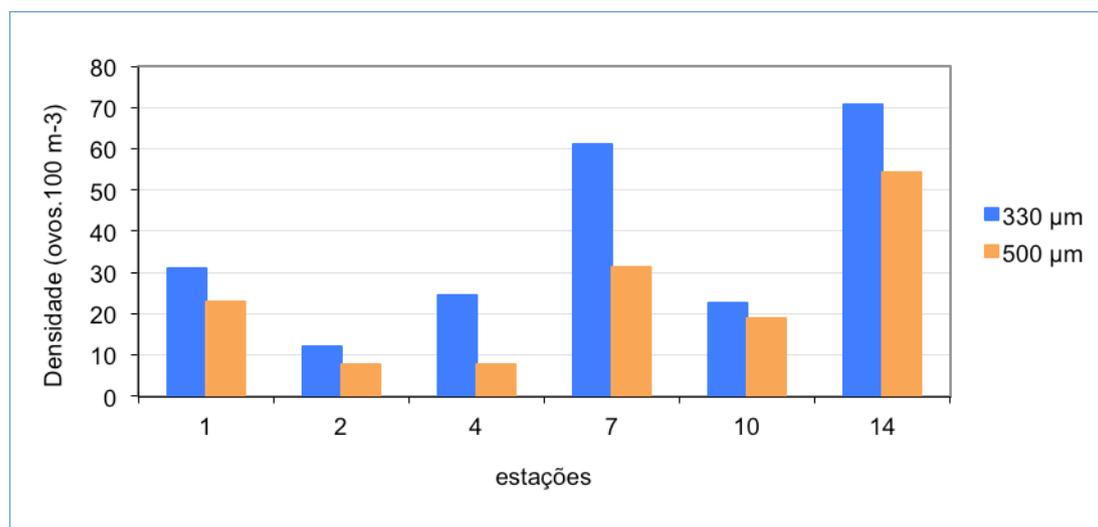


FIGURA 5.3.3-1 Densidade de ovos de peixes (ovos. $100 m^{-3}$ ) coletados com as malhas de 330 e  $500 \mu m$  em cada estação durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

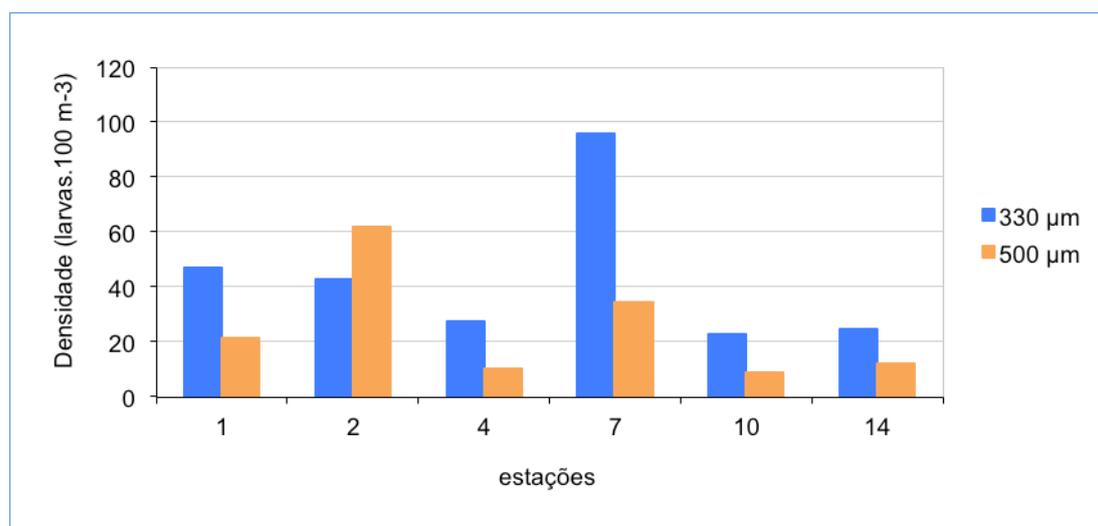


FIGURA 5.3.3-2 Densidade de larvas de peixes (larvas. $100 m^{-3}$ ) coletados com as malhas de 330 e  $500 \mu m$  em cada estação durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.



As larvas das famílias Myctophidae e Sternoptychidae foram as mais abundantes representando 42 e 19% do total de larvas identificadas na malha de 330µm e 43% e 13% na malha de 500 µm. A espécie *Lepidophanes gausi* foi a mais abundante na família Myctophidae e a família Sternoptychidae foi representada apenas por *Maurolicus stehmanni* (vide anexos ictioplâncton).

Em relação ao hábito de vida das famílias identificadas observou-se que apesar das famílias demersais (11 táxons) terem ocorrido em maior número, as larvas das famílias pelágicas (7 táxons) e meso-batipelágicas (6 táxons) foram mais abundantes, representando respectivamente, 25% e de 65% do total de larvas identificadas na malha de 330µm (Figura 5.3.3-3) e 27% e 61% na malha de 500µm (Figura 5.3.3-4). Esse predomínio de larvas de famílias pelágicas e meso-batipelágicas deveu-se ao predomínio das famílias Bregmacerotidae, Scombridae e Myctophidae, Sternoptychidae, respectivamente.

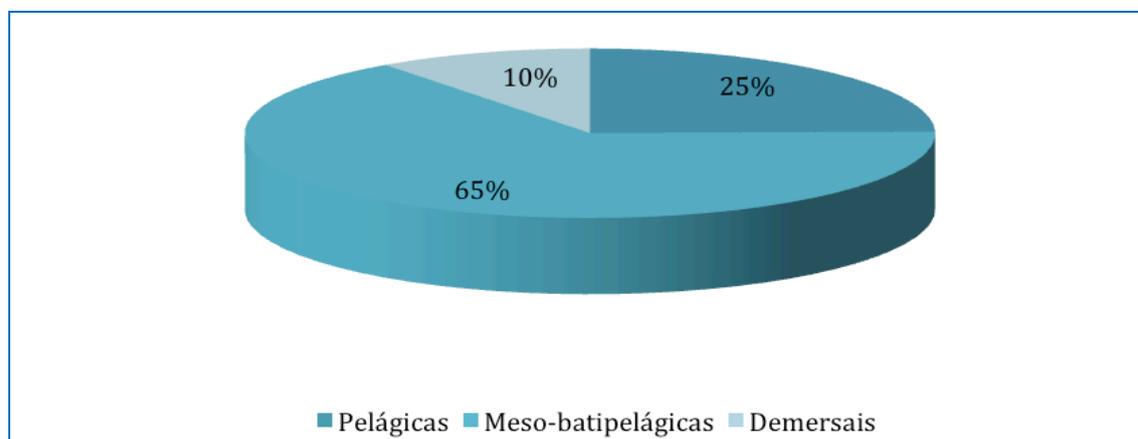


FIGURA 5.3.3-3 Percentual da densidade de larvas de peixes pelágicas, meso-batipelágicas e demersais coletadas com a malha de 330µm durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

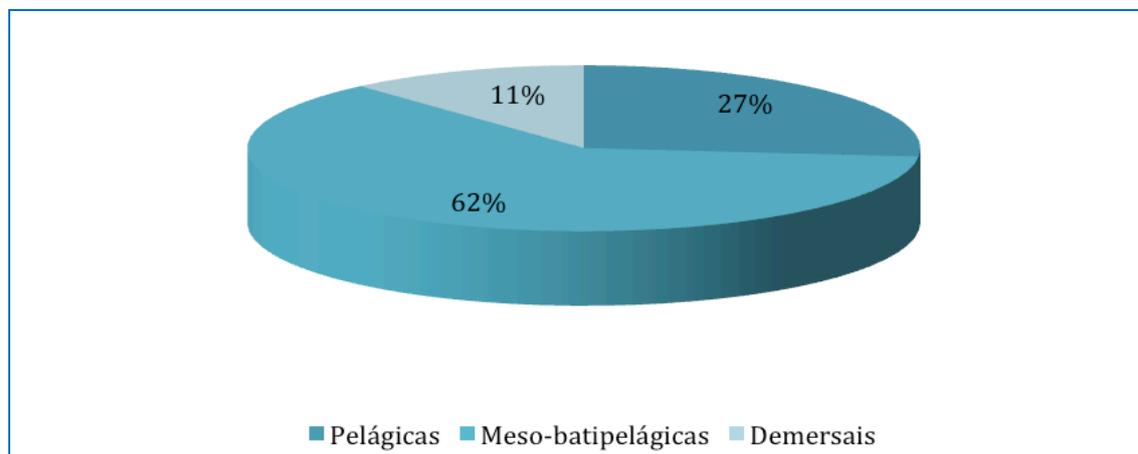


FIGURA 5.3.3-4 Percentual da densidade de larvas de peixes pelágicas, meso-batipelágicas e demersais coletadas com a malha de 500µm durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.

Na análise do dendrograma foi possível verificar a formação de apenas um grupo similaridade de 50%, formado pelas estações 1, 4 e 7 (Figura 5.3.3-5). Esse grupo foi formado pela presença exclusiva de larvas de *Myctophum affine* e pelas maiores densidades de *Maurolicus stehmanni*. A estação 10 se destacou das demais por apresentar o menor número de táxons. A estação 14 também se destacou por apresentar menor densidade de *Maurolicus stehmanni*, maior densidade de *Bregmaceros atlanticus* e presença exclusiva de Callionymidae e *Microgobius carri*. A estação 2 ficou destacada devido a presença exclusiva de Engraulidae, *Lepidophanes gaussi*, *Coryphaena hippurus*, *Trachurus lathami*, Scaridae e *Antigonia* sp.

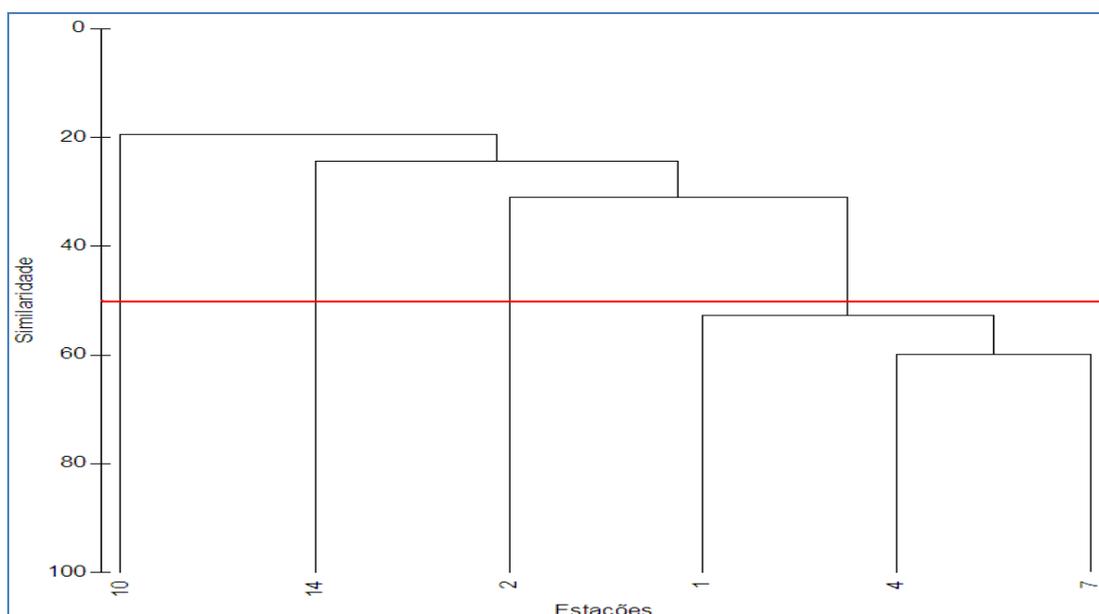


FIGURA 5.3.3-5 Análise de agrupamento das amostras obtidas com a malha de 330 µm da rede bongô durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Baía de Campos.

Na maioria dos trabalhos sobre ictioplâncton normalmente os ovos de peixes não são identificados até o nível taxonômico de espécie devido a pouca literatura com a descrição desse estágio de desenvolvimento. Porém, determinadas espécies apresentam ovos com características muito particulares que tornam possível a identificação, em alguns casos, até espécie. Nesse estudo foram identificados ovos de Anguilliformes que são redondos com espaço perivitelínico grande e vitelo segmentado, podem apresentar uma ou muitas gotas de óleo ou mesmo ausência de gotas (Charter & Moser, 1996; Richards, 2006). Entre os demais ovos identificados são importantes as seguintes características: ovos de Trichiuridae são grandes com espaço perivitelínico rosado (Sandknop & Watson, 1996); ovos de *M. stehmanni* possuem a membrana externa ornamentada formando hexágonos (Richards, 2006); e ovos de Synodontidae também possuem a membrana externa ornamentada na forma de polígonos (Stevens & Moser, 1996).



Na área dos cinco blocos exploratórios foi registrado um baixo número de táxons de larvas de peixes quando comparado a outros estudos desenvolvidos na mesma área. Esse resultado pode ter sido influenciado pelo horário da coleta, uma vez que algumas estações foram realizadas durante o dia quando normalmente são registradas menores densidades planctônicas. Nesse estudo, os maiores números de táxons coincidiram com as coletas noturnas em duas estações. Nenhuma espécie coletada durante este estudo é endêmica dessa região ou está ameaçada de extinção (DOU, 2004). Todas as espécies identificadas já haviam sido registradas na costa brasileira e/ou na Bacia de Campos, durante o estágio larval e/ou adulto (Figueiredo *et al.*, 2002; Menezes *et al.*, 2003; Bonecker & Castro, 2006; Castro, 2006).

As larvas das famílias Myctophidae e Scombridae que foram as mais abundantes nesse estudo também se destacaram em outros trabalhos desenvolvidos nas costas sudeste e sul brasileira (Katsuragawa *et al.*, 1993; Nonaka *et al.*, 2000).

Comparando a dominância encontrada nessa campanha com o estudo realizado anteriormente na mesma área dos blocos foi possível observar algumas similaridades nas estruturas das comunidades ictioplanctônicas estudadas, como algumas variações, como por exemplo, a dominância da família Clupeidae (sardinhas) encontrada no estudo de baseline (OGX, 2009). Tais variações, contudo, são normais e esperadas quando se estudam comunidades biológicas coletadas em diferentes períodos. Possivelmente, as variações observadas na composição e densidade de larvas e ovos de peixes foram decorrentes de flutuações naturais ligadas ao período e intensidade de desova das espécies de peixes e ao transporte passivo das larvas pelas correntes nas águas oceânicas oligotróficas da região de estudo.

A dominância das assembléias de larvas de peixes por alguns táxons é um fato comum nos estudos de ictioplâncton (Ahlstrom, 1971; Houde & Lovdal, 1984; Katsuragawa *et al.*, 1993). As larvas da família Myctophidae normalmente predominam em estudos desenvolvidos nas regiões oceânicas de todo o mundo (Hulley, 1981; Richards, 1984; Olivar, 1988; Flores-Coto & Ordoñez-López, 1991; Doyle *et al.*, 1993; Olivar & Shelton, 1993; Richards *et al.*, 1993; Nonaka *et al.*, 2000; Neira, 2005). No oceano Índico, as larvas de Myctophidae representam aproximadamente 47% da captura total (Moser & Ahlstrom, 1970) e a biomassa total dessa família pode corresponder a mais de 600 milhões de toneladas (Moser & Ahlstrom, 1996; Moser & Watson, 2006).

Entre os táxons de larvas de peixes identificados na área estudada, alguns apresentam importância comercial como Manjubas, Cavalinha, Xixarro, Solha. A família Scaridae (*Sparisoma* sp.) possui representantes que são muito utilizados em aquarofilia (Szpilman, 2000). As espécies com hábitos mesopelágicos não são comercializadas, mas são consideradas um elo trófico importante na cadeia alimentar oceânica (Okiyama, 1971).

Algumas espécies da família Myctophidae realizam migração vertical diária, e são responsáveis pela transferência de matéria orgânica da superfície, onde se alimentam, para camadas mais profundas (Nafpaktitis *et al.*, 1977; Willis & Pearey, 1982; Angel & Pugh, 2000; Angel, 2003). Representantes dessa família servem também como alimento para algumas espécies que possuem importância comercial como os atuns e os bonitos (Nafpaktitis *et al.*, 1977).

Nesse estudo foram coletadas famílias com hábitos muito variados, e algumas são pelágicas, mesopelágicas, demersais ou vivem em associação com formações coralinas como Scaridae (*Sparisoma* sp.), que constitui a maior biomassa desses ambientes (Menezes & Figueiredo, 1985) e Tetraodontidae. Algumas famílias como Engraulidae, Gobiidae, Scorpaenidae, Serranidae e Carangidae possuem uma distribuição mais costeira (Figueiredo & Menezes, 1978; 1980) e as famílias Gonostomatidae (*Cyclothone* sp.), Myctophidae (*Myctophum* sp., *M. affine*, *Diaphus* sp., *Lampadena* sp., *Lepidophanes gaussi*, *L. guentheri*), Phosichthyidae (*Pollichthys mauli*), Stomiidae (*Aristostomias* sp.), Paralepididae (*Lestrolepis intermedia*), Coryphaenidae (*Coryphaena hippurus*) e Scombridae são mais oceânicas (Menezes & Figueiredo, 1980; Figueiredo & Menezes, 2000; Richards, 2006). Larvas de famílias com hábitos pelágicos e mesopelágicos normalmente são as mais abundantes em trabalhos sobre ictioplâncton na costa brasileira (Bonecker *et al.*, 1992/93; Katsuragawa *et al.*, 1993; Ekau & Matsuura, 1996; Nonaka *et al.*, 2000) assim como registrado no presente estudo.

As baixas densidades de ictioplâncton registrados nesse estudo podem estar relacionadas ao fato de algumas estações terem sido realizadas durante o dia e às características hidrológicas dessa área. A região da Bacia de Campos é oligotrófica, com baixa produtividade que reflete uma baixa densidade de organismos zooplânctônicos e consequentemente baixa densidade de ovos e larvas de peixes.

Apesar de ter sido observada a formação de uma assembléia de larvas de peixes na área estudada até o momento não é possível estabelecer um padrão de distribuição espacial do ictioplâncton nessa região. Estudos temporais mais longos poderão contribuir para uma melhor avaliação da existência de um padrão espacial e sazonal de distribuição das espécies de larvas de peixes nessa região.

#### 5.3.4. MACROFAUNA

Na maior parte dos estudos sobre os efeitos de atividade petrolífera sobre o bentos marinho, a macrofauna é o componente mais utilizado. Talvez, os motivos principais estejam ligados à falta de especialistas e suposta dificuldade na identificação dos grupos. Além disso, a limitação de recursos para os estudos, normalmente leva a escolha de apenas um componente faunístico. A conveniência do uso da macrofauna é dada pela



extensa literatura disponível, facilitando a interpretação dos dados, a relativa facilidade de manipulação e a identificação dos grupos dominantes.

As operações de perfuração para a extração de óleo e gás em áreas marinhas pode ser dividida em duas fases principais: a de exploração e a de desenvolvimento. A perfuração exploratória envolve a perfuração de poços com o objetivo de se determinar a presença de hidrocarbonetos. A fase exploratória é usualmente curta, onde um único poço é perfurado em períodos entre 60 a 90 dias. Se os hidrocarbonetos estiverem presentes, poços adicionais são perfurados para avaliação das dimensões do acúmulo de petróleo e do seu delineamento. Já a fase de desenvolvimento refere-se à etapa de produção do campo. A perfuração de desenvolvimento ocorre em um intervalo de tempo mais extenso em que poços múltiplos são perfurados em diferentes partes do reservatório (Baker, 1998).

O lançamento de cascalhos durante o processo de perfuração pode afetar a fauna bêntica marinha por dois tipos de processos- físicos e químicos. Os efeitos de natureza física são aqueles gerados pela deposição do cascalho no assoalho marinho e são independentes do tipo de fluido utilizado na perfuração. Estes efeitos são primariamente condicionados pelas propriedades do cascalho, que variam tanto em sua forma e em seu tamanho, quanto no volume final depositado. A deposição do cascalho altera a granulometria do fundo, influenciando os organismos de superfície bem como os de subsuperfície. Os efeitos físicos, deste modo, podem determinar uma redução da infauna bêntica, através do soterramento da fauna pelas pilhas de cascalho, e um aumento de formas epifaunais, através do aumento da heterogeneidade do sedimento superficial e colonização da pilhas de cascalho (Hurley & Ellis, 2004; Netto et al., 2009).

Durante o processo de perfuração de um poço de petróleo, fluidos são lançados com alta pressão para removerem sedimentos grosseiros e cascalho, permitindo assim o melhor deslocamento e a penetração da broca de perfuração no assoalho oceânico. Os fluidos de perfuração são utilizados ainda para manterem a estabilidade do poço, prevenindo situações de potencial perigo de vazamento. A formulação dos fluidos de perfuração é extremamente variável, e podem ser classificados em dois tipos: à base de água e fluidos não-aquosos (Darley & Gray, 1988).

Embora exista a reciclagem e seleção dos fluidos não aquosos e sedimentos associados pelas plataformas de petróleo, estima-se que 25% destes fluidos sejam lançados ao ambiente marinho, absorvidos ao cascalho de perfuração, numa proporção de 10 a 15 % do peso do cascalho. A extensão e espessura dos depósitos finais de cascalho são dependentes- além da própria quantidade de cascalho lançado- das condições oceanográficas locais e da profundidade de perfuração. Em águas rasas e/ou de baixa energia, a deposição inicial tende a ser mais localizada que em áreas de águas profundas. Como consequência, a espessura dos depósitos de cascalho e as concentrações de hidrocarbonetos tendem a ser menores em zonas profundas. Uma vez depositados, a

persistência do cascalho dependerá de uma série de fatores como ressuspensão e transporte dos sedimentos, e a velocidade da biodegradação (Neff *et al.*, 2000; Hurley & Ellis, 2004).

No presente estudo de monitoramento ambiental dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, localizados na Bacia de Campos foi registrado um total de 61 taxas macrobênticos ao longo das estações de amostragem. Entre os taxa registrados, os Polychaeta foram aqueles que mostraram a maior riqueza, com 31 grupos (famílias). Os Amphipoda foram o grupo numericamente dominante, representando 54,1% do total da macrofauna coletada, seguido pelos Polychaeta (38,2%). Entre os anfípodas, a família Chevaliidae foi a mais abundante com um total de 89% dos indivíduos coletados (Figura 5.3.4-1). Já entre os poliquetas a família Syllidae representou 20% dos organismos coletados . Nos blocos localizados mais ao norte (BM-C-39 e BM-C-40) os anfípodas dominaram amplamente a macrofauna. Por outro lado, ao sul, nos blocos BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, os poliquetas foram os organismos mais abundantes (Figura 5.3.4-2).



FIGURA 5.3.4-1 Foto de um exemplar do Amphipoda da família Chevallidade e do poliqueta da família Syllidae, organismo numericamente dominante da macrofauna nas estações durante a campanha de caracterização ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43 na Bacia de Campos.



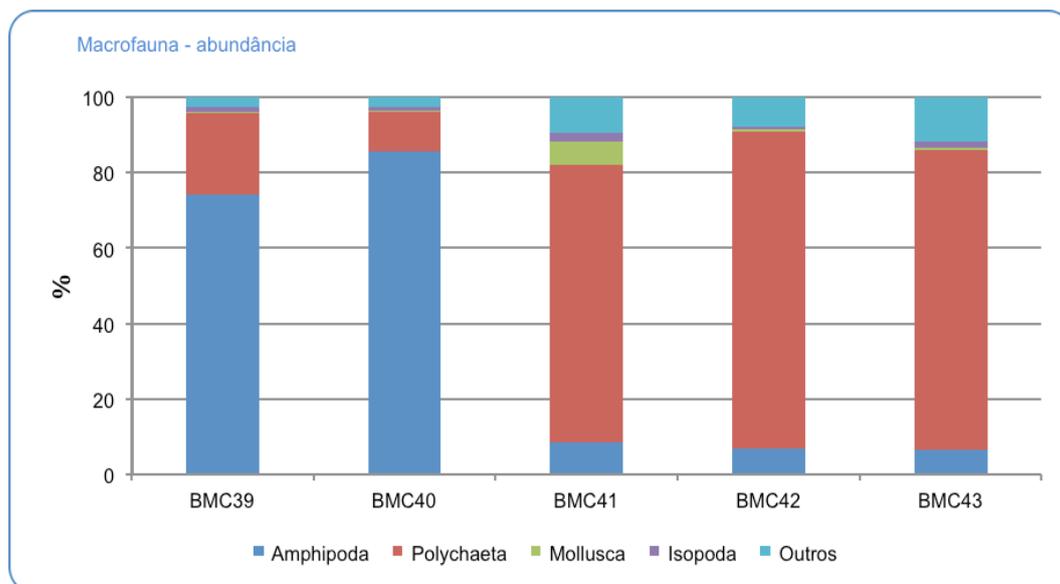


FIGURA 5.3.4-2 Abundância relativa dos grupos macrobênticos encontrados nas estações durante a campanha de caracterização ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43 na Bacia de Campos.

Embora os anfípodos tenham mostrado densidades médias maiores nos blocos BM-C-39 e BM-C-40, sua variabilidade dentro destes blocos foi também muito elevada. Isso também ocorreu com a maior parte dos grupos (Figura 5.3.4-3). Como resultado, a densidade da maior parte dos diferentes grupos da macrofauna entre os blocos amostrados não variou significativamente, com exceção dos Polychaeta ( $F= 6,5$ ;  $p= 0,0003$ ) e Mollusca ( $F= 4,45$ ;  $p= 0,004$ ).

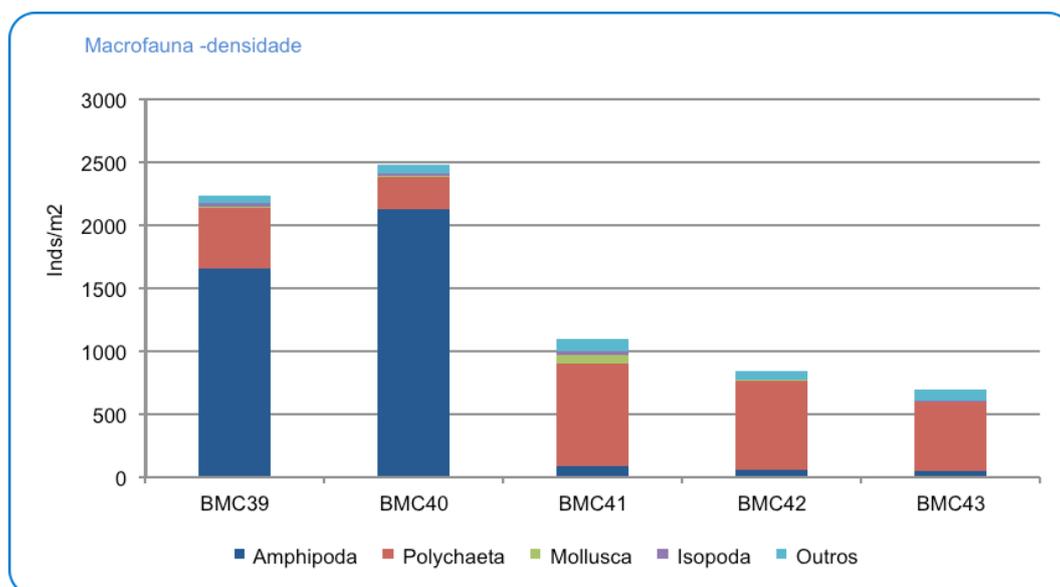


FIGURA 5.3.4-3 Densidade média por grupos macrobênticos encontrados nas estações durante a campanha de caracterização ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43 na Bacia de Campos.

A macrofauna exibiu uma relativa homogeneidade no número de taxa ao longo das estações de amostragem (Figura 5.3.4-4). As exceções foram os blocos BM-C-39 (ponto 11) e BM-C-40 (pontos 14 e 15) onde os valores foram mais baixos, em particular das famílias de poliqueta. Ainda assim, o número de taxa entre os blocos ( $F < 1,2$ ;  $p > 0,3$ ) e pontos ( $F < 1,6$ ;  $p > 0,1$ ) amostrados não diferiram significativamente.

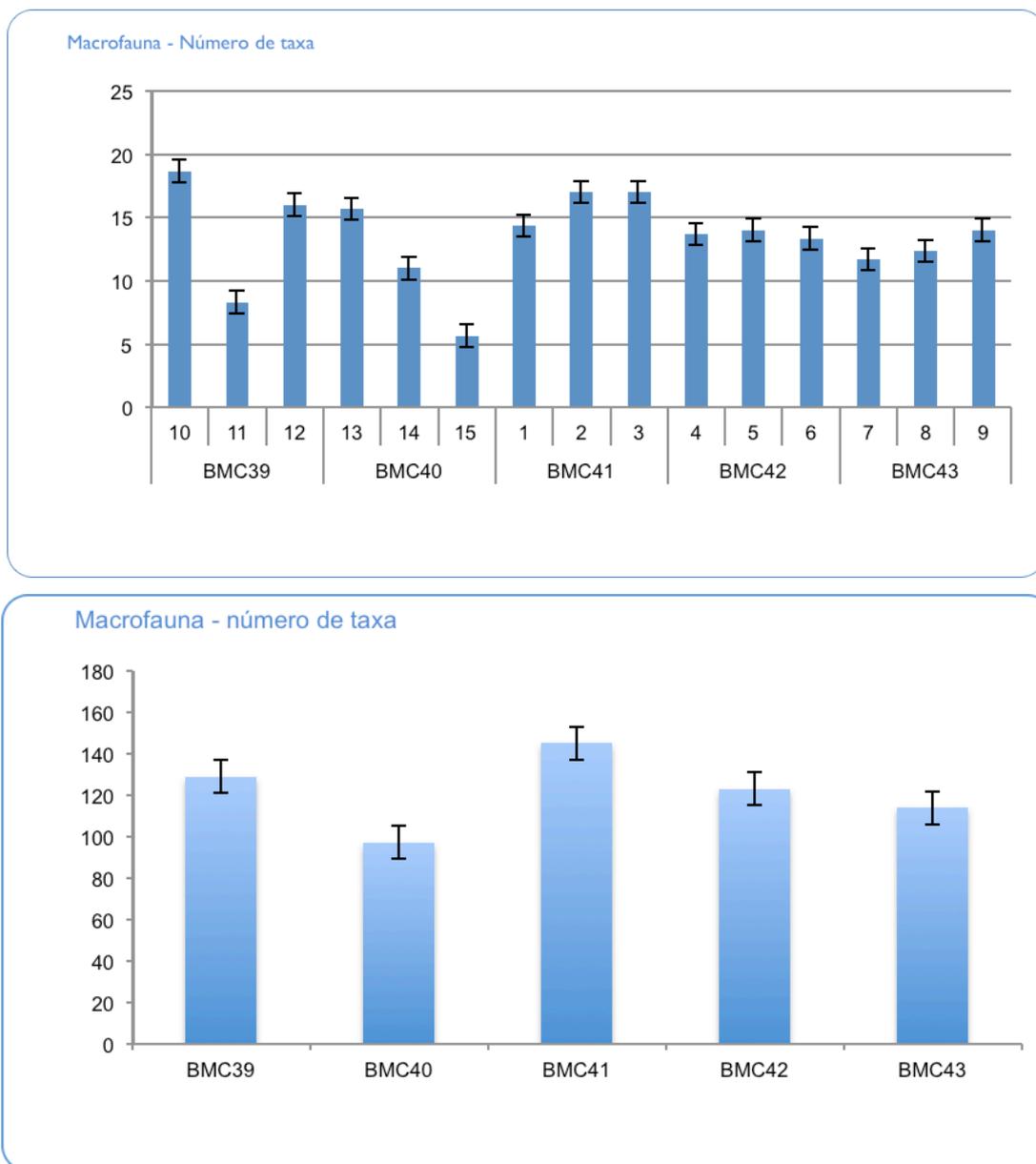


FIGURA 5.3.4-4 Número médio de taxa da macrofauna encontrado nas estações durante a campanha de caracterização ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43 na Bacia de Campos.

Valores de densidade total da macrofauna oscilaram entre 106 e 12574 inds.m<sup>-2</sup> (média de 1469 inds.m<sup>-2</sup>). Estes valores diferiram significativamente entre os pontos amostrados ( $F > 3,69$ ;  $p < 0,001$ ). Podemos observar que, de modo geral, a densidade foi relativamente



homogênea, com exceção os pontos amostrais 12 e 13 dos blocos BM-C-39 e BM-C-40 respectivamente (Figura 5.3.4-5). A densidade entre os blocos também foi maior nos blocos BM-C-39 e BM-C-40 embora esta variação não tenha sido significativa ( $F < 1,3$ ;  $p > 0,32$ ). Maiores densidades médias nos blocos BM-C-39 e BM-C-40 foram determinadas pelos anfípodas. Já nos demais blocos, os poliquetas da Syllidae exibiram a maior densidade.

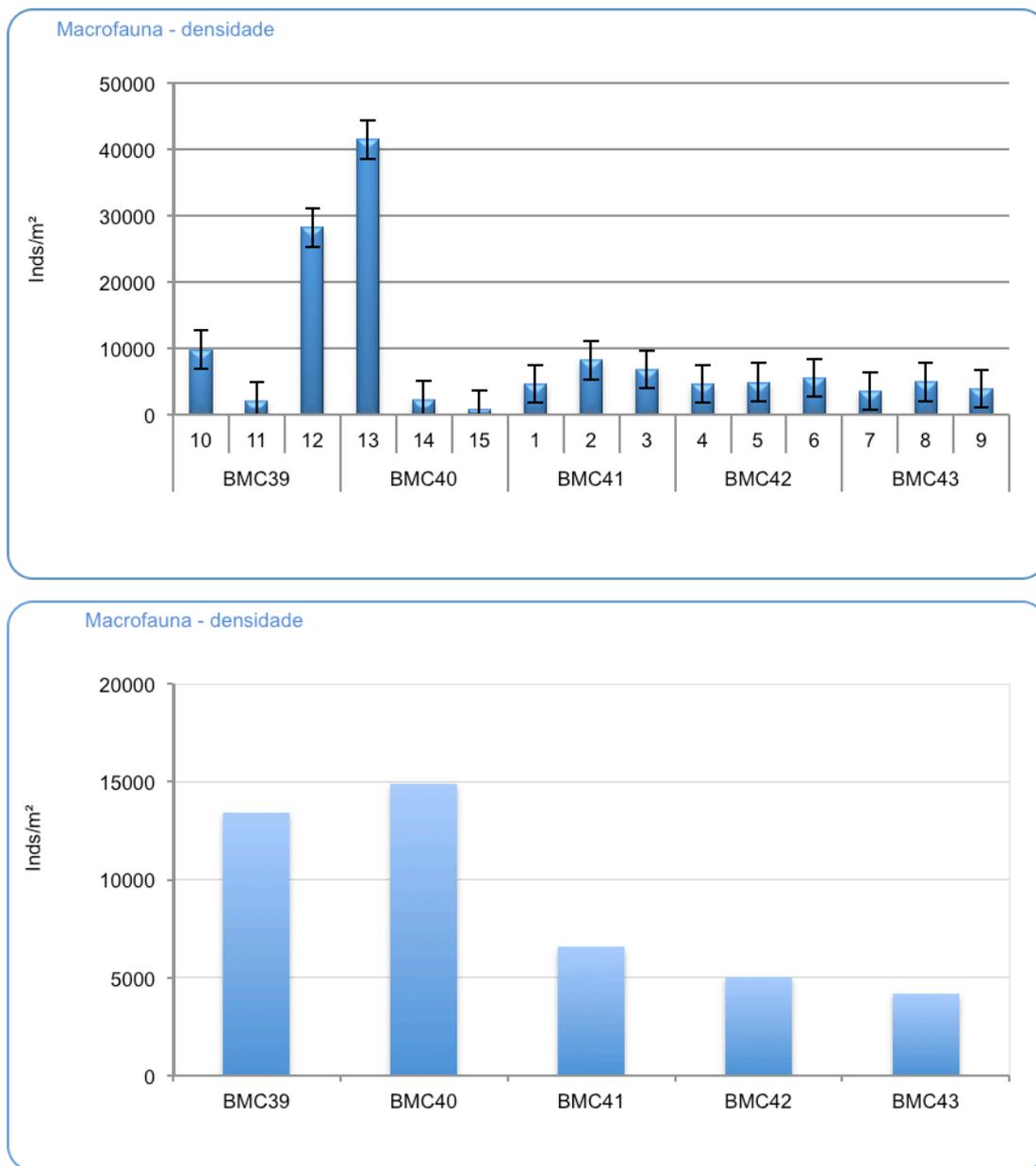


FIGURA 5.3.4-5 Densidade total média da macrofauna encontrada nas estações durante a campanha de caracterização ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43 na Bacia de Campos.

Os valores de diversidade ( $H'$ ), em função do grande domínio numéricos dos anfípodas, foram significativamente menores nos pontos 12 e 13 ( $F=7,3$ ,  $p < 0,0001$ ), bem como nos blocos BM-C-39 e BM-C-40 ( $F=5,7$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 5.3.4-6).

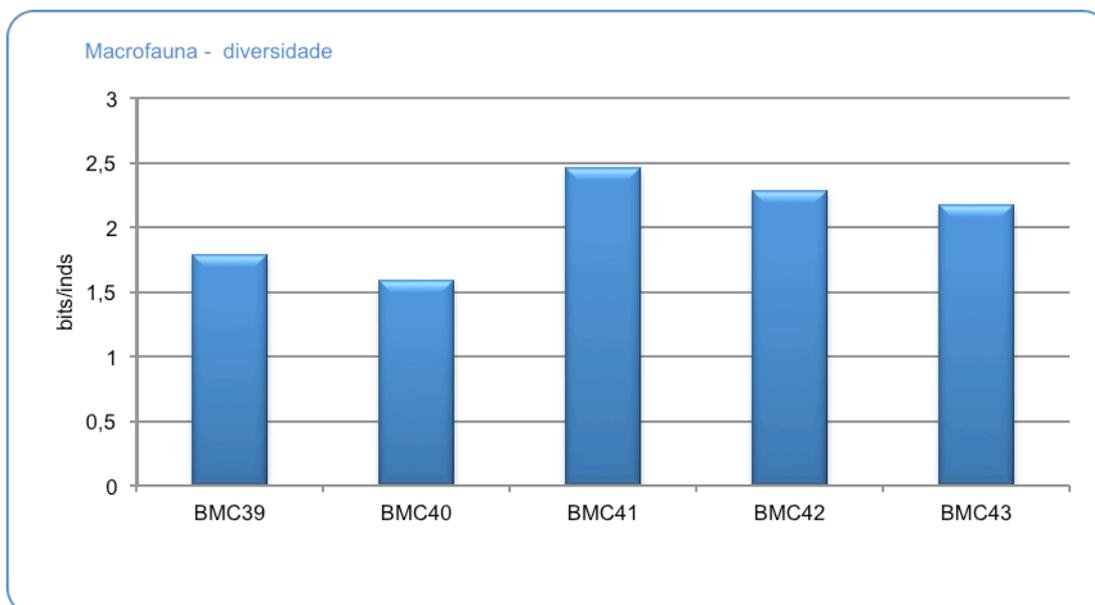
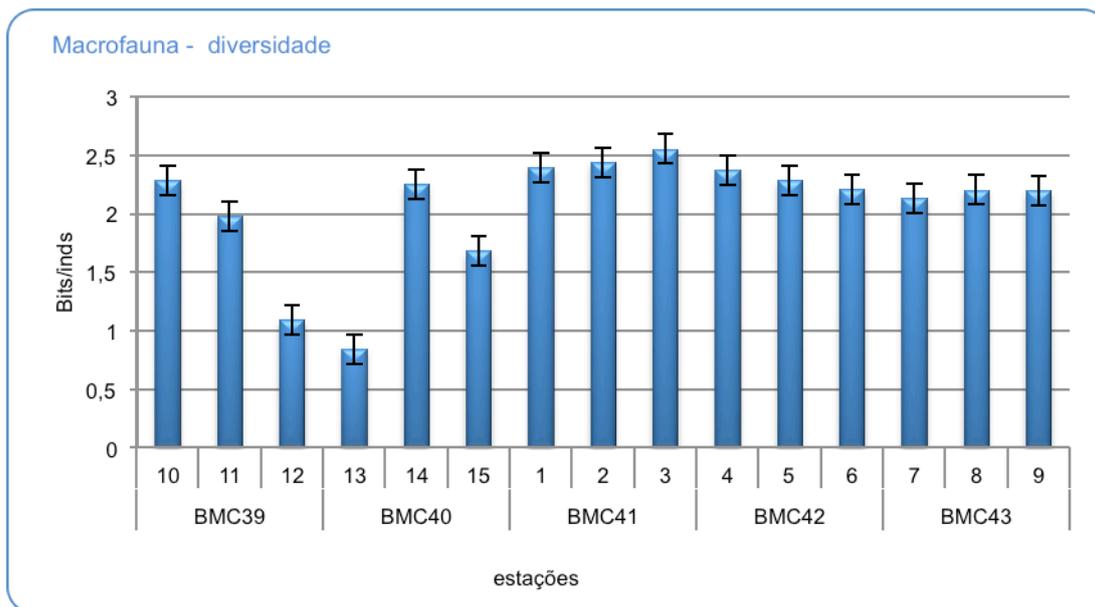


FIGURA 5.3.4-6 Valores médios de diversidade da macrofauna encontrada nas estações durante a campanha de caracterização ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43 na Bacia de Campos.

Os resultados da análise de ordenamento dos dados derivados da macrofauna corroboraram as variações entre os blocos observadas nas análises univariadas. Na análise de proximidade (MDS) foi possível distinguir claramente os blocos localizados ao norte BM-C-39 e BM-C-40, dos demais blocos mais ao sul da bacia de campos (Figura 5.3.4-7).

Podemos observar também que, como observado pelos descritores univariados, os pontos dos blocos BM-C-39 e BM-C-40 mostraram maior variabilidade da fauna. Quando os pontos amostrais foram classificados pela posição geográfica, ficaram evidentes as diferenças da fauna amostra nos blocos norte e sul (Figura 5.3.4-8).



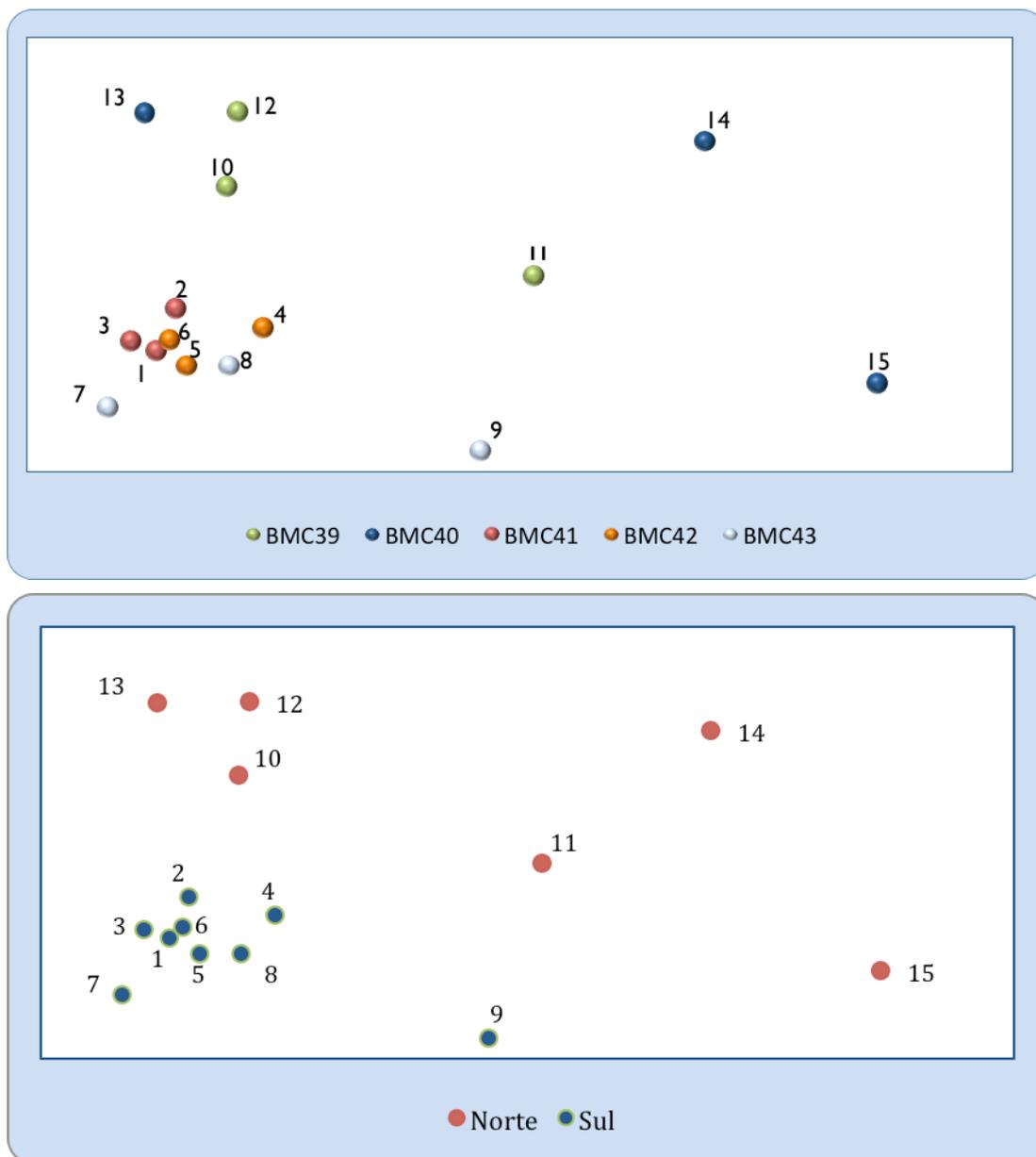


FIGURA 5.3.4-7 Análise de ordenação (MDS) dos dados da macrofauna nas estações durante a campanha de caracterização ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos.

As matrizes da macrofauna e as derivadas dos dados abióticos mostram valores de correlação baixos (0,1). Isoladamente, os parâmetros derivados da granulometria, em particular as porcentagens de areia, assim como a profundidade, foram os parâmetros que melhor explicaram a variabilidade da macrofauna. Os resultados da análise Bioenv, mostram uma correlação de 0,33 destes parâmetros com a matriz de dados da macrofauna. As variações dos demais parâmetros, como carbono orgânico e teores de matéria orgânica, não parecem ter afetado os padrões de distribuição da fauna na escala analisada.

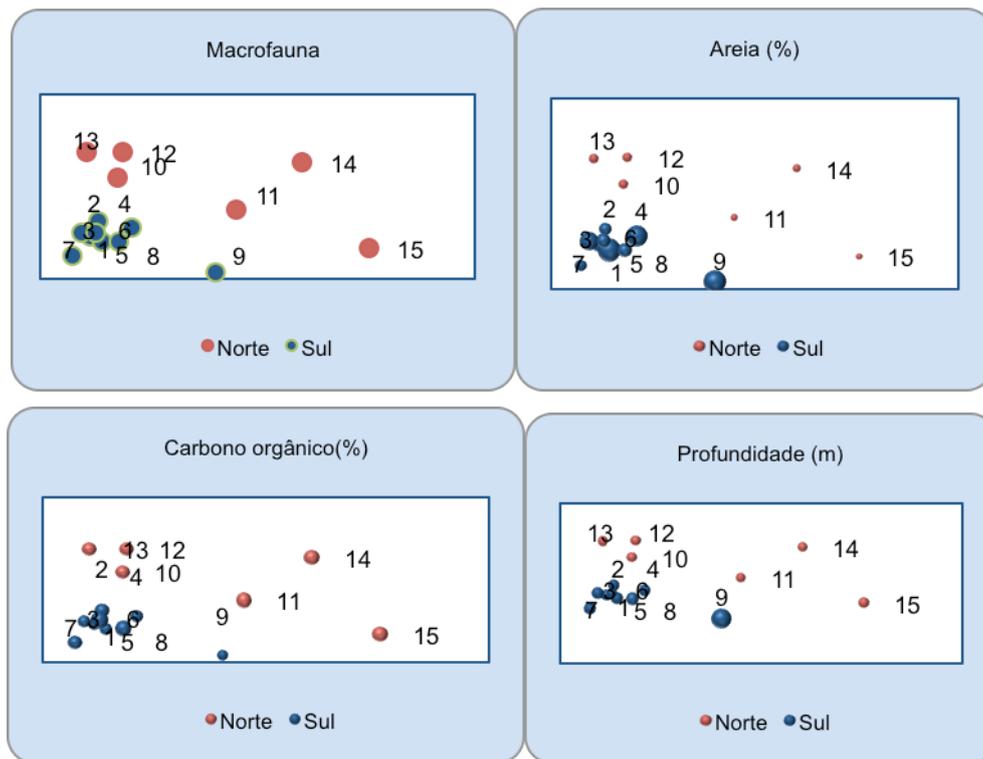


FIGURA 5.3.4-8 Análise de ordenação (nMDS) da macrofauna nas estações agrupadas pela posição geográfica e sobreposição dos valores de areia, carbono orgânico e profundidade durante a campanha de caracterização ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos. Tamanho dos círculos são proporcionais aos valores dos parâmetros.

Para a macrofauna, os resultados deste estudo mostraram algumas diferenças da macrofauna com a relação à campanha de baseline (OGX, 2009). O grupo dominante neste programa de monitoramento foram os anfípodos e, juntamente com os poliquetas, compreenderam mais de 90% da fauna. Já na campanha de baseline, os moluscos dominaram numericamente a fauna representando quase metade da fauna (48%; PIR2, 2009). Além disso, os valores de riqueza do macrobentos foram inferiores aos observados na campanha de baseline (OGX, 2009). Estas diferenças observadas nos resultados são possivelmente relacionadas com variações espaciais e temporais a que a fauna bêntica está sujeita. Além disso, diferenças metodológicas também podem ter influenciado nestas diferenças. A elevada dominância de moluscos na campanha de baseline deve-se possivelmente a quantificação de conchas de organismos já mortos (antes da amostragem), o que não foi considerado nesta campanha.

Os valores de densidade total da macrofauna neste programa de monitoramento oscilaram entre 106 e 12574 inds.m<sup>-2</sup> (média de 1469 inds.m<sup>-2</sup>) foram levemente superiores aos determinados nas amostragens de baseline, mas dentro de nas variações usuais exibidas pela macrofauna. Estes valores são semelhantes aos estudos na região, como por exemplo Santos *et al.* (2009).



A macrofauna bêntica exibiu claras diferenças entre os blocos amostrados mais ao norte daqueles mais ao sul. Estas diferenças foram detectadas tanto nos valores de riqueza, densidade e diversidade, quanto nas análises multivariadas. Os blocos BM-C-39 e BM-C-40, localizados ao norte, foram caracterizados por elevadas densidades de anfípodas e menores valores médios de riqueza e diversidade. Por outro lado, amostras tomadas nos blocos BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, localizadas mais ao sul, foram especialmente caracterizadas pela presença de poliquetas Syllidae. Estas variações parecem ser claramente relacionadas com a variação nos sedimentos – mais arenoso ao sul, como mostrado pelas análises multivariadas. Os Syllidae são organismos tipicamente associados a sedimentos carbonáticos, em particular areia grossa e mal selecionada (Tunnel, 1978; Netto *et al.*, 1999). Já, os anfípodas, com registrado por Santos *et al.* (2009), são bastante frequentes e usualmente dominam a macrofauna em diversas áreas ao longo da Bacia de Campos.

#### 5.3.5. MEIOFAUNA

Além da distinção de tamanho, o delineamento do meiobentos e macrobentos também se dá pela composição e estratégia de vida dos grupos que compõem estes invertebrados (Warwick, 1984; Giere, 2009). A meiofauna, muito menor e usualmente dominada por Nematoda e Copepoda, apresenta uma repartição de recursos e comportamento alimentar mais especializado, selecionando ativamente o item e tamanho da partícula alimentar. A meiofauna tem recentemente recebido atenção como indicador de perturbações ambientais causadas por atividades petrolíferas (Agard *et al.*, 1993; Netto *et al.*, 2009). Potencialmente, há várias vantagens do uso da meiofauna em relação à macrofauna, tradicional componente do bentos utilizado em estudos de impacto ambiental causado por petróleo. Entre as potenciais vantagens da meiofauna incluem-se o menor tamanho e maior densidade populacional, de maneira que amostras menores podem ser coletadas. Isto implica em importante redução de custos de amostragem e possibilidade de aumento da malha amostral. Outra grande vantagem do uso do meiobentos em relação ao macrobentos está em seu menor tempo de geração (ciclo de vida medido em meses) e ausência de fase larval durante o ciclo de vida, o que sugere uma resposta extremamente rápida e alta sensibilidade a poluentes (Heip *et al.*, 1985; Warwick, 1993). Claramente, as vantagens de um grupo parecem ser as desvantagens do outro. A conveniência do uso da macrofauna é dada pela extensa literatura disponível, facilitando a interpretação dos dados, a relativa facilidade de manipulação e a identificação dos grupos dominantes. No entanto, a compreensão de efeitos de perturbações sobre o sistema bêntico deveria compreender ambos os componentes faunísticos uma vez que não existe base para a eleição de um grupo e o esquecimento de outro.

Ao longo das 15 estações de amostragem foram registrados 6 grupos meiofaunais com densidades totais médias oscilando entre 37 e 488 inds.10 cm<sup>2</sup> (média de 158inds.10 cm<sup>2</sup>).

Os Nematoda dominaram todas as amostras (média de 78,7% do total da meiofauna coletada) e foram seguidos pelos Copepoda (média de 15,7%) e Polychaeta (5%). Todos os demais grupos constituíram, em média, apenas 5% do total da fauna coletada (Figura 5.3.5-1).

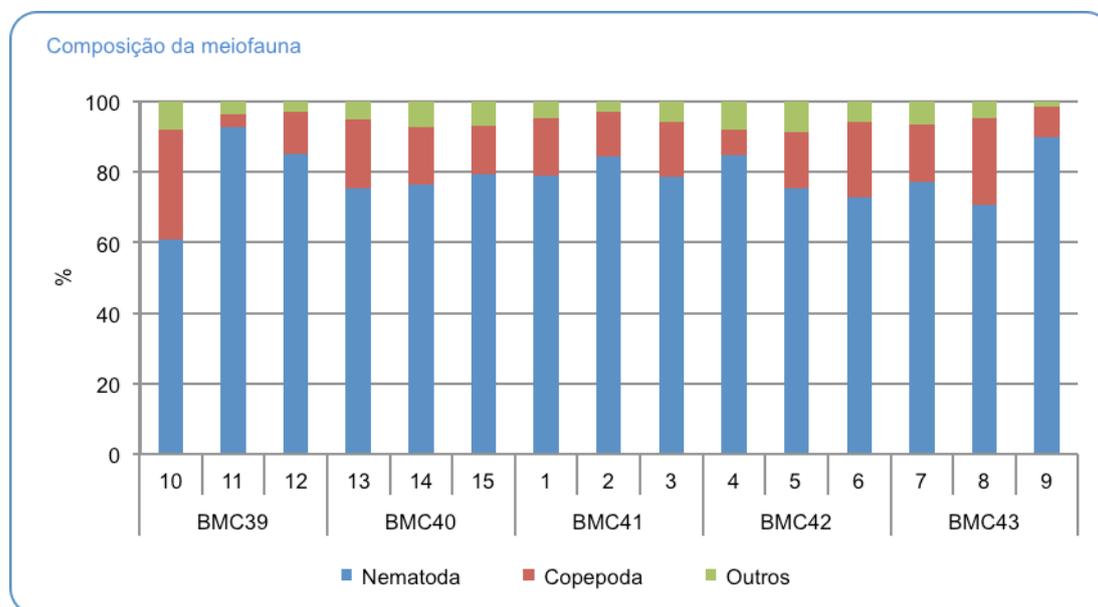


FIGURA 5.3.5-1 Abundância relativa dos grupos meiofaunais numericamente mais importantes durante a campanha de caracterização ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos.

O número total de grupos da meiofauna (média de 3 por amostra) não diferiu significativamente entre os pontos de amostragem ( $F=1,03$ ;  $p=0,40$ ). Os Nematoda ocorreram em 100% das amostras. Do mesmo modo, os Copepoda e Polychaeta foram bastante frequentes, ocorrendo em 97% e 93% das amostras respectivamente.

Os valores de densidade total da meiofauna oscilaram entre 36 e 488 inds.10cm<sup>-2</sup> (média de 158 inds.10cm<sup>-2</sup>). Apenas as densidades entre os blocos BM-C-39 e BM-C-41 diferiram significativamente ( $F=3,22$ ;  $p=0,02$ ), sendo menores no primeiro (Figura 5.3.5-2).



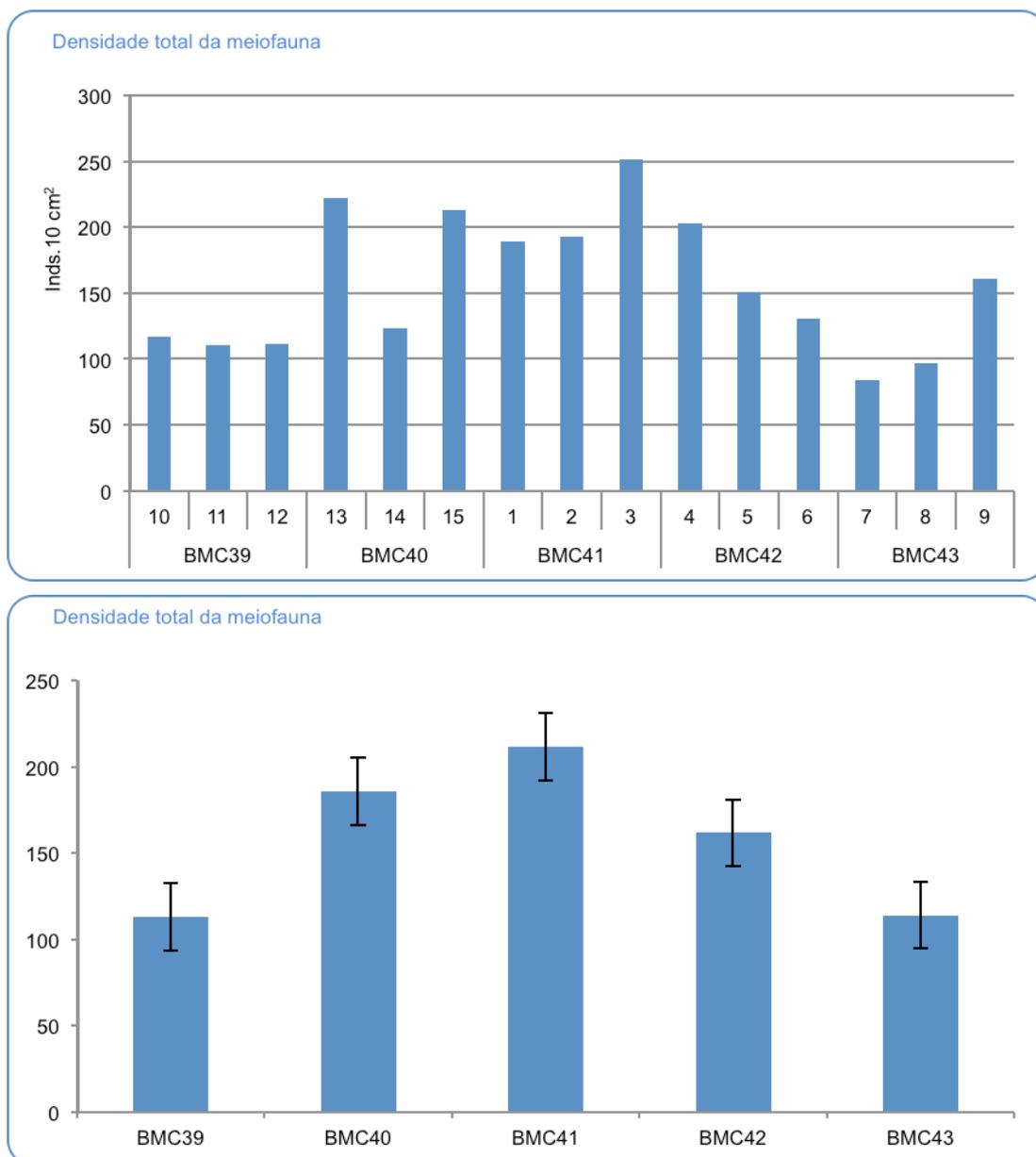


FIGURA 5.3.5-2 Densidade total média da meiofauna ( $\pm$  erro padrão) em cada uma das estações e nos blocos do projeto de monitoramento ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos.

Um total de 135 gêneros de Nematoda foi registrado neste estudo. Deste total, apenas 12 gêneros ocorrem em 50% ou mais das amostras coletadas. Grande parte dos organismos ocorreu apenas em no máximo 3 amostras (67 gêneros). O gênero *Sabatieria*, pertencente à família Comesomatidae, foi o único a ocorrer em 100% das amostras (Figura 5.3.5-3). Além de mais frequente, *Sabatieria* foi também o gênero mais abundante, representando, no entanto, apenas 26% de todos os Nematoda coletados. Os demais gêneros mais abundantes, como *Desmodora* (Desmodoridae) e *Halalaimus* (Oxystominidae), representaram cada um menos de 5% dos Nematoda coletados, ainda que tenham sido frequentes nas amostras (ocorreram em mais de 70% das amostras). A principal

característica dos Nematoda das amostras coletadas foi, portanto, a ocorrência de um grande número de gêneros com baixas densidades .

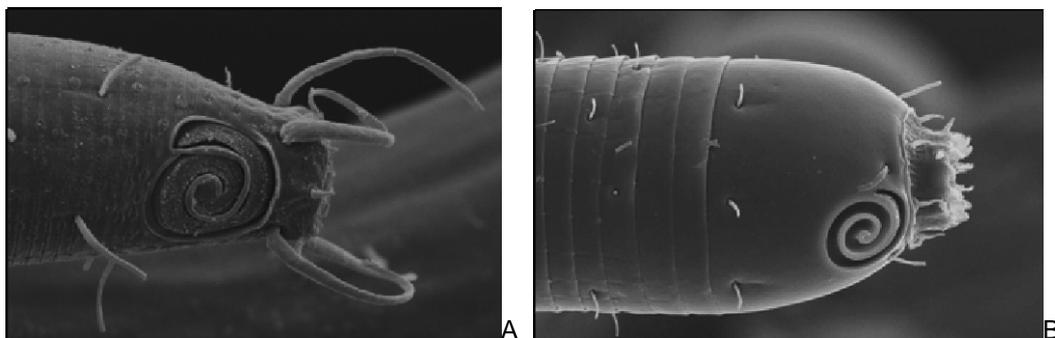


FIGURA 5.3.5-3 Fotos dos gêneros de Nematoda numericamente dominantes na área de estudo: A- *Sabatieria*; B- *Desmodora*. Escala de 10 $\mu$ m. Projeto de monitoramento ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos.

O número de gêneros, diversidade e densidade dos Nematoda diferiram significativamente entre os blocos amostrados (Figura 5.3.5-4). De modo geral, o bloco BM-C-43 mostrou os menores valores de riqueza (número de gêneros) e diversidade enquanto que o bloco BM-C-41 mostrou os maiores. O número médio de gêneros foi de 15 no bloco BM-C-43, enquanto que no BM-C-41 foi de 26 ( $F=5,9$ ;  $p<0,001$ ). Também a diversidade, mais homogênea, foi de 2,1 no bloco BM-C-43 e 2,7 no BM-C-41 ( $F=8,2$ ;  $p<0,001$ ). Já os valores de densidade dos Nematoda mostraram-se menores no bloco BM-C-39 e BM-C-43, com média de 89 inds.10 cm<sup>2</sup>, e maiores no BM-C-41, média de 155 inds.10 cm<sup>2</sup> ( $F=2,5$ ;  $p=0,05$ ).



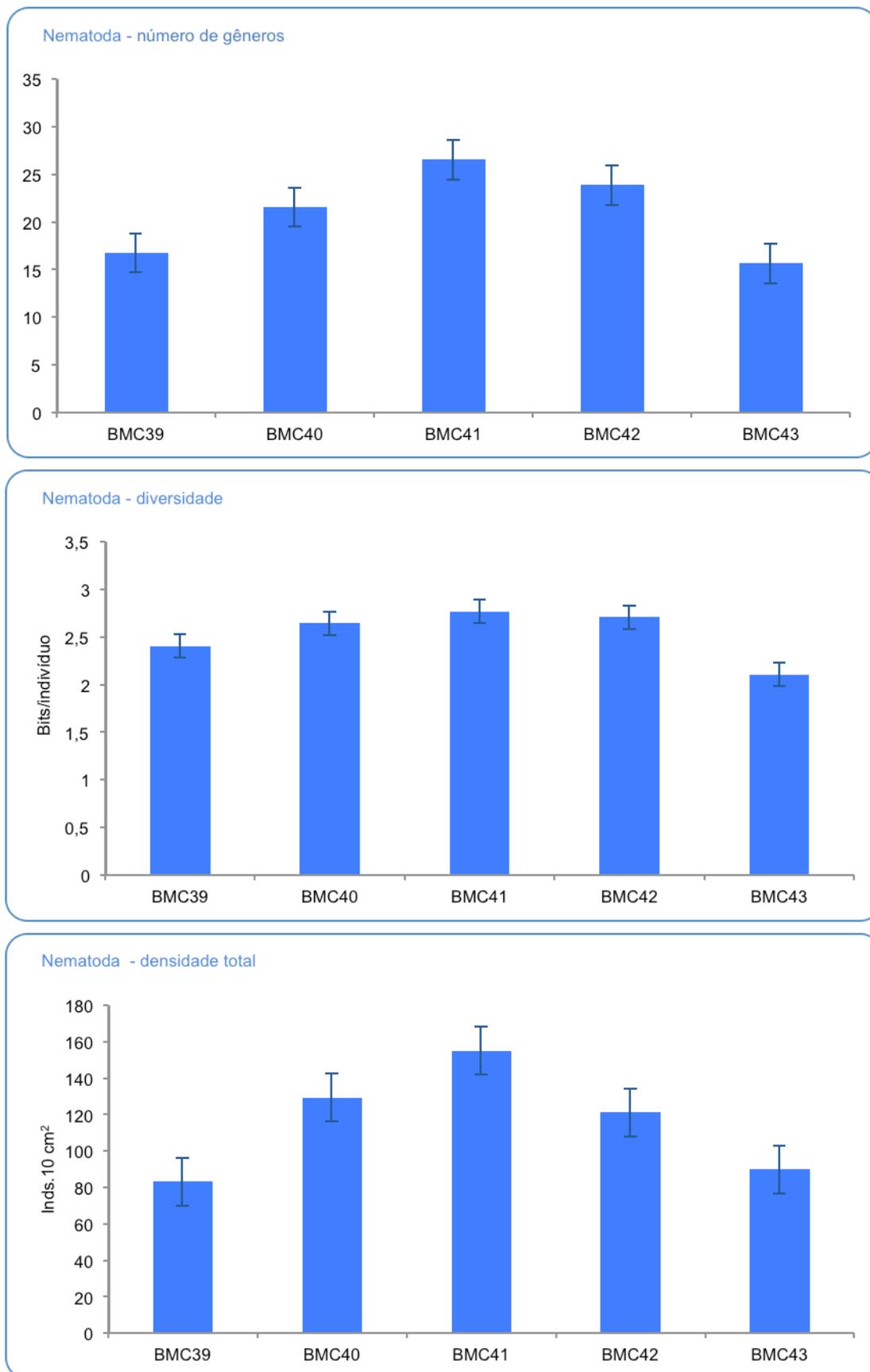


FIGURA 5.3.5-4 Número médio de gêneros, diversidade ( $H'$ ) e densidade de Nematoda nas estações do projeto de monitoramento ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos.

Os Nematoda foram também classificados de acordo com os grupos tróficos, como sugerido por Wieser (1953), em detritívoros seletivos (1A), detritívoros não seletivos (1B), organismos que se alimentam no epistrato (2A) e predadores/onívoros (2B). Em todos os blocos analisados, os detritívoros não seletivos foram significativamente mais abundantes e representaram, em média, 42% do total dos organismos coletados. Formas detritívoras seletivas ou micróvoras, bem como aquelas que se alimentam no epistrato seguiram o grupo 1A, com média de cerca de 20% dos organismos. Predadores/onívoros constituíram 16% dos Nematoda coletados. A distribuição dos grupos tróficos em cada um dos blocos foi bastante semelhante e apenas no bloco BM-C-40 o número médio de predadores/onívoros foi superior aos grupos 1A e 2A (Figura 5.3.5-5).

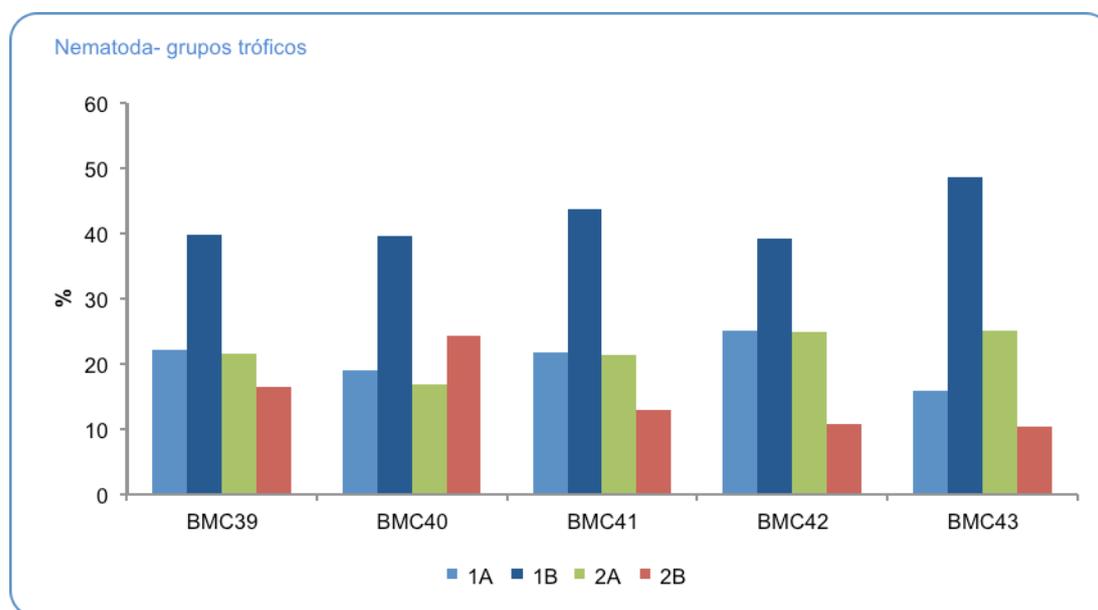


FIGURA 5.3.5-5 Abundância relativa dos grupos tróficos de Nematoda nas estações do projeto de monitoramento ambiental regional dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos.

A análise de ordenação (nMDS) dos dados derivados da meiofauna mostrou que sua estrutura difere entre alguns blocos analisados, com exceção das amostras dos blocos BM-C-41 e BM-C-42. Além disso, a análise também mostrou que há uma distinção entre as amostras tomadas dos blocos localizados ao sul e ao norte (Figura 5.3.5-6). Os resultados da análise de similaridade (ANOSIM) confirmaram a significância das diferenças entre a estrutura da meiofauna dos diferentes blocos, exceto BM-C-41 e BM-C-42. Do mesmo modo, foram detectadas diferenças significativas entre as amostras tomadas ao norte e ao sul ( $p=0,05$ ) embora o valor da estatística R tenha sido menor que 0,1 (Tabela 5.3.5-1).



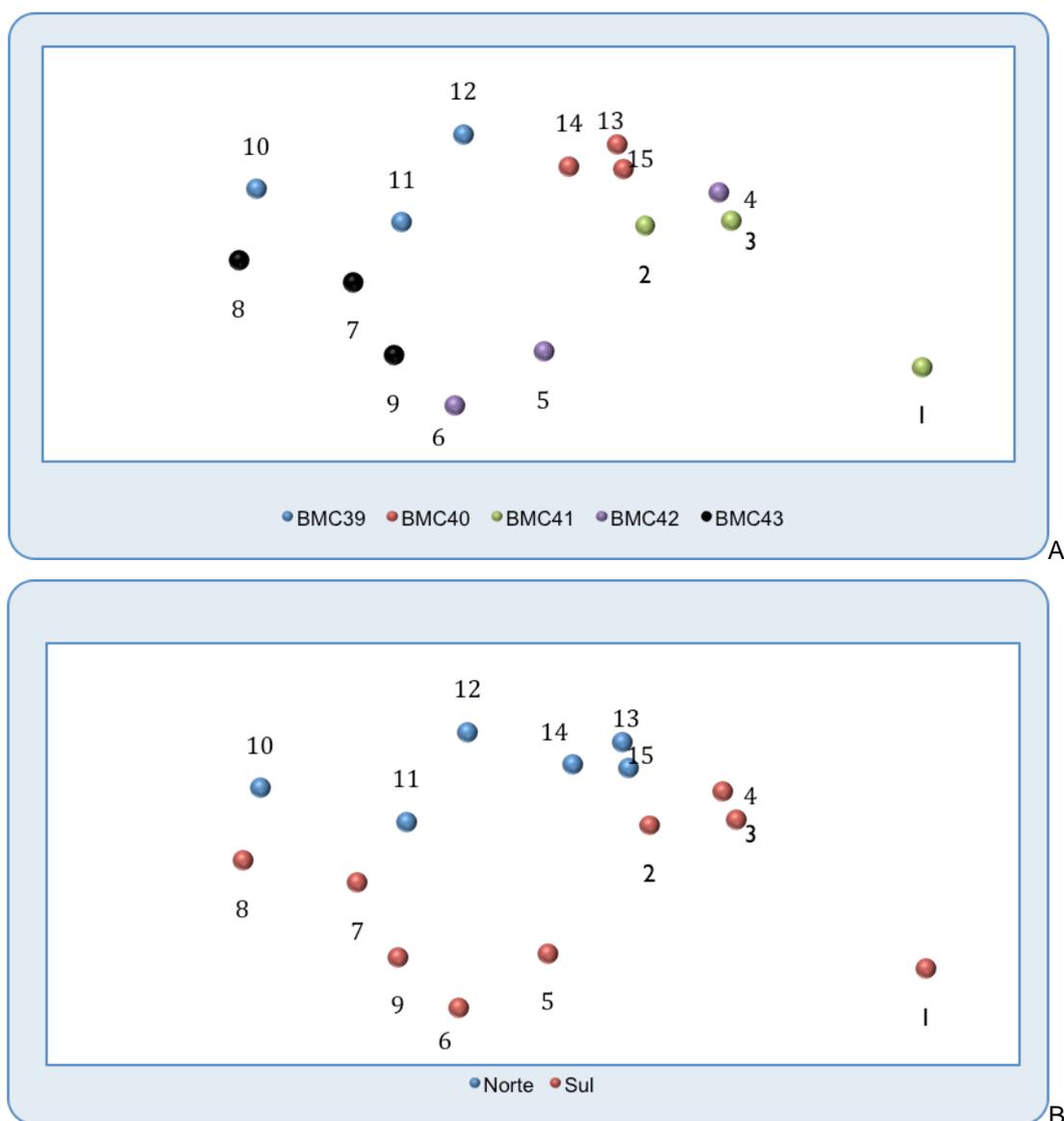


FIGURA 5.3.5-6 Análise de ordenação (nMDS) da meiofauna nas estações do projeto de monitoramento ambiental regional agrupadas de acordo com (A) blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, (B) e de acordo com a localização geográfica dos blocos.

TABELA 5.3.5-1 Resultados da análise de similaridade (ANOSIM), avaliando a significância das diferenças nas densidades da meiofauna entre os blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42, BM-C-43, e entre as amostras tomadas ao sul e norte da região de amostragem. \* diferenças significativas  $p < 0,05$ .

Resultados da análise ANOSIM - Meiofauna		
Blocos comparados	R	p
BM-C-39 X BM-C-40	0,385	0,001*
BM-C-39 X BM-C-41	0,657	0,001*
BM-C-39 X BM-C-42	0,333	0,001*
BM-C-39 X BM-C-43	0,016	0,36
BM-C-40 X BM-C-41	0,36	0,001*
BM-C-40 X BM-C-42	0,274	0,001*
BM-C-40 X BM-C-43	0,449	0,001*
BM-C-41 X BM-C-42	0,274	0,001*
BM-C-41 X BM-C-43	0,638	0,001*

Resultados da análise ANOSIM - Meiofauna		
Blocos comparados	R	p
Bm-C-42 x Bm-C-43	0,209	0,012*
Regiões comparadas	R	p
Norte x Sul	0,077	0,05*

As inter-relações entre a meiofauna e as variáveis ambientais (porcentagens de areia, silte, argila, profundidade, carbono orgânico e teores de matéria orgânica) foram analisadas através das RELATE e BIOENV. As matrizes biológica e abiótica mostraram baixa correlação (0,2). As variáveis abióticas que melhor explicaram a variabilidade das amostras de meiofauna foram aquelas relacionadas a granulometria, em particular as porcentagens de areia (0,33). A relação entre variáveis abióticas e a meiofauna pode ser melhor visualizado através da superposição dos valores de algumas variáveis abióticas na análise de ordenação da meiofauna (Figura 5.3.5-7). Observa-se que assim como a meiofauna, há uma clara diferença nas porcentagens de areia das amostras dos blocos localizados ao norte (valor médio de 10,9%) com as do sul (média de 46,85%). Já, para os teores de carbono orgânico (média de 5,9% no norte e 4,9 no sul), profundidade, matéria orgânica e teores de finos a relação com a meiofauna não foi evidente.

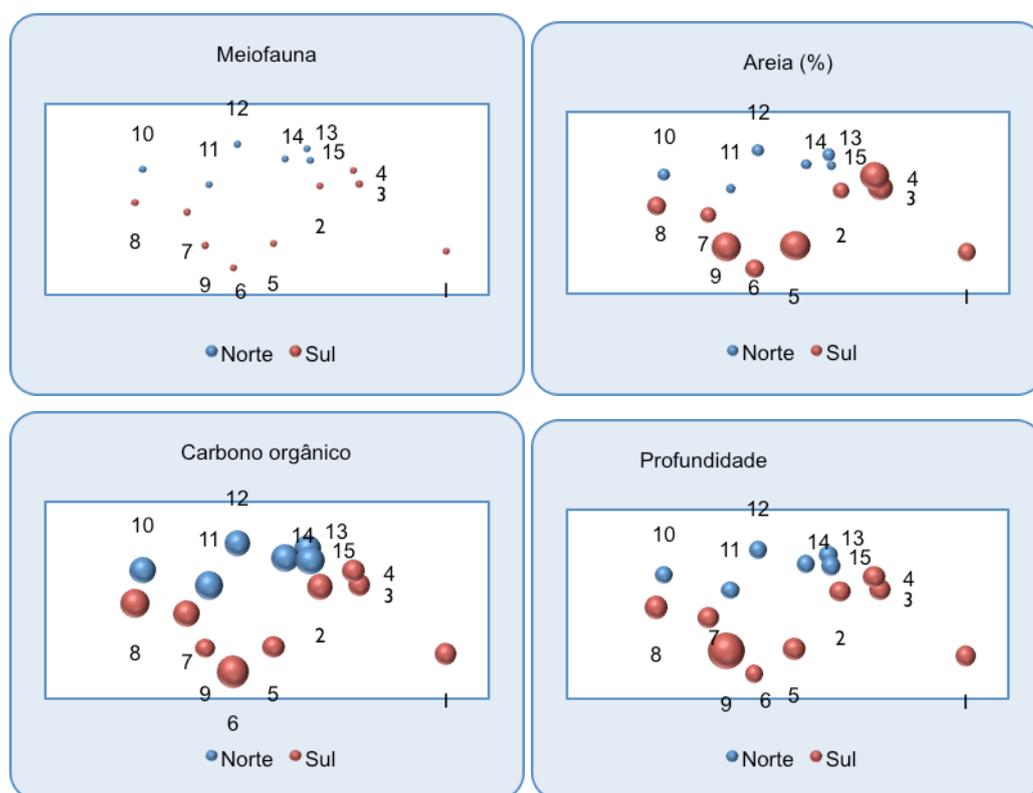


FIGURA 5.3.5-7 Análise de ordenação (nMDS) da meiofauna nas estações do projeto de monitoramento ambiental regional agrupadas pela posição geográfica e sobreposição dos valores de areia, carbono orgânico e profundidade. Tamanho dos círculos são proporcionais aos valores dos parâmetros.



Para a meiofauna, os resultados deste programa de monitoramento mostraram uma composição similar aos dados obtidos na campanha de baseline dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, quando os Nematoda constituíram 76,6% da meiofauna (OGX, 2009). Do mesmo modo, valores de densidade total da meiofauna também foram similares aos registrados na campanha de baseline (OGX, 2009) e estudos outros estudos realizados na Bacia de Campos (e.g. Netto *et al.*, 2005, 2009) e áreas de plataforma de regiões oligotróficas como o Mediterrâneo e Mar Vermelho (Thiel, 1979; Soetaert *et al.*, 1991).

Com relação aos Nematoda, o número de gêneros encontrado neste estudo (135) foi um pouco superior ao registrado na campanha de baseline dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621 (111 gêneros; OGX, 2009). No entanto, de modo geral, a composição foi semelhante. Tanto na campanha de baseline como nas estações de coleta deste programa de monitoramento dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, *Sabatieria* foi o gênero de Nematoda numericamente dominante. Outros estudos, como Netto *et al.* (2005) e OGX (2009), já haviam registrado este gênero como numericamente dominante em áreas da plataforma e talude da Bacia de Campos. Vanreusel *et al.* (2010), analisando os padrões de diversidade global de Nematoda, confirmou que *Sabatieria* é de fato o organismo mais abundante tanto em áreas de plataforma como talude. A partir de 2000 m a densidade deste gênero tende a reduzir, desaparecendo nas planícies abissais.

Os valores de densidade da meiofauna registrados neste estudo, com uma média de 158 inds.10 cm<sup>2</sup> (valores entre 37 e 488 inds.10 cm<sup>2</sup>) também estão dentro de uma amplitude de variação observada por outros autores, seja na Bacia de Campos (Netto *et al.*, 2005; OGX, 2009) seja em outros locais (Leonardis *et al.*, 2008). De modo geral, os menores valores de densidade estiveram associados às estações de maior profundidade, localizadas em sua maior parte nos blocos BM-C-42 e BM-C-43. Variações na estrutura da meiofauna ao longo de gradientes de batimetria são usuais e normalmente as mudanças estão relacionadas aos caminhos de mineralização da matéria orgânica da plataforma ao talude ou oceano profundo (Soetaert & Heip, 1995).

Em todos os blocos analisados, os Nematoda detritívoros não seletivos (1B) foram as formas significativamente mais abundantes. Estes dados são similares a campanha de baseline (OGX, 2009), outros trabalhos na região (Netto *et al.*, 2005) e em outras áreas de plataforma (Vanreusel *et al.*, 2000). Este domínio de formas detritívoras não seletivas está possivelmente associado a uma elevada instabilidade ambiental associada a variabilidade de itens alimentares, bem como uma elevada variabilidade na própria disponibilidade de alimento. Estes fatores resultam em uma fauna que necessita explorar diversos itens de acordo com sua disponibilidade.

Os resultados deste trabalho mostraram ainda que foi possível distinguir, através de análises multivariadas, associações meiofaunais amostradas nos blocos localizados mais ao sul (BM-C41, BM-C42 e BM-C-43) do que aquelas tomadas nos blocos mais ao norte (BM-C-39 e BM-C-40). As diferenças entre estes blocos, no entanto, estiveram no limite dos níveis de significância e não são tremendamente marcadas. Amostras tomadas mais ao sul foram caracterizadas por uma densidade média (264 inds.10 cm<sup>2</sup>) levemente superior às do norte (200 inds.10 cm<sup>2</sup>). Do mesmo modo, o número médio de espécies (46) e as densidades de *Sabatieria*, organismo numericamente dominante, também foram superiores nas amostras tomadas ao sul (número médio de taxa 37) . Destes descritores, só os valores de densidade foram responsáveis por 30% da dissimilaridade entre estes grupos de estações (dissimilaridade total de 55%). Estas diferenças na meiofauna entre os dois conjuntos de amostras podem estar relacionadas a granulometria dos sedimentos, como indicado pelas análises Bioenv. De acordo com os resultados análises do sedimento, amostras mais ao sul foram caracterizadas por sedimentos mais arenosos (média de 46,7%) enquanto as do norte (BM-C-39 e BM-C-40) por valores médios de finos (silte+argila) de quase 90%. Maiores valores de diversidade podem estar normalmente associados a sedimentos mais arenosos (Heip et al. 1985) desde que contenham suficiente suprimento de conteúdo orgânico. Os valores das correlações entre a estrutura da meiofauna e variáveis abióticas analisadas, no entanto, foram baixas.

Em síntese, a estrutura da meiofauna e macrofauna registradas neste estudo não parece diferir de outros estudos já conduzidos ao longo da Bacia de Campos. A composição, densidade da meiofauna, incluindo o organismos numericamente dominante, bem como as diferenças entre amostras tomadas nos blocos localizados ao norte e ao sul foram bastante semelhantes ao estudo de baseline (OGX, 2009). Para a macrofauna, foram encontradas diferenças na dominância e diversidade entre este estudo e a campanha de baseline, sendo a diferença na estrutura entre as amostras tomadas ao sul e ao norte evidentes.

## 6. CONSIDERAÇÕES

### 6.1. Oceanografia e Água

As amostragens da coluna d'água durante o monitoramento ambiental realizado nos Blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C41, BM-C-42 e BM-C-43, situados na Bacia de Campos apresentaram, considerando-se os parâmetros físicos, físico-químicos e biológicos analisados nos estratos de superfície, meio e fundo na coluna d'água, valores em sua maioria usuais ao ambiente ou dentro dos limites estabelecidos na CONAMA N<sup>o</sup> 357 para água salina classe 1. Apenas o pH e os nutrientes mostraram concentrações acima da resolução CONAMA 357. Além destes parâmetros, salientamos ainda que não foram detectadas na maioria das estações concentrações na água para importantes indicadores da qualidade do ambiente, tais como sulfetos, metais totais, hidrocarbonetos totais (HTP),



hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) ou ainda BTEX e fenóis. Mais ainda, as concentrações desses parâmetros na água, quando encontrados, mostraram valores inferiores aos limites estabelecidos na resolução CONAMA N° 357 (águas salinas – classe 1), o que indica que os valores encontrados para estes parâmetros devem fazer parte do background da área onde os blocos estão situados na Bacia de Campos.

Perfis de CTD foram obtidos nas estações originais previstas, os resultados obtidos nos perfis de CTD e através do diagrama T-S, mostram que a coluna d'água nas estações amostradas, foi caracterizada principalmente pela presença de duas massas d'água distintas, Água Tropical (AT) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS), além da água de mistura, tendo apresentado um padrão semelhante em todas as estações analisadas e condizentes com a região onde os blocos estão situados e em consonância com o estudo prévio de baseline realizado anteriormente na mesma área.

Em relação aos nutrientes nas amostras de águas analisadas, foi possível observar um padrão claro das concentrações de nutrientes em relação à profundidade e a localização dos blocos analisados. Os blocos BM-C-39, BM-C-40 e BM-C-43 apresentaram as maiores concentrações dos nutrientes analisados, principalmente nos estratos mais profundos, concentrações essas acima dos limites estipulados pela resolução CONAMA 357 e do usualmente esperado para a região e acima do encontrado previamente durante o estudo de baseline. Provavelmente, a localização desses blocos (BM-C-39, BM-C-40 e BM-C-43) que estão situados mais na quebra da plataforma e em áreas de maiores complexidades no relevo de fundo associado ao fenômenos hidrodinâmicos locais, tais como vórtices e/ou aporte de águas mais profundas ricas em nutrientes e ao período de realização das coletas sejam as responsáveis pelas elevadas concentrações de nutrientes encontradas nesses blocos. Corroborando essa hipótese, pode-se perceber que as maiores diferenças encontradas nesses blocos ocorreram no estrato de fundo, justamente o mais influenciado pela presença da ACAS.

Dentre os metais analisados na água, apenas o zinco foi detectado em algumas estações considerando os três estratos amostrados. As concentrações dos diferentes metais quantificados nas amostras de água foram baixas e, em sua maioria não detectados e são características de águas oceânicas. Incluindo o zinco, todos os metais analisados apresentaram valores inferiores aos limites máximos estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas de classe 1 e devem refletir as concentrações usuais de background da região onde os blocos estão situados. Além disso, as concentrações encontradas estão em consonância com os resultados encontrados anteriormente no estudo de baseline realizado em 2008 (OGX, 2009).

As análises realizadas não detectaram a presença de n-alcanos, mistura complexa não resolvida (MCNR) ou hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) em nenhuma das amostras

de água coletadas, sendo o mesmo padrão observado anteriormente na área durante a realização do baseline (OGX, 2009).

Considerando os 16 HPAs prioritários, as análises realizadas detectaram a presença de naftaleno em apenas duas amostras analisadas, com um máximo de 3,04µg/L na estação 14. Em todas as outras amostras analisadas, nenhum outro composto foi detectado. Deve-se, no entanto ressaltar que o naftaleno é derivado principalmente de atividades antropogênicas, em especial relacionadas ao aporte de petróleo no ambiente, porém provavelmente como não existiu um padrão espacial claro de sua distribuição no ambiente, não podemos relacionar diretamente com as atividades perfuratórias realizadas nos blocos. Porém, o monitoramento temporal deve ser prolongado para podermos acompanhar a evolução da concentração desse composto no ambiente ao longo do tempo, e esclarecer se existe relação com as atividades perfuratórias que já tinham sido iniciadas em alguns blocos até o momento da presente coleta.

As análises realizadas não detectaram a presença de nenhum dos compostos BTEX ou fenóis, em nenhuma das amostras de água coletadas. Portanto, todas as concentrações analisadas situaram-se abaixo dos limites estabelecidos para esses compostos pela resolução CONAMA 357 (águas salinas de classe 1).

Em síntese, a maioria dos parâmetros analisados na coluna d'água nesse presente monitoramento podem ser consideradas usuais considerando-se a localização dos blocos e o período das coletas e já tinham sido encontradas durante a caracterização ambiental realizada anteriormente na área (baseline). Variações de alguns compostos foram observadas, se comparamos com o estudo de baseline, tais como os nutrientes, porém nenhuma relação com as atividades de E&P puderam ser relacionadas, uma vez que são esperadas variações nos parâmetros analisados quando são realizadas coletas em diferentes períodos. Por exemplo, nesse monitoramento o naftaleno foi detectado em apenas duas estações e durante o baseline nenhum dos compostos do HPA tinham sido detectados. Por outro lado, os hidrocarbonetos totais (HTP) e os fenóis tinham sido detectados anteriormente na área dos blocos durante o baseline, mesmo antes de iniciada qualquer atividade de E&P nos blocos e na presente campanha esses compostos não foram detectados em nenhuma das amostras de água analisadas.

## 6.2. Sedimento

Os parâmetros físico-químicos analisados no sedimento das estações amostradas durante esse projeto de monitoramento mostraram valores em sua maioria usuais ao ambiente e dentro dos limites esperados para a região. Importantes indicadores ambientais como os metais mostraram concentrações no sedimento abaixo da TEL (*Threshold Effect Level* - limite abaixo do qual os efeitos tóxicos irão ocorrer raramente) e as concentrações dos



hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) ou hidrocarbonetos totais (TPH) no sedimento não foram detectadas. Os resultados de outros parâmetros mensurados no sedimento como o nitrogênio, fósforo total e carbono orgânico total estiveram abaixo dos limites máximos estabelecidos na CONAMA N° 344 para níveis de classificação de material a ser dragado e similares aos observados durante o baseline realizado na área anteriormente. Tais fatores indicam que os resultados encontrados para a maioria dos parâmetros físico-químicos analisados no sedimento devem fazer parte do background natural da região onde os blocos estão localizados. Contudo, alguns dos parâmetros mensurados no sedimento tais como o sulfeto mostraram que tanto espacialmente como temporalmente ocorreram variações expressivas entre as concentrações de sulfetos encontradas nesse estudo de monitoramento ambiental. As concentrações encontradas nas estações 11 e 12 estão acima do usualmente esperado, sendo importante um acompanhamento desse parâmetro para podermos esclarecer se as concentrações encontradas durante essa campanha possuem relação com alguma atividade de E&P realizada no bloco ou em suas imediações ou se são originadas pelas características sedimentares locais.

Do ponto de vista temporal, comparando-se os resultados de granulometria e dos carbonatos com os encontrados na campanha anterior de baseline observa-se que as características granulométricas dos sedimentos encontrados na área amostral variaram entre as campanhas, onde o percentual das frações mais finas foram predominantes na presente campanha. Essas variações temporais podem ser esperadas quando existem coletas pontuais de sedimento, uma vez que nenhuma diferença espacial expressiva pôde ser observada. Ademais, como esse acréscimo de frações mais finas e de menores concentrações de carbonatos ocorreu em todas as estações, provavelmente não deve estar relacionado com qualquer das atividades realizadas na região onde os blocos se situam.

Comparando-se as concentrações de metais totais encontradas nessa campanha de monitoramento ambiental com os resultados obtidos no projeto baseline realizado anteriormente na área (OGX, 2009), pode-se perceber que quase todas as concentrações dos metais encontradas na atual campanha foram similares ou inferiores às encontradas anteriormente nos mesmos blocos. O que reforça a ideia de que as diferenças espaciais encontradas devem estar mais relacionadas com os tipos de sedimento predominantes encontrados em cada área durante a realização das campanhas do que com as atividades de E&P já realizadas na região que abrange os blocos. Somente o chumbo mostrou um padrão diferente, não sendo detectado anteriormente em nenhuma estação analisada durante o baseline, mas sendo encontrado na atual campanha com um valor máximo de 4,86mg/kg e o bário que apresentou concentrações mais elevadas na estação 14. Porém, comparando-se as concentrações de bário encontradas com o baseline realizado na área em 2008, pode-se observar que concentrações equivalentes já tinham sido encontradas anteriormente durante o baseline. Ademais, todos os metais quantificados nas amostras de sedimento durante a atual campanha apresentaram valores inferiores aos limites estabelecidos como TEL (Threshold Effect Level - limite abaixo do qual os efeitos tóxicos

irão ocorrer raramente) e PEL para o sedimento marinho pela NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration; NOAA, 1999).

Dos metais analisados nesse monitoramento realizado, os resultados demonstraram concentrações totais e biodisponíveis que já foram encontradas nos sedimentos marinhos da plataforma continental situada na região sudeste, assim como em outras regiões do Brasil.

Durante a presente campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, na Bacia de Campos não foram detectadas concentrações mensuráveis de hidrocarbonetos totais (HTP) ou de suas frações (n-alcenos e MCNR) ou das frações que compõem os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) nas amostras de sedimento analisadas. Como durante o primeiro estudo de caracterização ambiental realizado na área antes do início de qualquer atividade de E&P na região dos blocos (estudo de baseline) e durante a presente campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos após quase dois anos de iniciadas as atividades de exploração não foram detectadas concentrações detectáveis de hidrocarbonetos no ambiente podemos inferir que a região não sofreu incremento desses compostos.

### **6.3. Comunidades Biológicas**

Os resultados obtidos durante a campanha de monitoramento dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos, caracterizaram a região estudada como oligotrófica, com valores de biomassa clorofiliana e densidade fitoplanctônica similares aos obtidos na campanha baseline realizada na mesma região em 2008. Em relação à campanha anterior houve uma mudança na estrutura da comunidade, na presente campanha dominaram em abundância os cocolitoforídeos e dinoflagelados, enquanto que no baseline, as diatomáceas compuseram o grupo mais abundante. As densidades celulares observadas, tanto no presente estudo quanto no baseline, foram uma ordem de magnitude inferiores aos observados em estudos anteriores para regiões mesooligotróficas. As maiores biomassas e densidades de organismos foram observadas a região ao sul apresentou em média densidades mais elevadas, nas três profundidades, que a região mais ao norte. A porcentagem de cl-a-ativa diminuiu significativamente abaixo do estrato do meio, indicando que a população fitoplanctônica pode ter apresentado um estado fisiológico adequado somente na camada mais superficial. As maiores biomassas clorofilianas estiveram diretamente relacionadas às maiores densidades do fitoplâncton, especialmente com as diatomáceas e cocolitoforídeos. Tanto a diversidade quanto a riqueza específica registradas no presente estudo foram inferiores às observadas na campanha de baseline, indicando que houve uma diminuição da diversidade da comunidade fitoplanctônica. Diferente do observado no baseline, quando as diatomáceas foram o grupo dominante, na



presente campanha a comunidade fitoplanctônica foi dominada pelos coccolitoforídeos e dinoflagelados, sendo as diatomáceas o terceiro grupo em densidade.

O zooplâncton do sistema oceânico na área estudada na Bacia de Campos foi composto por organismos holoplanctônicos (Copepoda e Thaliacea) e meroplanctônicos (larvas de Mollusca), principalmente. A proporção entre a ocorrência de grupos holoplanctônicos e meroplanctônicos reforça a caracterização da comunidade zooplanctônica como tipicamente oceânica. No entanto, aumentos discretos na composição e abundância dos grupos do meroplâncton podem estar associados à proximidade da costa, levando em consideração que a área de estudo está localizada na plataforma continental. De maneira geral, a comunidade zooplanctônica encontrada na área de estudo tem aspectos quali-quantitativos condizentes para este trecho da Bacia de Campos e da costa leste brasileira. Variações espaciais são provavelmente geradas por processos hidrológicos comuns de regiões próximas da quebra da plataforma continental.

Os resultados obtidos durante a campanha de monitoramento dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos, estiveram em consonância com os já observados anteriormente na área dos blocos, através do estudo de baseline realizado anteriormente (OGX, 2009), sendo que as variações encontradas são normais e esperadas quando se estuda uma comunidade biológica em diferentes momentos e períodos. As variações observadas na composição e densidade da comunidade zooplanctônica, provavelmente foram decorrentes de flutuações naturais e do transporte passivo dos organismos pelas correntes nas águas oceânicas oligotróficas da região de estudo.

Na área dos cinco blocos exploratórios foi registrado um baixo número de táxons de larvas de peixes quando comparado a outros estudos desenvolvidos na mesma área. Esse resultado pode ter sido influenciado pelo horário da coleta, uma vez que algumas estações foram realizadas durante o dia quando normalmente são registradas menores densidades planctônicas. Nesse estudo, os maiores números de táxons coincidiram com as coletas noturnas em duas estações. Nenhuma espécie coletada durante este estudo é endêmica dessa região ou está ameaçada de extinção (DOU, 2004). Todas as espécies identificadas já haviam sido registradas na costa brasileira e/ou na Bacia de Campos, durante o estágio larval e/ou adulto (Figueiredo *et al.*, 2002; Menezes *et al.*, 2003; Bonecker & Castro, 2006; Castro, 2006). As larvas das famílias Myctophidae e Scombridae que foram as mais abundantes nesse estudo também se destacaram em outros trabalhos desenvolvidos nas costas sudeste e sul brasileira (Katsuragawa *et al.*, 1993; Nonaka *et al.*, 2000). Comparando a dominância encontrada nessa campanha com o estudo realizado anteriormente na mesma área dos blocos foi possível observar algumas similaridades nas estruturas das comunidades ictioplanctônicas estudadas, como algumas variações, como por exemplo, a dominância da família Clupeidae (sardinhas) encontrada no estudo de baseline (OGX, 2009). Tais variações, contudo, são normais e esperadas quando se estudam comunidades biológicas coletadas em diferentes períodos. Possivelmente, as

variações observadas na composição e densidade de larvas e ovos de peixes foram decorrentes de flutuações naturais ligadas ao período e intensidade de desova das espécies de peixes e ao transporte passivo das larvas pelas correntes nas águas oceânicas oligotróficas da região de estudo.

Para a macrofauna, os resultados deste estudo mostraram algumas diferenças da macrofauna com a relação à campanha de baseline (OGX, 2009). O grupo dominante neste programa de monitoramento foram os anfípodos e, juntamente com os poliquetas, compreenderam mais de 90% da fauna. Já na campanha de baseline, os moluscos dominaram numericamente a fauna representando quase metade da fauna (48%; PIR2, 2009). Além disso, os valores de riqueza do macrobentos foram inferiores aos observados na campanha de baseline (OGX, 2009). Estas diferenças observadas nos resultados são possivelmente relacionadas com variações espaciais e temporais a que a fauna bêntica está sujeita. Além disso, diferenças metodológicas também podem ter influenciado nestas diferenças. A elevada dominância de moluscos na campanha de baseline deve-se possivelmente a quantificação de conchas de organismos já mortos (antes da amostragem), o que não foi considerado nesta campanha.

Os valores de densidade total da macrofauna neste programa de monitoramento oscilaram entre 106 e 12574 inds.m<sup>-2</sup> (média de 1469 inds.m<sup>-2</sup>) foram levemente superiores aos determinados nas amostragens de baseline, mas dentro de nas variações usuais exibidas pela macrofauna. Estes valores são semelhantes aos estudos na região, como por exemplo Santos *et al.* (2009).

A macrofauna bêntica exibiu claras diferenças entre os blocos amostrados mais ao norte daqueles mais ao sul. Estas diferenças foram detectadas tanto nos valores de riqueza, densidade e diversidade, quanto nas análises multivariadas. Os blocos BM-C-39 e BM-C-40, localizados ao norte, foram caracterizados por elevadas densidades de anfípodos e menores valores médios de riqueza e diversidade. Por outro lado, amostras tomadas nos blocos BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, localizadas mais ao sul, foram especialmente caracterizadas pela presença de poliquetas Syllidae. Estas variações parecem ser claramente relacionadas com a variação nos sedimentos – mais arenoso ao sul, como mostrado pelas análises multivariadas. Os Syllidae são organismos tipicamente associados a sedimentos carbonáticos, em particular areia grossa e mal selecionada (Tunnel, 1978; Netto *et al.*, 1999). Já, os anfípodos, com registrado por Santos *et al.* (2009), são bastante frequentes e usualmente dominam a macrofauna em diversas áreas ao longo da Bacia de Campos.

Para a meiofauna, os resultados deste programa de monitoramento mostraram uma composição similar aos dados obtidos na campanha de baseline dos blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, quando os Nematoda constituíram 76,6% da meiofauna



(OGX, 2009). Do mesmo modo, valores de densidade total da meiofauna também foram similares aos registrados na campanha de baseline (OGX, 2009) e outros estudos realizados na Bacia de Campos (e.g. Netto *et al.*, 2005, 2009) e áreas de plataforma de regiões oligotróficas como o Mediterrâneo e Mar Vermelho (Thiel, 1979; Soetaert *et al.*, 1991).

Com relação aos Nematoda, o número de gêneros encontrado neste estudo (135) foi um pouco superior ao registrado na campanha de baseline dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621 (111 gêneros; OGX, 2009). No entanto, de modo geral, a composição foi semelhante. Tanto na campanha de baseline como nas estações de coleta deste programa de monitoramento dos blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, *Sabatieria* foi o gênero de Nematoda numericamente dominante. Outros estudos, como Netto *et al.* (2005) e OGX (2009), já haviam registrado este gênero como numericamente dominante em áreas da plataforma e talude da Bacia de Campos. Vanreusel *et al.* (2010), analisando os padrões de diversidade global de Nematoda, confirmou que *Sabatieria* é de fato o organismo mais abundante tanto em áreas de plataforma como talude. A partir de 2000 m a densidade deste gênero tende a reduzir, desaparecendo nas planícies abissais.

Em síntese, a estrutura da meiofauna e macrofauna registradas neste estudo não parece diferir de outros estudos já conduzidos ao longo da Bacia de Campos. A composição, densidade da meiofauna, incluindo o organismos numericamente dominante, bem como as diferenças entre amostras tomadas nos blocos localizados ao norte e ao sul foram bastante semelhantes ao estudo de baseline (OGX, 2009). Para a macrofauna, foram encontradas diferenças na dominância e diversidade entre este estudo e a campanha de baseline, sendo a diferença na estrutura entre as amostras tomadas ao sul e ao norte evidentes.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agard, J. B.R.; Gobin, J. & Warwick, R.M. 1993. Analysis of macrobenthic community structure in relation to pollution, natural oil seepage and seasonal disturbance in a tropical environment (Trinidad, West Indies). **Marine Ecology Progress Series** **92**: 233-243.
- Ahlstrom, E.H. 1971. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific, based on collections made on EASTROPAC I. *Fishery Bulletin* **69**: 3-77.
- Ahnert, A., and C. Borowski, 2000, Environmental Risk Assessment of Anthropogenic Activity in the **Deep Sea: Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery**, **(7)**: 299-315.
- Alves, E.C. & Ponzi, V.R.A. 1984. Características morfológico-sedimentares da plataforma continental e talude superior da margem continental sudeste do Brasil. In: **Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia**, Rio de Janeiro, p. 1629-1642.
- Aminot, A. & Chaussepied, M., 1983. **Manuel des analyses chimiques en mi-lieu marin**. Brest: Centre National pour l'Exploration des Océans, 395 p.
- Angel, M.V. 2003. The pelagic environment of the open ocean. Chapter 3. In: Tyler, P.A. (Ed.). *Ecosystems of the World*. Vol. 28. Ecosystems of the deep oceans, Elsevier: 39-79.
- Avila, L.R.M.; Arruda, M.R. & Bonecker, S.L.C. 2006. Chaetognatha In: Bonecker, S.L.C. (ed.). *Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Museu Nacional Série livros n. 21, Rio de Janeiro, pp. 165-185.
- Ayup-Zouain, R.N., & Toldo, E.E. Jr. 2006. **Environmental Monitoring of Offshore Drilling for Petroleum Exploration: Shallow Waters**. Porto Alegre: Federal University of Rio Grande do Sul.
- Baker, R. 1998. A primer of offshore operations (3rd ed.). Austin: Petroleum Extension Service, University of Texas.
- Bassani, C.; Bonecker, A.C.T.; Bonecker, S.L.C.; Nogueira, C.R.; Reis, J.M.L. dos & Nascimento, L.R. 1999. Plâncton do litoral norte do estado do Rio de Janeiro (21° 00' a 23° 30's) – a análise e síntese do conhecimento. **Oecologia brasiliensis**, **(VII)**: 99-120.
- Baumgarten, M.G.Z., Rocha, J.M.B & Niencheski, L.F.H., 1996. **Manual de Análises em Oceanografia Química**. Departamento de Química. Editora FURG, Rio Grande, 132p.
- Boeckel, B.; Baumann, K. H.; Henrich, R.; Kinkel, H., 2006. Coccolith distribution patterns in South Atlantic and Southern Ocean surface sediments in relation to environmental gradients. *Deep-Sea Res. I*, v. 53, 1073–1099.
- Boehm, P.D. & Requejo, A.G. 1986. Overview of the recent sediment hydrocarbon geochemistry of Atlantic and Gulf Coast over continental shelf environments. **East. Coast. Shelf. Sci.**, **23**: 29-58.
- Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP, Mar del Plata, 935pp.
- Boltovskoy, D. 1999. *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden. 1705pp.
- Bonecker, A.C.T., Bonecker, S.L.C. & Bassani, C. 2009. Plâncton Marinho. In: PEREIRA, R.C. & SOARES-GOMES, A. (orgs) *Biologia Marinha*. Editora Interciência. pp. 102-125.
- Bonecker, S.L.C. & Carvalho, P.F. 2006. Appendicularia In: Bonecker, S.L.C. (ed.). *Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Museu Nacional



- Bonecker, S.L.C. & Quintas, M.C.C. 2006a. Doliolidae *In*: Bonecker, S.L.C. (ed.). *Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Museu Nacional Série livros n. 21, Rio de Janeiro, pp. 165-185.
- Bonecker, S.L.C. & Quintas, M.C.C. 2006b. Salpidae *In*: Bonecker, S.L.C. (ed.). *Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*, Museu Nacional Série de livros no. 21, Rio de Janeiro, pp. 203-213.
- Bonecker, A.C.T. & Hubold, G. 1990. Distribution and abundance of larval Gonostomatid fishes in the southwest Atlantic. *Meeresforsch.* 33: 38-51.
- Brakstad, O.G.; Faksness, L.G. & Melbye, A.G. 2002. Depletion of Compounds from thin oil films in seawater. *In*: Proceedings of 25th Arctic and Marine Oil Spill Program (amop) Technical Seminar, 2. Alberta. . **Vancouver: British Columbia**. p. 921 – 940
- Brandini, F.P. 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984). **Hydrobiologia**, 196: 111-148.
- Brassel, S.C.; Eglinton, G.; Maxwell, J.R. & Philip, R.P. 1978. Natural background of alkanes in aquatic environment. *In*: Huntzinger, O.; Van Lelyveld, L.H. & Zoetman, B.C.J. ed., **Aquatic Pollutants, Transformations and Biological Effects**, Oxford, Pergamon Press.
- Bray, J.R. & Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities in southern Wisconsin. **Ecol. Monogr.** 27: 325-349.
- Brown, J.; Colling, A.; Park, D.; Phillips, J.; Rothery, D. & Wright, J. 1989. Ocean chemistry and deep-sea sediments. **Oxford (Pergamon Press)**.
- Campos, E.J.D. 1995. **Estudos da circulação oceânica no Atlântico tropical e região oeste do Atlântico Sub-tropical Sul**. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 114p.
- Castro, B.M. & Miranda L.B. 1998. Physical oceanography of western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. *In*: Robinson, R. & Brink, K.H. (Eds.) *The Sea*. John Wiley & Sons, 11: 209-251.
- Castro, B.M.de; Miranda, L.B.de; Silva, L. dos S.; Fontes, R.F.C; Pereira, A.F.; Coelho, A.L.; 2008. Capítulo 2 – Processos Físicos: Hidrografia, Circulação e Transporte. *In*: **Oceanografia de um Ecossistema Subtropical, Plataforma de São Sebastião, SP**. Organizadora Ana Maria Setubal Pires-Vanin. Editora EDUSP, São Paulo. 464p.
- Castro Filho, B.M., Miranda, L.B. & Myao, S.Y. 1987. Considerações hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. **Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 35(2)**: 135-151.
- Castro, M.S. 2006. Variação espacial e temporal das populações de larvas de peixes ao norte e sul do Banco de Abrolhos e no entorno da Cadeia Vitória-Trindade. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 190 p.
- Castro, M.S.; Richards, W.J & Bonecker, A.C.T. 2010. Occurrence and Distribution of Larval Lanternfish (Myctophidae) from the Southwest Atlantic Ocean (12°S-22°S). *Revista Brasileira de Zoologia*, 27 (4): 541–553.
- Charter, S.R. & Moser, H.G. 1996. Anguilliformes. *In*: Moser, H.G. (Ed.). *The Early Stages of Fishes in the California Current Region*. La Jolla, Calcofi. Atlas n° 33, p. 86-87.
- Chapman, P.M.; Wang, F.; Janssen, C.; Persoone, G. & Allen, H.E. 1998. Ecotoxicology of metals in aquatic sediments: binding and release, bioavailability, risk assessment and remediation. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 55: 2221–2243.

- Cavalcanti, E.A.H. & Larrazábal, M.E.L. de. 2004. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica-REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 3, p. 467-515.
- Ciotti, A.M., Gonzalez-Rodriguez, E., Andrade, L., Paranhos, R. and Carvalho, W., 2006. Clorofila a, medidas bio-ópticas e produtividade primária. In: Valentin, J.L. (Ed). Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ), Brasília: Ideal Gráfica e Editora, p. 61-72.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, **18**: 117–143.
- Clarke, K.R., & Ainsworth, M. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. **Marine Ecology Progress Series**, **92**: 205–219.
- Clarke, K.R., & Green, R.H. 1988. Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. **Marine Ecology Progress Series**, **46**: 226–231.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Natural Environmental Council, Plymouth Laboratories, Plymouth, 144pp.
- Coolling, A., 1989. **Ocean Circulation**. Prepared by an Open University Published Course Team in Association with Pergamon, London. Vol. 3, 238 p.
- CONAMA, 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. **Resolução Nº 344, de 25 de março de 2004. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.**
- CONAMA, 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.**
- Costa, M.I.L., 1998. **Análise das massas d'água na costa Sudeste brasileira**. Monografia de Bacharelado em Oceanografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências. Departamento de Oceanografia. 96p.
- Cruz, L.M.M.; Branco, F.V. & Ferreira da Silva, L.C., 1999. Análise das massas de água da Costa Central brasileira entre Salvador e Cabo de São Tomé (RJ). Programa REVIZEE. *In: Resumos da 8ª Semana de Iniciação Científica – UERJ*, Rio de Janeiro, RJ, p.582.
- Cullen, J.J. – 1982. The deep chlorophyll maximum: comparing vertical profiles of chlorophyll a. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** **39**: 791-803.
- Cupelo, A.C.G., 2000. **As frações do pico, nano e microplâncton na profundidade do máximo de clorofila na Costa Central do Brasil**. Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 131 pp.
- Cupp E. E., 1943. "Marine plankton diatoms of the West Coast of North America". Bull. Scripps. Inst. Oceanogr., V. 5, N. 1, P. 1-237.
- Darley, H. C. H., & Gray, G. G. 1988. Composition and properties of drilling and completion fluids (5th ed.). Houston: Gulf Publishing Co.
- Diário Oficial da União (DOU) 2004. Secretaria de Comércio Exterior. Circular nº 32, de 26 de maio de 2004.



- Dias, C.O. & Araujo, A.V. 2006. Copepoda. *In*: Bonecker, S.L.C. (ed.). Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira, Série de livros, p. 23-101.
- Di Toro, D.M.; Mahony, J.; Hansen, D.; Scott, K.; Carlson, A.; Ankley, G. 1992. Acid Volatile Sulfide predicts the acute toxicity of cadmium and Nickel in sediments. **Environmental Science & Technology**, **26**: 96-101.
- Dodge, J.D., 1982. Marine dinoflagellates of British Isle. London: Her Majesty's Stationary Office, 303 pp.
- Doyle, M.J.; Morse, W.W. & Kendall, Jr., A.W. 1993. A comparison of larval fish assemblages in the temperate zone of the Northeast Pacific and Northwest Atlantic oceans. *Bulletin of Marine Science*, **53** (2): 588-644.
- Dugdale, R.C. & Holm-Hansen, O. 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary production. **Limnology Oceanography**, **4**: 454-466.
- Efefferiou, A. & McIntyre, A.D. 2005. **Methods for the study marine benthos**. (3rd edition), Blackwell, Oxford. 418 p.
- Ekau, W. & Matsuura, Y. 1996. Diversity and distribution of ichthyoplankton in the continental shelf waters of East Brazil. *In*: Ekau, W. & Knoppers, B. (Eds). *Sedimentation process and productivity in the continental shelf waters off East and Northeast Brazil*. Joint Oceanographic Projects. JOPS II, Cruise Report and First Results. Center for Tropical Marine Ecology, Bremen: 135-147.
- Elias, V.O. 2000. **Biogeoquímica molecular do Carbono Orgânico e Contribuições de Queimadas em Sedimentos e Aerossóis da Amazônia**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Elias, V.O.; Simoneit, B.R.T. & Cardoso, J.N. 1997. Even n-Alkane Predominances on the Amazon Shelf and NE Pacific. **Naturwissenschaften**, **84**: 415-420.
- Elias, V.O.; Cardoso, J.N. & Simoneit, B.R.T. 2000. Acyclic lipids in Amazon Shelf Waters. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** **50**: 231-243.
- Elias, V.O.; Simoneit, B.R.T.; Pereira, A.S. & Cardoso, J.N. 1998. Ass Spectra of Triterpenyl Alkanoates, Novel Natural Products. **J. Mass Spectrom.** **32**: 1356-1361.
- Elias, V.O.; Simoneit, B.R.T.; Pereira, A.S.; Cardoso, J.N. & Cabral, J. 1999. Detecting Heavy Molecular Weight Organic Tracers in Smoke Samples. **Environ. Sci. Techn.** **33**: 2369-2376.
- Elias, V.O.; Simoneit, B.R.T.; Cordeiro, R.C. & Turcq, B. 2001. Evaluating levoglucosan as an indicator of biomass burning in Carajás, Amazônia: A comparison to the charcoal record. **Geochim. Cosmochim. Acta** **65**: 267-272.
- Emilson, I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **11(2)**: 101-112.
- Fahay, M.P. 2007. *Early Stages of Fishes in the Western North Atlantic Ocean (Davis Strait, Southern Greenland and Flemish Cap to Cape Hatteras)*. Northwest Atlantic Fisheries Organization. Nova Scotia, Canada.
- Fernandes, L.D.A.; Almeida, E.V.; Peixoto, B.J.F. & Souza, M.F. 2006. Decapoda. *In*: Bonecker, S.L.C. (ed.). Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira, Série de livros, p. 101-163.
- Ferreira da Silva, L.C. 1983. Condições oceanográficas do extremo oeste da convergência subtropical do oceano Atlântico Sul baseado nos dados obtidos nas operações Conversut I e II. Tese de Mestrado, IO-USP, São Paulo, **Anais Hidrográficos, Tomo XI**, 195-215. DHN.

- Ferreira da Silva, L.C.; Albuquerque, C.A.M.; Cavalheiro, W.W. & Hansen C.M.P. 1984. Gabarito Tentativo para as Massas d'água da Costa Sudeste Brasileira. **Anais Hidrográficos. Tomo XLI**, 261-312. DHN.
- Figueiredo, J.L. & Menezes, N.A. 1978. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II Teleostei (1)*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo: 110 p.
- Figueiredo, J.L.; Santos, A.P.; Yamaguti, N.; Bernardes, R.A. & Del Bianco Rossi-Wongtschowski, C.L. 2002. *Peixes da Zona Econômica Exclusiva da região sudeste-sul do Brasil: Levantamento com rede de meia-água*. São Paulo, Editora da Universidade Estadual de São Paulo, Imprensa Oficial do Estado, 244 p.
- Flores-Coto, C. & Ordoñez-López, U. 1991. Larval distribution and abundance of Myctophidae, Gonostomatidae and Sternoptychidae from the Southern Gulf of Mexico. NOAA. *Tech. Rept. NMFS95*, p.55-64.
- Förstner, U. 1995. **Non-linear release of metals from aquatic sediments**. In Biogeodynamics of pollutants in soils and sediments: risk assessment of delayed and non-linear responses. Edited by W. Salomons and W.M. Stigliani. Springer-Verlag, Berlin. pp. 247–307.
- Frontier, S. 1981. Cálculo del error em el recuento de organismos zooplanctónicos. In: Boltovskoy, D. (ed.). Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. INIDEP, Mar del Plata, Argentina, p. 163-167.
- FUNDESPA/GEOMAP, 1994. **Programa de Monitoramento Oceânico da Bacia de Campos** - Relatório Final. 657p.
- Gaeta, S.A. 1999. **Produção Primária na Região Oeste do Atlântico Sul**. Tese de Livre-Docência, Instituto Oceanográfico de São Paulo, São Paulo, 140pp.
- Galéron, J.; Sibuet, M.; Vanreusel, A.; Mackenzie, K.; Gooday, A.J.; Dinét, A. & Wolf, G.A. 2001. Temporal patterns among meiofauna and macrofauna taxa related to changes in sediment geochemistry at an abyssal NE Atlantic site. **Progress in Oceanography 50**: 303-324.
- Giere, O. (2009). Meiobenthology. Springer-Verlag, 2ª Edição, Berlin, 527 pp.
- Gomes, M.F. 2006. **Variações Espaciais e Sazonais na Composição e Estrutura da Comunidade Macrobêntica na Plataforma Continental e Talude Superior de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP). 164p.
- Gómez, F., Furuya, K. and Takeda, S. 2005. Distribution of the cyanobacterium *Richelia intracellularis* as an epiphyte of the diatom *Chaetoceros compressus* in the western Pacific Ocean. *Journal of Plankton Research*, 27(4):323-330. doi:10.1093/plankt/fbi007
- Gooday, A.J. 2002. Biological responses to seasonally varying fluxes of organic matter to the ocean floor: a review. **Journal of Oceanography 58**: 305–332.
- Gurney, R. 1924. Crustacea Part IX – Decapod Larvae Br. Antarct. Terra Nova Expd. 1910. *Zoology*, v. 8, p. 37-202.
- Gusmão, L.M.O.; Neumann-Leitão, S.; Nascimento-Vieira, D.A.; Silva, T.A.; Silva, A.P.; Porto Filho, F.F.; Moura, M.C.O. 1997. Zooplâncton oceânico entre os estados do Ceará e Pernambuco, Brasil. *Trabalhos Oceanográficos da UFPE*, v. 25, p. 17-30.
- Harbison, P. 1986. Mangrove Muds – A Sink and a Source for Trace Metals. **Marine Pollution Bulletin. 17 (6)**, 246-250.



- Hayward, T.L. & Mantyla, A.W. 1990. Physical, chemical and biological structure of coastal eddy near Cape Mendocino. **Journal Marine Research**, **48**: 825-850.
- Heip, C.; Vincx, M. & Vranken, G. 1985. The ecology of marine nematodes. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* **23**, 399-489.
- Hempel, G. 1973. *Early life history of marine fish. The egg stage*. Seattle. Washington Sea Grant Publication, 70 p.
- Herbland A. & Le Bouteiller A. 1983. – Dynamique du phytoplancton et matière organique particulaire dans la zone euphotique de l'Atlantique Équatorial. **Mar. Biol.**, **72** : 265-278.
- Hewitt, J.E., Thrush, S.F., Halliday, J., Duffy, C. 2005. The importance of small-scale habitat structure for maintaining beta diversity. **Ecology** **86**: 1619-1626.
- Houde, E.D. & Lovdal, J. 1984. A seasonality of occurrence, foods, and food preferences of ichthyoplankton in Biscayne Bay, Florida. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **18**: 403-419.
- HSIAO, S.-H.; KÁ, S.; Fang, T.-H. & Hwang, J.-. 2011. Zooplankton assemblages as indicators of seasonal changes in water masses in the boundary waters between the East China Sea and the Taiwan Strait. *Hydrobiologia*, v. 666, p. 317-330.
- Hulley, P.A. 1981. Results of the research cruises of FRV "Walter Herwig" to South America. LVIII. Family Myctophidae (Osteichthyes. Myctophiformes). *Archiv fur Fishereiwissenschaft*, **31**: 1-300.
- Hurlbert, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. **Ecology**, **52**: 577–586.
- Hurley, G. & Ellis, J. 2004. **Environmental effects of exploratory drilling offshore Canada**. The Canadian Environmental Assessment Agency, Regulatory Advisory Committee (RAC). Final report 114 pp.
- Ibanez, F. & Dauvin, J.C. 1988. Long-term changes (1977 to 1987) in a muddy fine sand *Abra alba* - *Melinna palmata* community from the western English Channel: multivariate time-series analysis. **Marine Ecology Progress Series** **49**: 65-91.
- Ikeda, Y. 1999. **Relatório Final do Projeto Coroas**. IOUSP/INPE, São Paulo.
- Jeffrey, S.W. and Humphrey, G.F., 1975. New espectrofotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algal and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Planzen (BPP)* Bd.167 S 191-194.
- Katsuragawa, M.; Matsuura, Y.; Suzuki, K.; Dias J.F. & Spach, h.I. 1993. The ichthyoplankton of the Ubatuba region (São Paulo State, Brazil): composition, distribution and seasonal occurrence (1985-1988). *Publicação especial do Instituto Oceanográfico* **10**: 85-121.
- Kempf, M. 1972. A plataforma continental da costa brasileira, entre o rio São Francisco e a ilha de São Sebastião: notas sobre os principais tipos de fundo. **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Geologia**, Belém, p.211-234.
- Kendall, A.W.; Ahlstrom, E.H. & Moser, H.G. *Early Life History Stages of Fish and their Charcaters*. 1984. In: Moser, H.G.; Richards, W.J.; Cohen, D.M.; Fahay, M.P.; Kendall Jr., A.W. & Richardson, S.L. (Eds.). *Ontogeny and Systematics of Fishes*. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication*, **1**: 11-22.
- Kennicutt II, M.C. (ed.) 1995. **Gulf of Mexico offshore operations monitoring experiment, Final Report**. U.S. Departament of the Interior Minerals Management Service. Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, 700p.

- Kennicutt II, M.C.; Wadw, T.L.; Presley, B.J.; Requejo, A.G.; Brooks, J.M. & Denoux, G.L. 1994. Sediment contaminants in Casco Bay, Maine: inventories, source and potential for biological impact. **Environment Science Technology**, **28 (1)**: 1-15.
- Keppeler, E.C. & Hardy, E.R. 2004. Abundance and composition of Rotifera in an abandoned meander lake (Lago Amapá) in Rio Branco, Acre, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 2, p. 233-241.
- Leonardis, C.; Sandulli, R.; Vanaverbeke, J.; Vincx, M.; Zio, S. 2008. Meiofauna and nematode diversity in some Mediterranean subtidal áreas of Adriatic and Ionian Sea. *Scientia Marina* 72(1): 5-13.
- Lopes, C.L. 2006. Variação espaço-temporal do ictioplâncton e condições oceanográficas na região de Cabo Frio (RJ). Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo: 209 p.
- Lopes, R.M.; Katsuragawa, M.; Dias, J.F.; Montú, M.A.; Muelbert, J.H.; Gorri, C. & Brandini, F.P. 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. *Scientia Marina*, v. 70, n. 2, p. 189-202.
- Lorenzen, C.J., 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigment: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.*, 12:343-346.
- Magurran, A.E., 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press. Princeton, 200 p.
- Mann, K.H. 1982. Phytoplankton – based systems. *In*: MANN, K.H. (Eds) **Ecology of coastal waters: a system approach**. Oxford, Blackwell. p. 83-124.
- MAPEM Projeto. Toldo JR, E.E. (ed.); Ayup-Zouain, R.N. (ed.); Peralba, M. do C.; Soriano-Sierra, E.; Corrêa, I.C.S.; Fachel, J.M.; Freitas, C.D.S. & Toledo, F.A. 2004. **Projeto MAPEM – Monitoramento Ambiental em Atividades de Perfuração Exploratória Marítima – águas profundas**. Convênio FINEP/IBP/FAURGS. ISBN85-904431-1-6, CD-ROM.
- Margalef, R. 1983. *Ecologia*. Barcelona: Ediciones Omega S.S. 951p.
- Margalef, R. 1983. *Limnologia*. Barcelona: Ediciones Omega S.S. 1010 p.
- McEwen, G.F.; Johnson, M.W. & Folsom, T.R. 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom plankton sample splitter, based upon test observations. *Archives of Metereology Geophys and Bioklimatology*, (Ser. A), n. 7, p. 502-527.
- Masuda, L.S.M., 2009. Composição e distribuição dos organismos fitoplanctônicos da região do Banco dos Abrolhos, Bahia. Mestrado em Sistemas Aquáticos Tropicais. Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, Brasil, 75 pp.
- Matsuura, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC). **Ciência e Cultura**, **38(8)**: 1439-1450.
- Matsuura, Y. 1977. O ciclo de vida da sardinha-verdadeira (Introdução à Oceanografia Pesqueira). *Publção esp. Inst. oceanogr. S Paulo*, São Paulo, 4: 1-146.
- Matsuura, Y & Olivar, M.P. 1999. Fish larvae. *In*: Boltovskoy, D. (ed.). *South Atlantic Zooplankton*. v. 2, Backhuys Publishers, Leiden, p. 1445-1496.
- Menezes, N.A.; Backup, P.A.; Figueiredo, J.L. & Moura, R.L. 2003. *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 160 p.
- Metzler, P.M.; Gilbert, P.M.; Gaeta, S.A. & Ludlam, J.M., 1997. New and regenerated production in the South Atlantic off Brazil. **Deep-Sea Research**, **44(3)**: 363-384.



- Miranda, L.B.; Ikeda, Y & Mascarenhas, A.S. 1970. Flutuações da corrente do Brasil e variações da distribuição horizontal da temperatura na região costeira entre Cabo São Tomé e a Ilha de São Sebastião em janeiro / fevereiro e abril de 1970. **Simpósio de Ecologia Tropical da XXII Reunião Anual da SBPC.**
- Miranda, L.B. de, 1982. **Análise de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) e Ilha de São Sebastião (SP).** Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 123p.
- Moser, G.A.O. 1997. **Estudo da distribuição da biomassa fitoplanctônica e de variáveis oceanógrafas na Bacia de Campos (RJ), utilizando um sistema de informações geográficas (SIG).** Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p. 149.
- Moser, G.A.O. and Giancesella-Galvão, S. M. F. 1997 Biological and oceanographic upwelling indicators at Cabo Frio (RJ). *Revista Brasileira de Oceanografia*, 45 (1/2): 11-23.
- Moser. H.G. & Ahlstrom. E.H., 1970. Development of lanternfishes (family Myctophidae) in the California Current. Part I. Species with narrow-eyed larvae. *Bulletin of the Los Angeles County Museum of Natural History Science*. n. 7. 145 p.
- Moser, H.G. & Ahlstrom. E.H. 1996. Myctophidae: Lanternfishes. *In: Moser, H.G. (Ed.) The early stages of fishes in the California Current Region*. La Jolla, Calcofi, Atlas n°. 33, p. 387-475.
- Moser. H.G. & Watson. W. 2006. Myctophidae: lanternfishes. *In: Richards, W.J. (Ed.). Early stages of atlantic fishes: an identification guide for the Western North Atlantic*. Volume I. CRC Press, Boca Raton, p.473-579.
- Mostajo E.L., 1985. Nanoplâncton calcareo del Oceano Atlântico Sur. *Rev. Españ. De Micropaleont.*, vol. 17, n. 2, p. 261-280.
- Nafpaktitis. B.G.; Backus. R.H.; Craddock. J.E.; Haedrich. R.L.; Robinson. B.H. & Karnella. C. 1977. Family Myctophidae. *In: Gibbs Jr, R.H. (Ed.). Fishes of the Western North Atlantic*. Memoir Sears Foundation for Marine Research 1 Pt 7: 13-265.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 1999. **Screening Quick Reference Tables.** [http://response.restoration.noaa.gov/type\\_subtopic\\_entry.php?RECORD\\_KEY%28entry\\_subtopic\\_type%29=entry\\_id,subtopic\\_id,type\\_id&entry\\_id\(entry\\_subtopic\\_type\)=90&subtopic\\_id\(entry\\_subtopic\\_type\)=5&type\\_id\(entry\\_subtopic\\_type\)=2](http://response.restoration.noaa.gov/type_subtopic_entry.php?RECORD_KEY%28entry_subtopic_type%29=entry_id,subtopic_id,type_id&entry_id(entry_subtopic_type)=90&subtopic_id(entry_subtopic_type)=5&type_id(entry_subtopic_type)=2)
- National Research Council (NRC), 1985. **Oil in the sea – inputs, fates and effects.** Washington DC, national Academy Press, 602p.
- Neff, J. M.; McKelvie, S. & Ayers, R. C.2000. **Environmental impact of synthetic based drilling fluids.** U.S. Department of interior, Minerals Management Service, New Orleans, 118 pp.
- Nelson, J.R. 2006. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons. 4<sup>th</sup> edition. 601 p.
- Netto, S. A., Gallucci, F., & Fonseca, G. F. C. 2005. Meiofauna communities of continental slope and deep-sea sites off SE Brazil. *Deep-Sea Research I*, 52, 845-859.
- Netto, S. A., Gallucci, F., & Fonseca, G. F. C. 2009. Deep-sea meiofauna response to synthetic-based drilling mud discharge off SE Brazil. *Deep-Sea Research II*, 56, 41-49.
- Netto, S.A.; Attrill, M.J. & Warwick, R.M. 1999. Sublitoral meiofauna and macrofauna of Rocas Atoll (NE, Brazil): indirect evidence of topographically controlled front. **Marine Ecology Progress Series 179**: 175-186.

- Niencheski, L.F. 1999. **Oceanografia Química. Levantamento Bibliográfico e Identificação do Estado Atual do Conhecimento.** Rio de Janeiro: FEMAR, 172p.
- Nishigima, F.N.; Weber, R.R. & Bicego, M.C. 2001. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in sediments of Santos and Cananéia, SP, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, **42(11)**: 1064-1072.
- Nogueira, C.R.; Santos, L.H.S.; Bonecker, A.C.T.; Bonecker, S.L.C.; Dias, C.O. & Reis, J.M.L. 1999. **Studies on Zooplankton and Ictioplankton communities of the Rio de Janeiro coastline.** In: SILVA, S.H.G. & LAVRADO, H.P. (eds). Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro. Oecologia Brasiliensis, vol. VII. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Nonaka, R.H.; Matsuura, Y. & Suzuki, K. 2000. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fisheries Bulletin* 9: 767-784.
- OGX, 2009. Caracterização Ambiental (baseline) dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. **Relatório PIR2-OGX-01.08.02-3.** Elaborado por PIR2 Consultoria Ambiental Ltda. 168pp.
- Olivar, M.P. & Shelton, P.A. 1993. Larval fish assemblages of Benguela Current. *Bulletin of Marine Science*, **53** (2): 450-474.
- Onbé, T. 1999. Ctenopoda and Onychopoda (=Cladocera). In: Boltovskoy, D. (ed.). South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, p. 797-814.
- Pedrosa, P; Paranhos, R; Suzuki, MS; Andrade, L; Silveira, ICA da; Schmidt, ACK; Falcão, NA; Lavrado, HP; Rezende, CE. 2006. Hidroquímica de massas d'água oceânicas em regiões da margem continental brasileira, Bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Geochemica Brasiliensis**, **20(1)**: 101-119.
- PETROLEO BRASILEIRO S.A. (PETROBRAS), 2001. **Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção de Petróleo na Bacia de Campos.** Etapa de Pré-Monitoramento. Relatório Final. Rio de Janeiro, PETROBRAS, 222p.
- PETROLEO BRASILEIRO S.A. (PETROBRAS), 2002. **Monitoramento Ambiental da Área de Influência do Emissário de Cabipunas, Região de Macaé/RJ.** Caracterização Pré-Operação e Monitoramento Pós-Operação. Relatório Final. Rio de Janeiro, PETROBRAS, 276p.
- Petrobrás. 2009. [www2.petrobras.com.br](http://www2.petrobras.com.br). Acesso em 21/10/2009.
- Philip, R.P. 1985. **Fossil fuel biomarkers: application and spectra. Methods in geochemistry and Geophysics**, v. 23. Elsevier, New York.
- Phillips, D.J.H. 1995. Distribution of n-alkanes in marine samples from southeast Florida. **Marine Pollution Bulletin**, v. **30**, n. **1**, p.83.
- Pires-Vanin, A.M.S.; Rossi-Wongtschowsky, C.L.D.B.; Aidar, E. ; Mesquita, H.S.L. ; Soares, L.S.H. ; Katsuragawa, M. & Matsuura, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema da plataforma continental da região de Ubatuba, São Paulo: síntese dos resultados. **Publ. esp. Inst. Oceanogr. S. Paulo**, **10**: 217-231.
- Pohle, G.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. & Mantelatto, F.L.M. 1999. Larval Decapoda (Brachyura). In: Boltovskoy, D. (ed.) South Atlantic Zooplankton Backhuys Publishers, p. 1281-1352.
- Purcell, C. A., 1999. Caracterização quali- e quantitativa do nano- e microplâncton da região oceânica entre Ilhéus e Porto Seguro (BA) .Monografia de bacharelado.Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Marinha. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.



- Ravera, O. 2004. Importance and difficulties of research on metal speciation in the aquatic ecosystem: An ecologist's viewpoint. **Anali Di Chimica** **94IS 7-8BP 495**.
- Ré, P.; Azeiteiro, U. & Morgado, F. 2005. Ecologia do Ictioplâncton. In: Ré, P.; Azeiteiro, U. & Morgado, F (Eds.). *Ecologia do plâncton marinho e estuarino*. Edições Afrontamento. p. 111-140.
- Redfield, A.C.; Ketchum, B. & Richards, F. 1963. The influence of organisms on the composition of sea water. In: Hill, N. (ed.), **The Sea**, **2**: 224-228. Interscience, New York.
- Reid, F.M.H., 1980. Coccolithophorids of the North Pacific Central Gyre with notes on their vertical and seasonal distribution. *Micropaleontology*, v. 26, n. 2, p. 151-176.
- Rezende, C.E., Lacerda, L.D. Ovalle, A.R.C., Souza, C.M.M., GOBO, A.A.R., Santos, D.O. 2002. The effect of an oil drilling operation on the trace metal distribution in bottom sediments from the Brazilian continental platform. **Mar. Pollut. Bull.** **44**: 680-684.
- Richards, W.J. 1984. Kinds and abundances of fish larvae in the Caribbean Sea and adjacent areas. *NOAA Tech. Rept. NMFS-776*, p.1-54.
- Richards, W.J. 2006. *Early stages of atlantic fishes: an identification guide for the Western North Atlantic. Volume I. and Volume II*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2640 p.
- Ryther, J.H. & Dunstan, W.M. 1971. Nitrogen, phosphorus and eutrophication in the coastal marine environment. **Science**, **171**: 1008-1012.
- Saavedra, L.; Dornelles, L.M.A.; Santos, S.B.; Absalão, R.; Anjos, S.M.C.; Melo, G.V.; Stanton, N.S.G.; Fonseca, E.M.; Lima, L.M.; Küsel, E.T.; Ribeiro, E.O.; Lazillota, A.A.A. & Esteves, F.A. 1999. Caracterização oceanográfica da plataforma continental interna adjacente a Cabo Frio – RJ, no inverno de 1995. **Oecologia Brasiliensis, (VII)**: 245-271.
- Sadiq, M. 1992. **Toxic metal chemistry in marine environments**. King Fahd University of Petroleum and Minerals Dhahran, Saudi Arabia.
- Sánchez-Velasco, L.; Avalos-Garcia, C.; Rentería-Cano, M. & Shirasago, B., 2004. Fish larvae abundance and distribution in the central Gulf of California during strong environmental changes (1997-1998 El Niño and 1998-1999 La Niña). *Deep-Sea Research II* **51**: 711-722.
- Santos, M.F.; Lana, P.C., Silva, J.; Fachel, J.G., Pulgati, F.H. 2009. Effects of non-aqueous fluids cuttings discharge from exploratory drilling activities on the deep-sea macrobenthic communities. **Deep-Sea Research II (56)**: 32-40.
- Shannon, C.E. 1948. A Mathematical Theory of Communication, **Bell System Technical Journal**, Vol. 27.
- Signorini, S.R; Miranda, L.B.; Evans, D.I.; Stevenson, M.R.; & Inostroza, H.M.V. 1989. Corrente do Brasil: Estrutura Térmica entre 19° E 25° S e Circulação Geostrofica. **Bol. Inst. Oceanogr., São Paulo**, **37(1)**: 33-49.
- Silva, G.L.; Dourado, M.S. & Candella, R.N. 2006. Estudo preliminar da climatologia da ressurgência na região de Arraial do Cabo, RJ. **Anais... XI ENAPET**. Universidade Federal de Santa Catarina, 16 a 21 de julho de 2006.
- Silveira. I.C.A.; Schmidt. A.C.K.; Campos. E.J.D.; Godoi. S.S. & Ikeda. Y. 2000. A Corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. **Revista Brasileira de Oceanografia**. **48**: 171-183.
- Simoneit, B.R. T. & Elias, V. O. 2001. Detecting organic tracers from biomass burning in the atmosphere. **Mar. Pollution Bull.**, **42**: 805-810.

- Simoneit, B.R.T., Oros, D.R. & Elias, V.O., 1998. Molecular Tracers for Biomass Burning Emissions from Species Specific Fuel Sources. *Measur. Toxic Rel. Air Pollut*: 1: 9-36.
- Soares-Gomes, A. & Figueiredo, A.G. 2002. **O ambiente marinho**. In: Pereira, R.C. & Soares-Gomes, A. (organizadores), *Biologia Marinha*, Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Soetaert, K., Heip, C., Vincx, M., (1991). Diversity of nematode assemblages along a Mediterranean deep-sea transect. *Marine Ecology Progress Series* 75, 275–282.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. 1997. *Biometry*. New York: WH Freeman.
- Soltwedel, T. 2000. Metazoan meiobenthos along continental margins: a review. *Progress in Oceanography* 46, 59-84.
- Somerfield, P.J.; Rees, H.L. & Warwick, R.M. 1995. Interrelationships in community structure between shallow-water marine meiofauna and macrofauna in relation to dredging disposal. *Marine Ecology Progress Series* 127: 103-112.
- Somerfield, P. J., Warwick, R. M. 1996. Meiofauna in marine pollution programmes. A laboratory manual. MAFF, Directorate of Fisheries Research, Lowestoft, Reino Unido, 71 pp.
- Somerfield, P. J., Warwick, R. M., Moens, T. 2005. Meiofauna Techniques. In: Efeetheriou, A. & McIntyre, A. D. *Methods for the study marine benthos*. 229-272 pp.
- Southward, A.J. 1982. An ecologist's view of the implications of the observed physicochemical and biochemical effects of petroleum compounds on marine organisms and ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 297: 241-255.
- Souza, F.A.G. 1999. **Identificação das massas d'água na região da Baía de Campos. Monografia de Bacharelado em Oceanografia**, UERJ.
- Sverdrup, H.U.; Johnson, M. W. & Fleming, R.H. 1942. **The Ocean: Their physics, chemistry and general biology**. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1087p.
- Suzini-Ribeiro, S.M., 1999. Biomass distribution of pico, nano, and microplankton on the continental shelf of Abrolhos, East Brazil. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 47(2/3), 271-284.
- Szpilman, M. 2000. *Peixes Marinhos do Brasil: guia prático de identificação*. 288 p.
- Tenenbaum, D.R.; Villac, M. C.; Viana, S. C.; Matos, M.; Hatherly, M.; Lima, I.V.; Menezes, M. 2004. *Phytoplankton Atlas, Sepetiba Bay, Brazil*. Globallast Monography series no 16. 132 pp.
- Tomas C. R., 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press, USA, 858p.
- Thiel, H. 1979. First quantitative data on the deep Red Sea Benthos. *Marine Ecology Progress Series* 1: 347–350.
- Thomsen, H. 1962. **Massas de água características del oceano Atlântico – parte Sudoeste**. Reporte H 632 – Servicio de Hidrografia naval – Secretaria de Marina, Buenos Aires, Argentina, 28p.
- Toldo, E.E. & Ayup Zouain, R.N. 2009. Environmental monitoring of offshore drilling for petroleum exploration (MAPEM): A brief overview. *Deep-Sea Research II* (56): 1–3.
- Tunnel, J.W. 1978. Fauna of shelf-edge submarine banks in the Northwestern Gulf of Mexico. US Geological Survey report, 49 p.



- United Nations Environmental Programme (UNEP), 1991. **Determinations of petroleum hydrocarbons in sediments. reference methods for marine pollution studies.** N. 20, 97p.
- Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitative Phytoplankton-Methodik. Mitt Int Verein Limnol, 9: 1-38.
- Valentin, J. L. 2001. The Cabo Frio upwelling system. Brazil. *In*: Seeliger, U. & Kjerve, B. (Eds). *Ecological Studies 144. Coastal Marine Ecosystems of Latin América*: 97-105.
- Valentin, J.L.; Paranhos, R.P.R.; Faro, B.C.M.T. & Gonzalez, A.S.M. 2007. Massas D'água. *In*: Valentin, J. L. (Ed.) Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Ideal Gráfica e Editora, Brasília, Série Documentos REVIZEE – Score Central: 21-29.
- Valentin, J.L. 2000. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência. 117 p.
- Vanreusel, A. et al. 2010. The contribution of deep-sea macrohabitat heterogeneity to global nematode diversity. *Marine Ecology* 31, 6–20.
- Vanreusel, A., Clough, L., Jacobsen, K., Ambrose, W., Jivaluk, J., Ryheul, V., Herman, R., Vincx, M., 2000. Meiobenthos of central Arctic Ocean with special emphasis on the nematode community structure. *Deep-sea Research I* 47, 1855–1879.
- Venrick, E.L. 1974. The distribution and significance of *Richelia intracellularis* (Schmidt) in the North Pacific Central Gyre. *Limnology and Oceanography*, 19(3): 437-445.
- Wang, Z. & Fingas, M. 1997. Developments in the analysis of petroleum hydrocarbons in oils, petroleum products, and oil-spill-related environmental samples by gas chromatography. *J. Chromatogr. A* 774:51-78.
- Warwick, R.M. 1984. Species size distributions in marine benthic communities. *Oecologia* 61: 32-41.
- Warwick, R.M. 1993. Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. *Australian Journal Ecology* 18: 63-80.
- Whitlatch, R.B. 1980. Patterns of resource utilization and coexistence in marine intertidal deposit-feeding communities. *Journal of Marine Research* 38: 743-765.
- Wieser, W. 1953. Die Beziehung zwischen Mundhöhlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden marinen Nematoden. *Arkiv für Zoologi* 4 (26), 439-484.
- Willis, J.M. & Percy, W.G., 1982. Vertical distribution and migration of fishes of the lower mesopelagic zone off Oregon. *Marine Biology* 70: 80-98.
- Zar, J.H., 1984. *Bioestatistical Analysis*. 2nd Ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. 250 p.

## 8. EQUIPE E RESPONSABILIDADE TÉCNICA

As amostragens foram realizadas sob a coordenação do Biólogo MSc. Wellington Silva Fernandez, e por uma equipe multidisciplinar, para a realização das coletas biológicas, químicas e físicas, nos compartimento água e sedimento.

A seguir são apresentados, nomes, acompanhados de titulação, cargo, responsabilidades, registro de classe e cadastro técnico no IBAMA, dos profissionais da PIR2 Consultoria Ambiental (Tabela 8-I), assim como dos demais envolvidos nas atividades de campo ora reportadas (Tabela 8-II).

TABELA 8-I Profissionais da PIR2 Consultoria Ambiental envolvidos na gerência de implementação da campanha realizada na Bacia de Campos.

Equipe Técnica – PIR2 Consultoria Ambiental				
empresa/profissional	cargo	responsabilidade	registro de classe	CTFAIDA/IBAMA (*)
PIR2 Consultoria Ambiental	empresa	-	CNPJ 07.081.997/0001-09	590406
Paula Castellões, MSc.	Diretora Executiva	gerência geral	CRBio-2 29526/02-D	216354
Rodrigo Skowronski, Dr.	Diretor Científico	gerência técnico-científica	CRBio-2 23.057/01/02	90804
Rui Guedes, BSc.	Dir. de Operações e Logística	gerência de operações e logística	CRBio-2 38170/02	216598

(\*) Cadastro Técnico Federal das Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental

TABELA 8-II Equipe técnica responsável pela coleta das amostras obtidas na campanha na Bacia de Campos.

Equipe de Coleta		
empresa/profissional	registro de classe	CTFAIDA/IBAMA (*)
Wellington Silva Fernandez	-	3667572
Vanessa Alves Lima Rocha	CRBio-2 48.476/02	516467
Rafael Marino Rodrigues Fernandes	CRBio-2 55.292/02	1808498
Marcel Gonçalves dos Santos	-	5198422



A seguir são apresentados todos os responsáveis pelas análises das amostras coletadas, assim como os responsáveis pelos resultados analíticos dos laboratórios (Tabela 8-III).

TABELA 8-III Equipe técnica responsável pelas análises das amostras obtidas na campanha realizada na Bacia de Campos.

Equipe Técnica - Análises			
empresa/instituição	Profissional	registro de classe	Parâmetros analisados
Analytical Technology	Ana Paula Ahualli	CRQ-4 04121814	Sedimento (metais, TPH e PAH) - água (TSS, TDS, Sulfetos, metais, BTEX, Fenóis totais, TPH e PAH)
Scitech – Environmental Science and Technology	Dr. Frederico Werneck Kurtz.	CRBio 07.108/2	Granulometria e carbonato Nutrientes, fósforo total (água)
Laboratório de Limnologia - UFRJ	Dr. Claudio Cardoso Marinho	CRBio-2 23.057/01/02	CNP, matéria orgânica e sulfeto (sedimento)
Laboratório de análise Ambiental (UNISUL)	Dr. Sergio Netto	-	macrofauna e meiofauna
Laboratório Integrado de Zooplâncton e Ictioplâncton - UFRJ	Dr. Sergio Bonecker	CRBio-2 12638/02	Zooplâncton e ictioplâncton
-	Dr. Juan Alba	-	pigmentos clorofilianos e fitoplâncton