


Relatório Técnico			
Título	Projeto de Monitoramento Ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos		
Número de controle	PIR2-OGX-01.09.02-27	Data	05/11/2012
		Versão	00

Cliente		
	Empresa	OGX Petróleo e Gás Ltda.
	Contato	Fernanda Hargreaves
	Cargo	Coordenadora de Meio Ambiente

Responsabilidade técnica		
Rui Guedes, BSc.	CRBio: 38.170/02/01/05	
PIR2 Consultoria Ambiental	CTFAIDA IBAMA: 216598	
Diretor	ART N°: 2-04014/11-E	

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 www.pir2.com.br

Controle de Revisões			
revisão	descrição	data	responsável
00	Emissão inicial	05/11/2012	Rui Guedes



Monitoramento Ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e  
BM-C38, Bacia de Campos (junho de 2012)



**EM BRANCO**



## ÍNDICE

1. Introdução.....	7
2. Objetivos e Metas.....	9
3. Metodologias .....	10
3.1. Estratégias Amostrais.....	10
3.2. Parâmetros Seleccionados.....	11
3.3. Metodologias de Coleta .....	13
3.3.1. Perfilagens de CTD.....	13
3.3.2. Amostragens de Água.....	14
3.3.3. Amostragens de Sedimento.....	17
3.3.4. Amostragens da Biota.....	19
3.4. Metodologias de Análise.....	21
3.4.1. Caracterização Oceanográfica .....	21
3.4.2. Caracterização da Água .....	22
3.4.3. Caracterização do Sedimento.....	23
3.4.4. Caracterização da Biota.....	24
3.4.4.1. Fitoplâncton .....	24
3.4.4.2. Zooplâncton.....	25
3.4.4.3. Ictioplâncton .....	26
3.4.4.4. Macrofauna Bentônica .....	27
4. Registros de Amostragem.....	29
5. Resultados.....	31
5.1. Parâmetros Oceanográficos .....	31
5.2. Água.....	39
5.2.1. Transparência, turbidez, Oxigênio dissolvido e pH .....	39
5.2.2. Nutrientes .....	43
5.2.3. Carbono Orgânico Dissolvido, Carbono Orgânico particulado e Totais de Sólidos em Suspensão .....	50
5.2.4. Metais.....	53
5.2.5. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP).....	56
5.2.6. Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA) .....	58
5.2.7. Fenóis e BTEX .....	60
5.2.8. Sulfetos .....	63
5.3. Sedimento.....	64
5.3.1. Granulometria e Carbonatos.....	64
5.3.2. Nitrogênio e Fósforo total.....	68
5.3.3. Matéria Orgânica Total (MOT) e Carbono Orgânico Total (COT) .....	70



5.3.4. Sulfetos.....	72
5.3.5. Metais totais e biodisponíveis .....	74
5.3.6. Hidrocarbonetos totais (HTP).....	87
5.3.7. Hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) .....	89
5.4. Comunidades Biológicas .....	91
5.4.1. Fitoplâncton e Pigmentos Clorofilianos .....	91
5.4.2. Zooplâncton .....	107
5.4.3. Ictioplâncton .....	120
5.3.4. Macrofauna.....	128
6. Considerações.....	139
6.1. Oceanografia e Água .....	139
6.2. Sedimento .....	141
6.3. Comunidades Biológicas .....	144
6.3.1. Fitoplâncton e Pigmentos Clorofilianos .....	144
6.3.2. Zooplâncton.....	146
6.3.3. Ictioplâncton .....	147
6.3.4. Macrofauna.....	149
7. Referências Bibliográficas .....	150
8. Equipe e Responsabilidade Técnica .....	166



## ANEXOS

ANEXO I Cadastros IBAMA

ANEXO II Responsabilidade Técnica

ANEXO III Correspondência de logins

ANEXO IV Registros fotográficos

ANEXO V Boletins Diários de Operações (BDO's)

ANEXO VI Laudos CTD

ANEXO VII Laudos Químicos – Água

ANEXO VIII Laudos TSS, COD, COP e Nutrientes

ANEXO IX Laudos Químicos – Sedimento

ANEXO X Laudos Granulometria

ANEXO XI Laudos Carbono, Nitrogênio, Fósforo, Matéria Orgânica e Sulfetos

ANEXO XII Laudos Pigmentos e Fitoplâncton

ANEXO XIII Laudos Zooplâncton

ANEXO XIV Laudos Ictioplâncton

ANEXO XV Laudos Macrofauna



Monitoramento Ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e  
BM-C38, Bacia de Campos (junho de 2012)



**EM BRANCO**



## 1. INTRODUÇÃO

A história da exploração petrolífera no Brasil é antiga, sendo o primeiro poço perfurado ao final do século XIX. Desde essa época, várias tentativas em diferentes bacias brasileiras foram realizadas, tentando sempre encontrar as melhores reservas petrolíferas. Muitas tentativas fracassaram, porém a partir da segunda metade do século XX, petróleo em quantidades comerciais foi encontrado na Bacia de Campos e, desde então, com o desenvolvimento de novas tecnologias, descobertas foram sendo feitas continuamente. As plataformas petrolíferas e poços de perfuração se tornaram feições típicas ao longo da plataforma continental brasileira. O Oceano Atlântico-Sul utilizado normalmente para as atividades de pesca, como via oceânica e turismo, se tornou uma arena para novos empreendimentos dinâmicos em larga escala, promovendo um crescimento econômico originado por estas novas atividades de Exploração e Produção (E&P). Contudo, este rápido crescimento traz a tona preocupações ambientais que precisam ser analisadas e se for o caso, mitigadas ao máximo possível, já que a degradação do meio ambiente e sua biota, compõem-se atualmente de questões primordiais em diferentes escalas espaciais e temporais.

Em áreas onde existem atividades de E&P, muitas vezes, torna-se um desafio identificar o responsável por algum impacto e, mais que isto, provar a identidade deste responsável. Desta forma, a elaboração de programas de caracterização ambiental como o baseline realizado antes de quaisquer atividades de E&P numa determinada área, torna-se uma ferramenta fundamental de segurança para as empresas que realizam esse tipo de atividades. Este programa possibilitará à empresa detectar qualquer mudança ambiental relevante originada pelas atividades de E&P, além de fornecer subsídios que possam ser utilizados no futuro, sempre que requeridos. Dentro desta perspectiva a Maersk Oil Brasil Ltda., na época a antiga operadora dos blocos, realizou um programa de baseline em setembro de 2009 que possuiu como objetivo o de demonstrar os níveis de background locais das áreas onde se situam os Blocos BM-C-37 e BM-C-38 situados na Bacia de Campos (PIR2/Maersk, 2009). Tal caracterização foi realizada através da análise dos mais diversos parâmetros (oceanográficos, físico-químicos e biológicos) tanto na água como no sedimento, no intuito de demonstrar o *status* ecológico e ambiental atual da região em questão, antes do início de qualquer atividade de E&P nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, situados na Bacia de Campos.

Este tipo de estudo fornece uma base confiável e atualizada do ambiente onde as atividades de E&P estão inseridas, permitindo assim discriminar de uma maneira mais eficaz a origem das possíveis variações encontradas no ambiente ao dissociar aquelas já existentes nas áreas antes da implementação de qualquer atividade de E&P e, que, portanto, não podem ser atribuídas às explorações que serão realizadas nas áreas futuramente, além de subsidiar os demais programas ambientais que serão implementados na área em questão e fornecer subsídios que possam ser utilizados no futuro sempre que requeridos.



Desta forma foram obtidas informações, que se constituem em uma importante ferramenta para a melhor compreensão do ambiente onde as atividades de E&P serão exercidas, possibilitando com isso uma gestão ambiental adequada tanto pela OGX como pelo IBAMA.

Os dados obtidos nesse estudo realizado anteriormente na área (baseline) correspondente aos blocos BM-C-37 e BM-C-38 serviram como uma base de comparação dos valores de background usualmente encontrados na Bacia de Campos, mais especificamente nos referidos blocos e funcionaram como uma referência ambiental válida e atualizada que servirá como base de comparação ao presente estudo.

O presente relatório apresenta os registros das amostragens realizadas durante os monitoramentos ambientais dos blocos BM-C-37 (C-M-560) e BM-C-38 (C-M-591) na Bacia de Campos. As amostragens foram realizadas pela equipe técnica da PIR2 Consultoria Ambiental entre os dias 25 e 29 de junho de 2012, a bordo do navio GSO Marechal Rondon (Figura 1-1), operado pela empresa Geodata Serviços Offshore S.A..



FIGURA 1-1

Embarcação GSO Marechal Rondon, operada pela empresa Geodata Serviços Offshore S.A., utilizada para a coleta de amostras da campanha de monitoramento ambiental dos blocos BM-C-37 e BM-C-38 na Bacia de Campos Fonte: Geodata Serviços Offshore S.A..





Os blocos BM-C-37 e BM-C-38 situam-se a uma distância aproximada de 56km da costa, na altura de Arraial do Cabo, numa lâmina d'água que varia de 100 a 150m, conforme apresentado na ilustração a seguir (Figura 1-2).

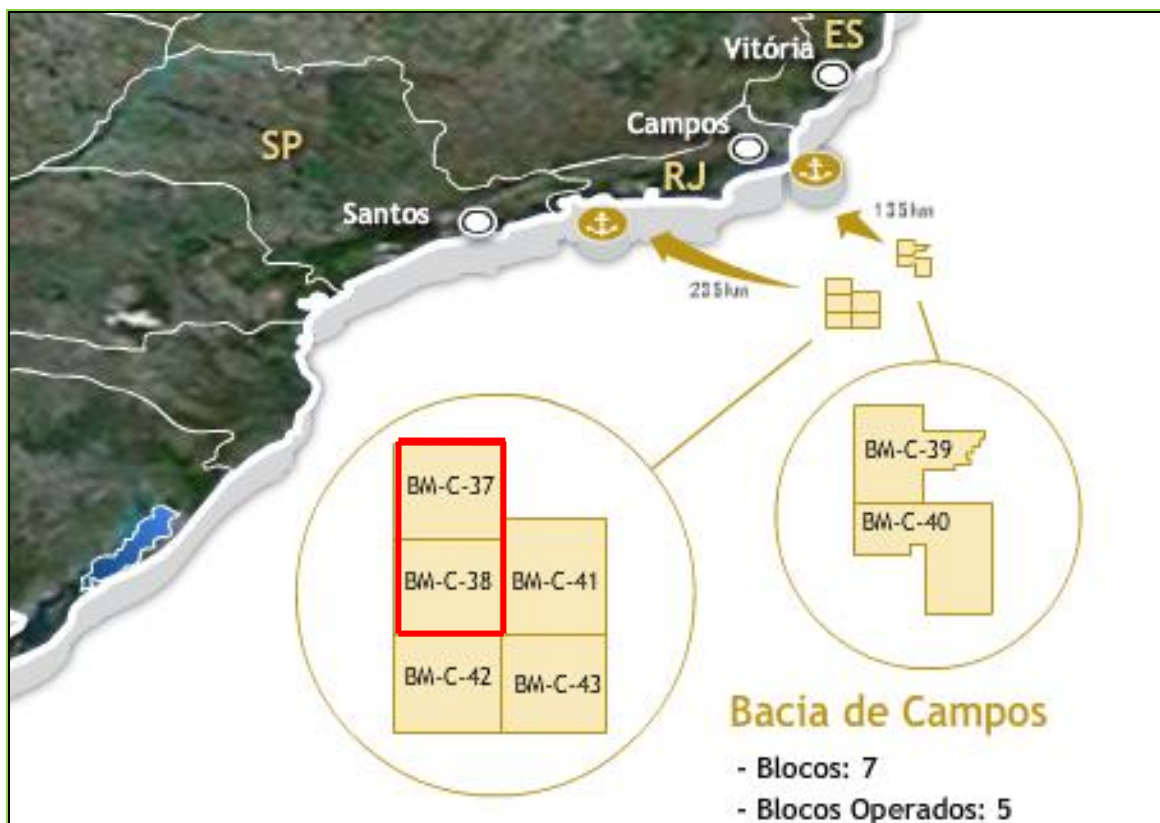


FIGURA 1-2 Localização dos blocos BM-C-37 e BM-C-38, operados pela OGX Petróleo e Gás SA na Bacia de Campos, costa sudeste do Brasil.

## 2. OBJETIVOS E METAS

Estes esforços, dentro do Projeto de Monitoramento Ambiental aprovado pelo CGPEG/IBAMA, possuem como objetivos principais o monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, através da análise de vários parâmetros da água, sedimento e biota.

Objetivos específicos:

- Obter dados ambientais confiáveis que permitam inferir a real e atual condição ambiental das áreas amostradas;
- Avaliar e monitorar possíveis alterações nas características oceanográficas, físicas e químicas da água, do sedimento e da biota, que possam estar associadas à alguma atividade de perfuração que já tenha sido realizada na área;



- Viabilizar e otimizar, através dos dados coletados, outros planos e programas ambientais, além do presente Programa de Monitoramento Ambiental.

Como metas deste projeto, podemos citar:

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

Como metas específicas deste projeto, podemos citar:

- Realizar 100% das amostragens propostas para caracterização da qualidade da água e das comunidades planctônicas nas estações previstas para o presente Projeto;
- Realizar 100% das amostragens propostas para caracterização do sedimento e das comunidades bentônicas nas estações previstas para o presente Projeto;
- Realizar 100% das análises propostas para caracterização da qualidade da água e das comunidades planctônicas nas estações previstas para o presente Projeto;
- Realizar 100% das análises propostas para caracterização do sedimento e das comunidades bentônicas nas estações previstas para o presente Projeto;
- Consolidar os resultados obtidos para permitir a caracterização ambiental efetiva dos blocos BM-C-37 e BM-C-38.

### 3. METODOLOGIAS

#### 3.1. Estratégias amostrais

A malha amostral realizada para o monitoramento ambiental dos blocos BM-C-37 e BM-C-38 foi elaborada com 12 estações (Figura 3.1-1). As amostragens de sedimento devem ser realizadas com 3 lançamentos de box-core (triplicata) para análise de todos os parâmetros (físico-químicos e biológicos).

Perfilagens de CTD e amostragens de água em todas as estações foram realizadas através de lançamentos de garrafas de Niskin em 3 profundidades (superfície, meio e fundo).

Além disso, foram realizadas amostragens de plâncton em todas as estações através de redes cilíndrico-cônicas simples para o ictioplâncton e redes bongô para o zooplâncton.

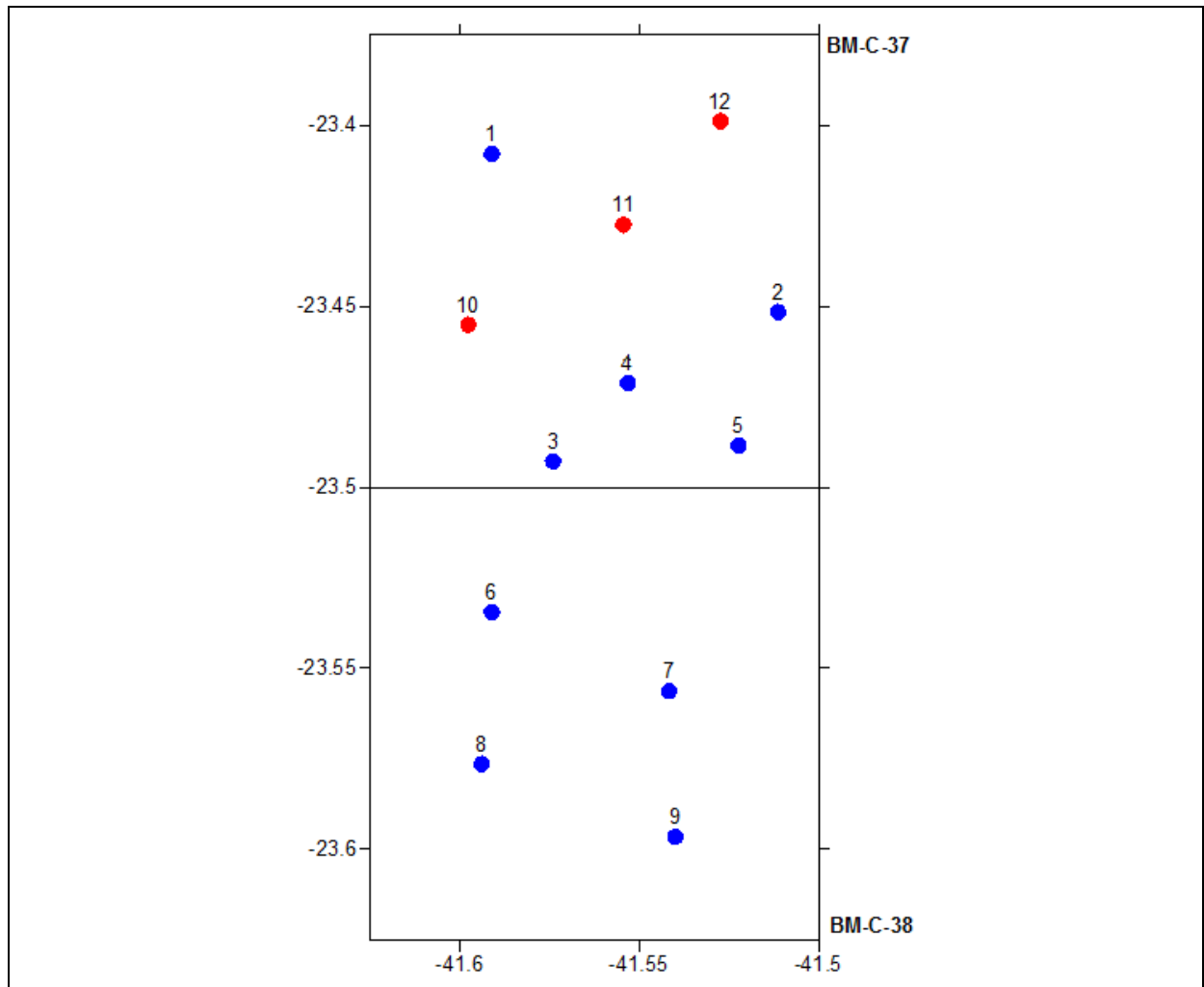


FIGURA 3.1-1 Malha amostral prevista e executada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (UTM SAD-69, zona 24S).

### 3.2. Parâmetros Seleccionados

Os parâmetros seleccionados para avaliar cada um dos compartimentos considerados (oceanografia, água, sedimento e biota) para o monitoramento dos blocos BM-C-37 e BM-C-38 (Bacia de Campos), são apresentados na Tabela 3.2-I.



TABELA 3.2-I Parâmetros selecionados previstos para o monitoramento dos blocos BM-C-37 e BM-C-38 (Bacia de Campos).

Parâmetros selecionados previstos, quantificados por esforço		
Blocos BM-C-37 e BM-C-38		total por esforço
CTD	perfilagens de salinidade, temperatura e densidade (profundidade)	12
água	pH	36
	oxigênio dissolvido (OD)	36
	transparência	12
	total de sólidos em suspensão (TSS)	36
	total de sólidos dissolvidos (TDS)	36
	turbidez	36
	carbono orgânico dissolvido (COD)	36
	carbono orgânico particulado (COP)	36
	nitrito	36
	nitrato	36
	nitrogênio amoniacal	36
	fostafo	36
	fósforo total	36
	silicato	36
	sulfetos	36
	Metais totais (Al, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V e Zn)	36
	benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX)	36
	fenóis totais	36
	hidrocarbonetos totais (HTP)	36
	hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA)	36
pigmentos clorofilianos	36	
sedimento	granulometria	12
	teor de carbonatos	12
	material orgânica total (MOT)	12
	carbono orgânico total (COT)	12
	nitrogênio total	12
	fósforo total	12
	enxofre (sulfetos)	12
	metais totais (Al, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V e Zn)	12
	metais biodisponíveis (Al, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V e Zn)	12
	hidrocarbonetos totais (HTP)	12
	hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA)	12
biota	macrofauna bentônica	36
	zooplâncton (200µm)	12
	ictioplâncton (330µm)	12
	itiplâncton (500µm)	12
	fitoplâncton	36



### 3.3. Metodologias de Coleta

A seguir estão descritos todos os procedimentos e as metodologias que foram utilizados para a obtenção e preservação das amostras de água, sedimento e plâncton, necessárias à presente campanha.

#### 3.3.1. PERFILAGENS DE CTD

Perfis de temperatura, salinidade e densidade foram adquiridos com um sensor SBE 911 Plus CTD de Pressão, Temperatura, Condutividade, Profundidade, Salinidade, Velocidade do Som e Densidade (Tabela 3.3.1-I).

TABELA 3.3.1-I Parâmetros selecionados para a avaliação oceanográfica através de perfilagens de CTD.

Avaliação Oceanográfica			
parâmetro	preservação/fixação	conservação	taxa de amostragem
Temperatura	in situ	in situ	2 amostragens por metro
Salinidade			
Densidade			

Nesta campanha o CTD foi montado na grade protetora da rossete, sob o conjunto de garrafas de Niskin, o que conferiu proteção e peso, 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 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 para o monitoramento ambiental dos blocos BM-C-37 e BM-C-38 (na Bacia de Campos).



FIGURA 3.3.1-1 Equipamento CTD lançado acoplado ao conjunto rossete.

### 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 do entorno dos poços, através do disco de Secchi. O aparelho foi lançado manualmente, apenas uma vez em cada estação. Essas avaliações visuais apenas puderam ser realizadas à luz do dia, por limitações do método.

As coletas de amostras de água para a análise dos parâmetros bio-físico-químicos foram realizadas através do lançamento do conjunto rossete, composto por um conjunto de garrafas de Niskin (figuras 3.3.1-1 e 3.3.2-1). A seguir podem-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-I).





FIGURA 3.3.2-1 Conjunto rossete lançado ao mar para amostragens em diferentes estratos da coluna d'água.

TABELA 3.3.2-I Procedimentos adotados no tratamento das amostras de água durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 na Bacia de Campos.

Tratamento das amostras – água					
parâmetros	total de amostragens			frascaria e procedimentos	preservação
	estações	profundidades	total		
pH	12	3	36	<i>in situ</i> com pHmetro	-
OD	12	3	36	<i>in situ</i> com oxímetro	-
transparência	12	3	36	<i>in situ</i> com disco de Secchi	-
COP	12	3	36	filtro (filtrar 1 litro)	ácido fosfórico
TSS	12	3	36		refrigeração
TDS	12	3	36	vial (do filtrado retirar 40ml)	refrigeração
turbidez	12	3	36	garrafas plásticas brancas de 500mL sem preservante	refrigeração
COD	12	3	36	do filtrado, retirar 40mL e colocar em vidro	ácido fosfórico
nitrito	12	3	36	do filtrado, completar um frasco plástico âmbar de 200mL e um frasco âmbar de 100mL por amostra	refrigeração
nitrato	12	3	36		
nitrogênio amoniacal	12	3	36		
fostafo	12	3	36		
fósforo total	12	3	36		



Tratamento das amostras – água					
parâmetros	total de amostragens			frascaria e procedimentos	preservação
	estações	profundidades	total		
silicato	12	3	36		
BTEX	12	3	36	2 vials de 40mL	HCl
sulfetos	12	3	36	frasco plástico 500ml NAOH	refrigeração
metais totais (Al, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V e Zn)	12	3	36	frasco plástico 250ml	NAOH / refrigeração
fenóis totais	12	3	36	plástico 250mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / refrigerar
HTP	12	3	36	âmbar de 1L	refrigeração
HPA	12	3	36		refrigeração
pigmentos clorofilianos	12	3	36	filtrar 3L filtros GF/F, ao abrigo da luz	congelar

No conjunto rossete, 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. Foram coletadas amostras de água em três estratos da coluna d'água: superfície, meio 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.

As alíquotas para análise dos pigmentos clorofilianos foram obtidas das amostras de água coletadas pela garrafa de Niskin nas 12 estações previstas para o monitoramento ambiental. A separação das alíquotas de pigmentos clorofilianos foi realizada através da filtração de 3L de água em filtro GF/F ao abrigo da luz. Após a filtração os filtros foram colocados em envelopes de papel alumínio e congelados.

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 obtidas com as garrafas do conjunto rossete.

### 3.3.3. AMOSTRAGENS DE SEDIMENTO

As amostras de sedimentos foram coletadas através do lançamento de um box-corer de área de  $0,25\text{m}^2$  (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 de sedimento.

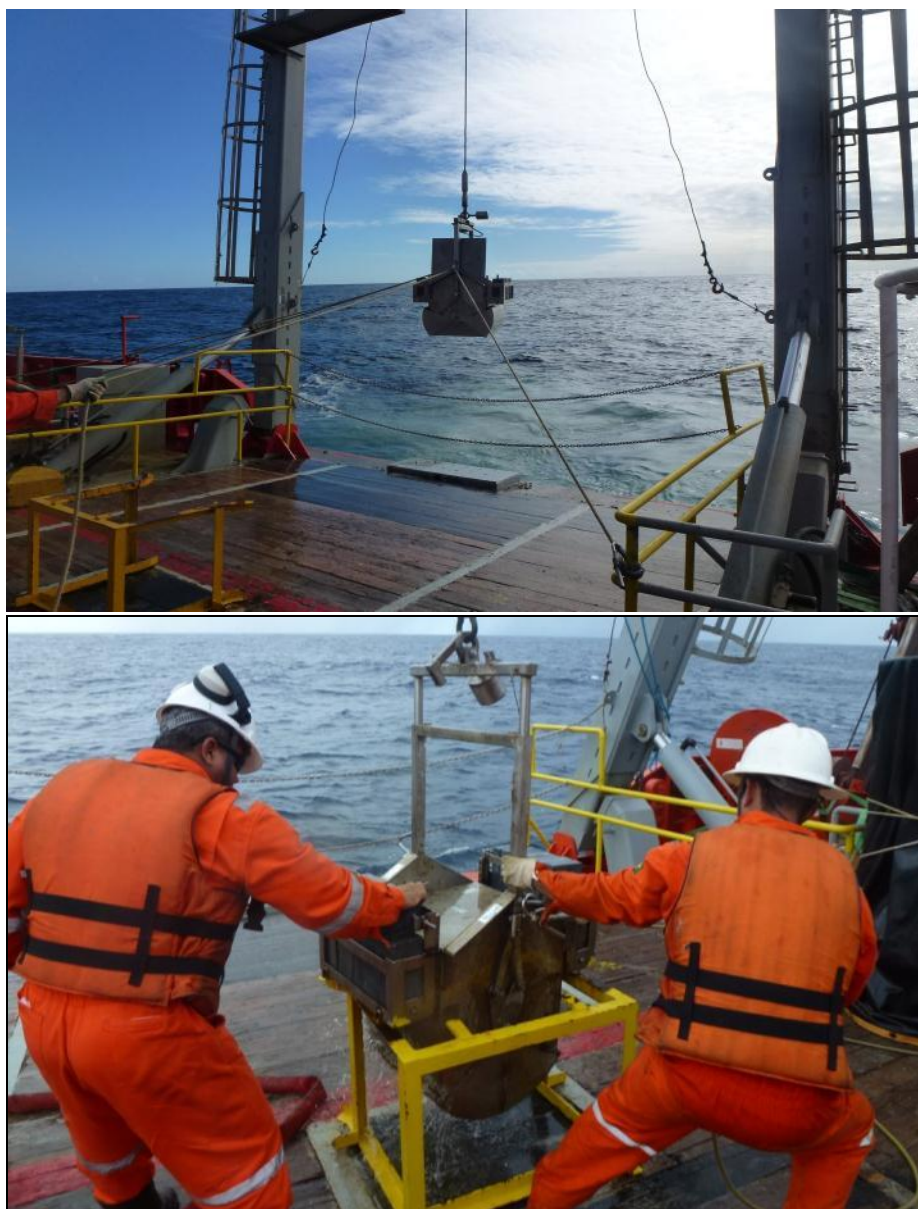


FIGURA 3.3.3-1 Equipamentos box-corer utilizados para a realização das amostragens de sedimento.

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



TABELA 3.3.3-I

Procedimentos adotados no tratamento das amostras de sedimento durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 na Bacia de Campos.

Tratamentos das amostras – Sedimento					
parâmetros	total de amostragens			frascaria e procedimentos	preservação
	estações	profundidades	total		
granulometria	12	1	12	pote plástico branco de 100g	congelada
teor de carbonatos	12	1	12		
MOT	12	1	12	pote plástico 250mL	
COT	12	1	12		
nitrogênio total	12	1	12		
fósforo total	12	1	12		
enxofre (sulfetos)	12	1	12	frasco plástico de 180g	refrigerada
metais totais (Al, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V e Zn)	12	1	12		
metais biodisponíveis (Al, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Mn, Cu, Fe, Ni, V e Zn)	12	1	12	frasco vidro de 180g com batoque de teflon e refrigerada	refrigerada
HTP	12	1	12		
HPA	12	1	12	in situ medindo o corte do sedimento com a régua	-
perfil de OD	12	1	12		

### 3.3.4. AMOSTRAGENS DA BIOTA

Para a macrofauna bentônica foi coletada amostra 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 da 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 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.

As amostragens de zooplâncton foram realizadas através de arrastos verticais de próximo ao fundo (3 a 5 metros do fundo) até a superfície, com redes cilíndrico-cônicas simples de 60cm de diâmetro de boca e 200cm de comprimento, com 200µm de abertura de malha.



As amostragens de 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 200cm de comprimento. As redes para coleta de ictioplâncton foram de duas aberturas de malhas, uma de 330 $\mu$ m e outra de 500 $\mu$ m. 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°. A embarcação foi mantida em movimento a uma velocidade média de 1m/s, a fim de preservar a integridade dos organismos coletados, principalmente daqueles de estrutura gelatinosa, porém sem que a mesma permita a fuga dos organismos com maior poder de natação e capacidade visual. Assim, foi gerada uma amostra para análise de zooplâncton em cada uma das 12 estações previstas para o monitoramento ambiental.

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, tanto nos arrastos verticais com a rede de zooplâncton quanto nos arrastos oblíquos com o sistema bongô.

TABELA 3.3.4-I Procedimentos adotados no tratamento das amostras da biota durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 na Bacia de Campos.

Tratamentos das amostras – biota					
parâmetros	total de amostragens			frascaria e procedimentos	preservação
	estações	profundidades	total		
macrofauna bentônica	12	3	36	passar 3L de amostra pela peneira de malha de 500 $\mu$ m e colocar em pote 1.000mL	formaldeído 4%
fitoplâncton	12	3	36	pote 250ml	
zooplâncton (200 $\mu$ m)	12	1	12	pote 500ml	
ictioplâncton (330 $\mu$ m)	12	1	12	pote 500ml	
ictioplâncton (500 $\mu$ m)	12	1	12	pote 500ml	



### 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 relativas 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.

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 softwares fornecidos 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 quantificação dos parâmetros físico-químicos e químicos avaliados na água são apresentados sumarizados na tabela a seguir (Tabela 3.4.2-I).

TABELA 3.4.2-I Metodologias de análise e quantificação dos parâmetros selecionados para o compartimento água.

Metodologias de Análise – parâmetros da água	
parâmetro	metodologia de análise
pH	pHmetro
OD (oxigênio dissolvido)	oxímetro
Transparência da água	visual
TSS (Total de sólidos em suspensão)	gravimetria
COD (Carbono orgânico dissolvido)	combustão infra-vermelho
COP (Carbono orgânico particulado)	Proença et al., 1994
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
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
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
HTP finger print (inclui n-alcanos 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 são apresentados sumarizados na tabela a seguir (Tabela 3.4.3-I).

TABELA 3.4.3-I Metodologias de análise e limites de detecção e quantificação dos parâmetros selecionados para o compartimento sedimento.

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
Enxofre (sulfetos)	SM 4500 S2-.F
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
HTP finger print (inclui n-alcanos e MCNR)	USEPA 8015C
HPA (16 compostos prioritários)	USEPA 8270D



### 3.4.4. CARACTERIZAÇÃO DA BIOTA

Para a macrofauna bentônica, zooplâncton, fitoplâncton e icitoplâncton as análises quali-quantitativas foram realizadas sob microscópios óticos e estereomicroscópios. Maiores detalhamentos acerca das análises de cada um desses quatro parâmetros biológicos são apresentados a seguir.

As metodologias empregadas na avaliação da biota, durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, 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 empregadas durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 na Bacia de Campos.

Metodologias de Análise - avaliação da biota		
parâmetro	metodologia de análise	resultados previstos
Fitoplâncton	estereomicroscópio e microscópio óptico	qualitativo e quantitativo
Zooplâncton	estereomicroscópio e microscópio óptico	qualitativo e quantitativo
Ictioplâncton	estereomicroscópio e microscópio óptico	qualitativo e quantitativo
Macrofauna bentônica	estereomicroscópio e microscópio óptico	qualitativo e quantitativo

#### 3.4.4.1. Fitoplâncton

Alíquotas de 250mL foram retiradas para análise quali-quantitativa do fitoplâncton (fitoplâncton total). Estes organismos foram fixados imediatamente após a coleta, em formol neutralizado, a concentrações finais de 0,4%.

As amostras quali-quantitativas de fitoplâncton total foram analisadas em microscópio invertido (marca Carl Zeiss, Jena) segundo o método de Uthermöhl (1958). Foram sedimentados 100 mL (câmaras Hydrobios) e um mínimo de 400 células para o nanoplâncton e 100 células para o microfitoplâncton foram contadas, o que permite 95% de chance de computar um táxon que represente 1-2% da comunidade (Shaw, 1964), e identificadas 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 nano e microfitoplanctônicos, não considerando os nanofitoflagelados. 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 do





nanofitoplâncton e microfitoplâncton total. Medidas da riqueza, da diversidade (Shannon & Weaver, 1963 in Magurran, 1988) e da equitabilidade (Pielou, 1975 in Magurran, 1988) foram calculadas adicionalmente. O índice da diversidade pode variar de 0 a 4 e o índice de equitatividade pode variar de 0 a 1.

O tratamento estatístico foi aplicado a uma matriz com os dados de clorofila-a, diversidade, riqueza, equitatividade e grandes grupos fitoplanctônicos.

Antes de aplicar os tratamentos estatísticos de correlação de Pearson e ordenação, os dados foram normalizados através de transformações matemáticas ( $\log(x+1)$ ) (Zar, 1999). Escolheu-se esta entre outras formas de normalização, porque os descritores da matriz utilizada apresentaram ausência de grupos taxonômicos. Posteriormente os dados foram padronizados pela média e o desvio padrão. A análise de componentes principais foi utilizada para discernir a relação entre as variáveis e a explicação na distribuição das amostras. Todos esses cálculos foram realizados utilizando-se o programa computacional STATISTICA (7.0 para Windows).

#### 3.4.4.2. Zooplâncton

Em laboratório os organismos zooplanctônicos foram contados e triados sob microscópio estereoscópio Aus Jena. As amostras foram fracionadas com o auxílio do quarteador “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 encontrados durante a presente campanha também foram identificados e quantificados.

A abundância do zooplâncton coletado foi padronizada em indivíduo por metro cúbico de água filtrada ( $\text{ind.m}^{-3}$ ).

Para a estimativa da diversidade ( $H'$ ) da classe Copepoda e do zooplâncton total, foi utilizado o índice proposto por Shannon e para o cálculo da equidade ( $J'$ ) o índice de Pielou, de acordo com Magurran



(1988). Apenas para os cálculos, foram utilizados os valores de abundância (na base dois) das espécies (riqueza específica). Já (S) é aqui utilizada como a riqueza taxonômica ou número total de táxons.

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 (65 espécies x 8 estações, representando 34% 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.

#### 3.4.4.3. Ictioplâncton

Os ovos e as larvas de peixes foram totalmente triados e contados 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 1mm 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 ictioplânctônico 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 31 táxons e oito estações de coleta. Foi realizada uma análise de agrupamento hierárquico com “group-averaging linking”, utilizando o coeficiente 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®.

#### **3.4.4.4. Macrofauna Bentônica**

As amostras de macrofauna foram transferidas para um jogo de peneiras de 1000 e 500µm, 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).

A figura abaixo resume as várias etapas e análises efetuadas, bem como o número de organismos utilizados em cada uma delas, mostrando que a análise dos resultados foi feita em vários níveis, dependendo do aspecto abordado (Figura 3.4.4.4-1).

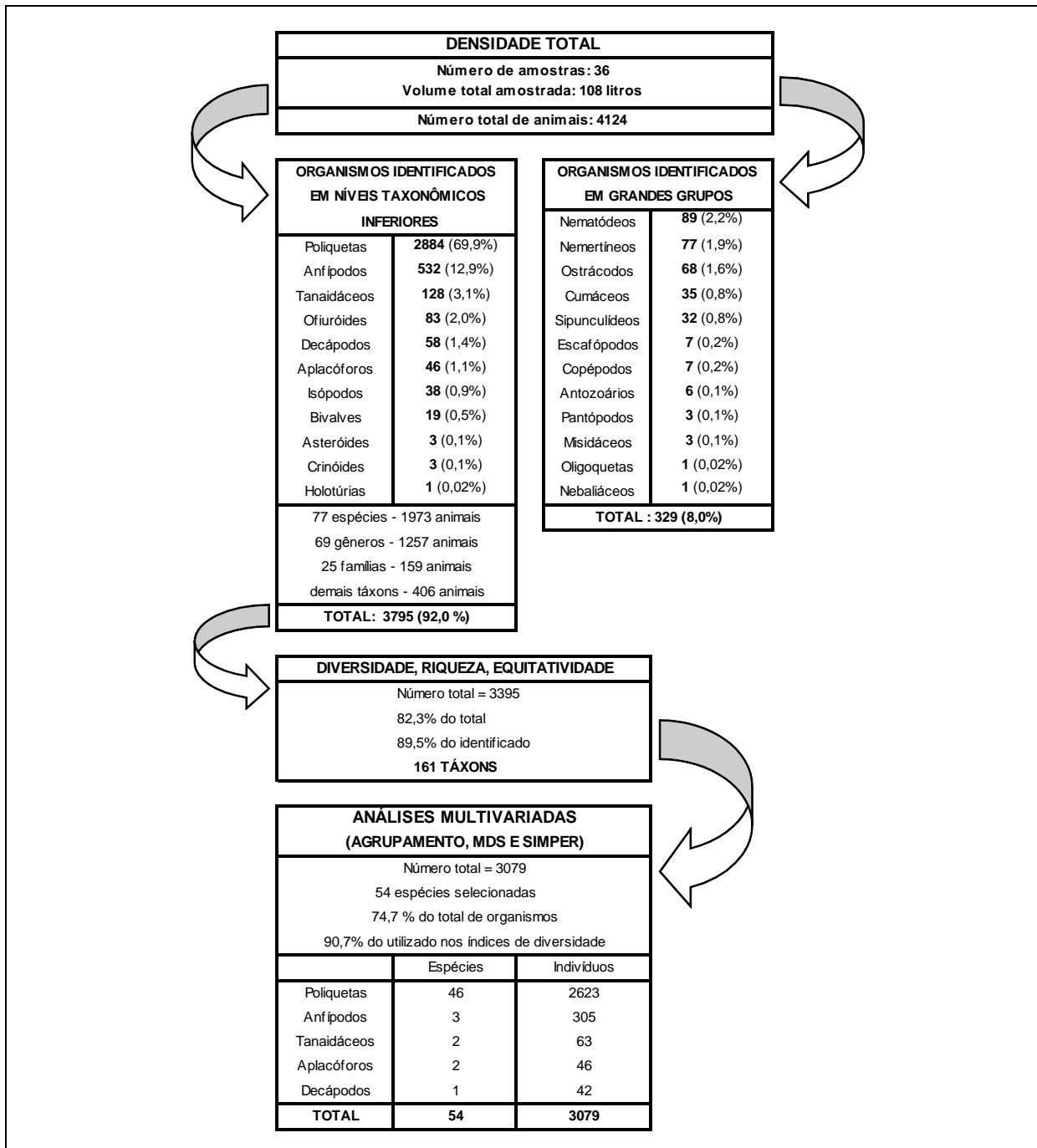


FIGURA 3.4.4.4-1

Descrição das etapas efetuadas, indicando o número de organismos e de espécies utilizados em cada uma das análises durante a presnete campanha de monitoramento realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.



#### 4. REGISTROS DE AMOSTRAGEM

As amostragens nos blocos BM-C-37 e BM-C-38 foram realizadas tal qual previsto em projeto, sem quaisquer alterações.

A seguir são apresentados os registros das amostragens de água, sedimento e plâncton realizadas durante o monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 da Bacia de Campos (Tabelas 4.1-I, 4.1-II e 4.1-III).

TABELA 4.1-I Registros da amostragem de água com box-corer, no entorno dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. Junho de 2012.

Registros de amostragem – água- Blocos BM-C-37 e BM-C-38							
Bloco	Estação	Nº de rossete na estação	Prof. (aprox.)	Data	Hora do Fixo I	coordenada original	
						UTM-SAD 69/ MC-39/ 24S	
						Y (Norte)	X (Leste)
BM-C-37	1	2	135	26/06/2012	11:46	235205,18	7408923,67
BM-C-37	2	1	125	26/06/2012	18:39	243444,27	7404238,66
BM-C-37	3	1	129	26/06/2012	23:42	237117,89	7399561,43
BM-C-37	4	1	125	27/06/2012	01:33	239206,93	7401990,22
BM-C-37	5	1	125	26/06/2012	20:53	242392,28	7400148,13
BM-C-38	6	1	129	27/06/2012	04:26	235457,62	7394918,04
BM-C-38	7	1	133	27/06/2012	05:26	240548,15	7392589,01
BM-C-38	8	1	135	27/06/2012	06:34	235257,17	7390265,43
BM-C-38	9	1	135	27/06/2012	07:56	240803,38	7388135,9
BM-C-37	10	1	135	26/06/2012	22:09	234628,26	7403690,56
BM-C-37	11	1	135	26/06/2012	17:45	238993,34	7406823,28
BM-C-37	12	1	135	26/06/2012	16:10	241700,04	7410045,57

TABELA 4.1-II Registros da amostragem de sedimento com box-corer, no entorno dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. Em vermelho, grifos nas amostragens consideradas inválidas devido às características da amostra de sedimento que chegou a bordo, ou quando ocorreu alguma falha com o equipamento de amostragem. Junho de 2012.

Registros de amostragem – sedimento – Blocos BM-C-37 e BM-C-38									
Bloco	estação	nº de corers na estação	prof. (m)	data	hora do fixo	coordenada original		coordenada do amostrado	
						UTM-SAD 69/ MC-39/ 24S		UTM-SAD 69/ MC-39/ 24S	
						Y (Norte)	X (Leste)	Y (Norte)	X (Leste)
BM-C-37	1	1	135	28/062012	01:44	235205,18	7408923,7	235205	7408918
		2	135	28/062012	02:12	235205,18	7408923,7	235202	7408918
		3	135	28/062012	02:33	235205,18	7408923,7	235202	7408914
BM-C-37	2	1	125	27/06/2012	20:50	243444,27	7404238,7	243446	7404243
		2	125	27/06/2012	21:13	243444,27	7404238,7	243451	7404238
		3	125	27/06/2012	21:18	243444,27	7404238,7	243447	7404235



Monitoramento Ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e  
BM-C38, Bacia de Campos (junho de 2012)



Registros de amostragem – sedimento – Blocos BM-C-37 e BM-C-38

Bloco	estaçã o	nº de corers na estaçã o	prof. aprox . (m)	data	hora do fixo	coordenada original		coordenada do amostrado	
						UTM-SAD 69/ MC-39/ 24S		UTM-SAD 69/ MC-39/ 24S	
						Y (Norte)	X (Leste)	Y (Norte)	X (Leste)
		3	125	27/06/2012	21:24	243444,27	7404238,7	243447	7404235
		5	125	27/06/2012	21:37	243444,27	7404238,7	243451	7404230
BM-C-37	3	1	129	27/06/2012	16:21	237117,89	7399561,4	237101	7399566
		2	129	27/06/2012	16:42	237117,89	7399561,4	237101	7399565
		3	130	27/06/2012	17:01	237117,89	7399561,4	237103	7399564
BM-C-37	4	1	125	27/06/2012	19:38	239206,93	7401990,2	239200	7401991
		2	125	27/06/2012	19:54	239206,93	7401990,2	239193	7401989
		3	125	27/06/2012	20:10	239206,93	7401990,2	239199	7402000
BM-C-37	5	1	125	27/06/2012	18:06	242392,28	7400148,1	242386	7400153
		2	125	27/06/2012	18:23	242392,28	7400148,1	242385	7400150
		3	125	27/06/2012	18:44	242392,28	7400148,1	242387	7400147
		4	125	27/06/2012	18:53	242392,28	7400148,1	242397	7400140
BM-C-38	6	1	129	27/06/2012	14:51	235457,62	7394918	235458	7394892
		2	129	27/06/2012	15:07	235457,62	7394918	235457	7394891
		3	129	27/06/2012	15:15	235457,62	7394918	235457	7394892
		4	129	27/06/2012	15:34	235457,62	7394918	235456	7394891
BM-C-38	7	1	133	27/06/2012	13:26	240548,15	7392589	240532	7392578
		2	133	27/06/2012	13:41	240548,15	7392589	240530	7392575
		3	133	27/06/2012	13:54	240548,15	7392589	240530	7392575
BM-C-38	8	1	135	27/06/2012	11:12	235257,17	7390265,4	235253	7390261
		2	135	27/06/2012	12:07	235257,17	7390265,4	235252	7390258
		3	135	27/06/2012	12:24	235257,17	7390265,4	235251	7390258
BM-C-38	9	1	135	27/06/2012	09:32	240803,38	7388135,9	240797	7388149
		2	135	27/06/2012	09:42	240803,38	7388135,9	240798	7388149
		3	135	27/06/2012	10:00	240803,38	7388135,9	240797	7388150
		4	135	27/06/2012	10:25	240803,38	7388135,9	240796	7388150
BM-C-37	10	1	135	28/06/2012	03:37	234628,26	7403690,6	234615	7403689
		2	135	28/06/2012	04:10	234628,26	7403690,6	234614	7403686
		3	135	28/06/2012	04:27	234628,26	7403690,6	234611	7403690
BM-C-37	11	1	135	27/06/2012	22:29	238993,34	7406823,3	238984	7406806
		2	135	27/06/2012	22:48	238993,34	7406823,3	238977	7406812
		3	135	27/06/2012	23:00	238993,34	7406823,3	238978	7406816
BM-C-37	12	1	135	28/06/2012	00:04	241700,04	7410045,6	241706	7410058
		2	135	28/06/2012	00:21	241700,04	7410045,6	241705	7410062
		3	135	28/06/2012	00:34	241700,04	7410045,6	241704	7410059



TABELA 4.1-III

Registros da amostragem de plâncton com box-corer, no entorno dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. Junho de 2012.

Registros de amostragem – plâncton- Blocos BM-C-37 e BM-C-38									
Bloco	Estação	Nº da rede de plâncton	Prof. (aprox.)	Data	Hora do oblíquo I	Hora do oblíquo II	Hora do vertical	coordenada original	
								UTM-SAD 69/ MC-39/ 24S	
								Y (Norte)	X (Leste)
BM-C-37	1	1	135	28/06/2012	10:42	11:07	10:10	235205,18	7408923,67
BM-C-37	2	1	125	28/06/2012	15:06	15:32	16:11	243444,27	7404238,66
BM-C-37	3	1	129	28/06/2012	20:36	20:57	21:14	237117,89	7399561,43
BM-C-37	4	1	125	28/06/2012	16:51	17:30	18:10	239206,93	7401990,22
BM-C-37	5	1	125	28/06/2012	18:50	19:13	19:56	242392,28	7400148,13
BM-C-38	6	1	129	28/06/2012	21:57	22:16	22:41	235457,62	7394918,04
BM-C-38	7	1	133	29/06/2012	23:35	00:03	00:36	240548,15	7392589,01
BM-C-38	8	1	135	29/06/2012	01:31	01:50	02:18	235257,17	7390265,43
BM-C-38	9	1	135	29/06/2012	03:06	03:43	04:09	240803,38	7388135,9
BM-C-37	10	1	135	28/06/2012	08:48	09:38	08:08	234628,26	7403690,56
BM-C-37	11	1	135	28/06/2012	11:45	15:05	12:27	238993,34	7406823,28
BM-C-37	12	1	135	28/06/2012	13:15	13:50	14:16	241700,04	7410045,57

## 5. RESULTADOS

A seguir são apresentados e discutidos os resultados obtidos na caracterização dos parâmetros oceanográficos, físico-químicos e químicos avaliados na água, no sedimento, além da avaliação da biota para o projeto de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

### 5.1. Parâmetros Oceanográficos

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 (Eka & 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 50-80m 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.

Perfis de temperatura e salinidade foram obtidos nas 12 estações originais previstas no projeto de monitoramento ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.. Os resultados obtidos nos perfis gerados pelo CTD e apresentados 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. Ficaram caracterizadas a Água Tropical (AT), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), além da água de mistura, tendo apresentado um padrão semelhante na maioria das estações analisadas (Figura 5.1-1) e em consonância com os resultados esperados para a região e profundidade do bloco (Figura 5.1-2).

A análise do diagrama T-S evidencia o controle da temperatura sobre a densidade da água, como é de se esperar em uma região oceânica, local de pouca influência de processos continentais. A nuvem de pontos linear sugere a influência de duas massas de água: Uma salina e quente, e outra mais fria e menos salina (Figura 5.1-1), considerando os limites termohalinos estabelecidos no gabarito para as massas d'água da região sudeste do Brasil por Ferreira da Silva *et al.* (1984). Contudo, ressalta-se que algumas variações em torno desses valores são aceitos para a classificação das massas de água.



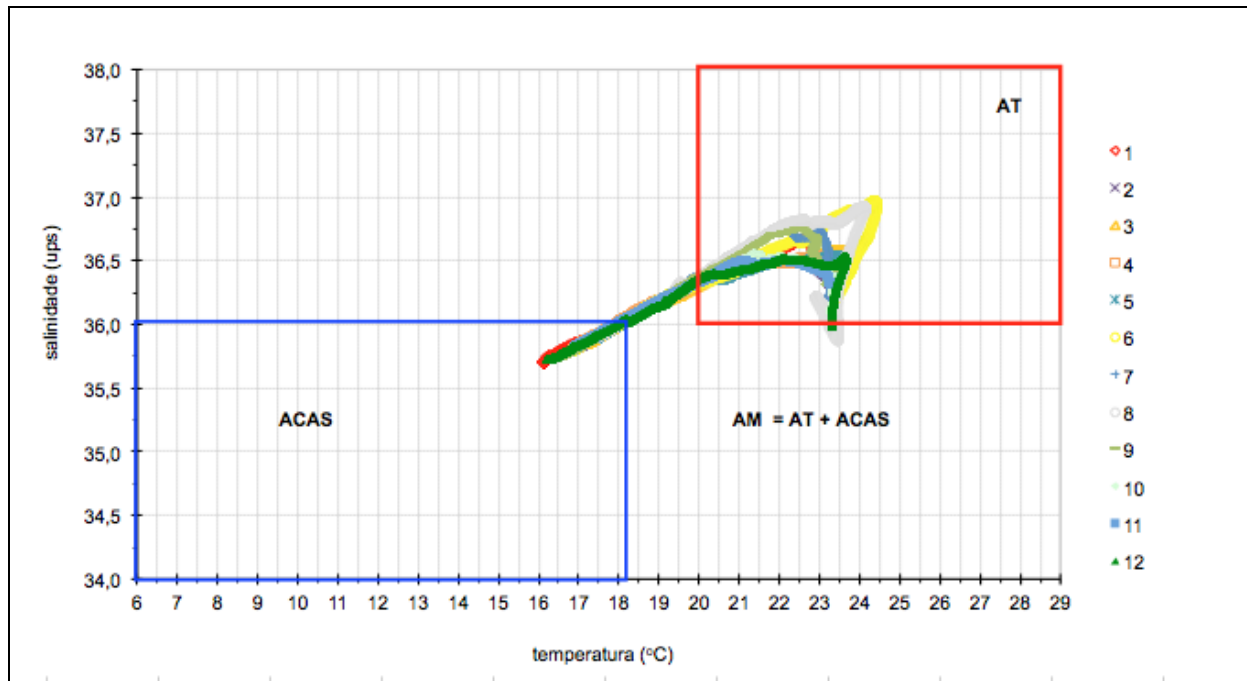


FIGURA 5.1-1

Diagrama T-S dos dados obtidos nas perfilagens de CTD durante o monitoramento ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. Foram considerados os limites termohalinos estabelecidos no gabarito para as massas d'água da região sudeste do Brasil por Ferreira da Silva *et al.* (1984).

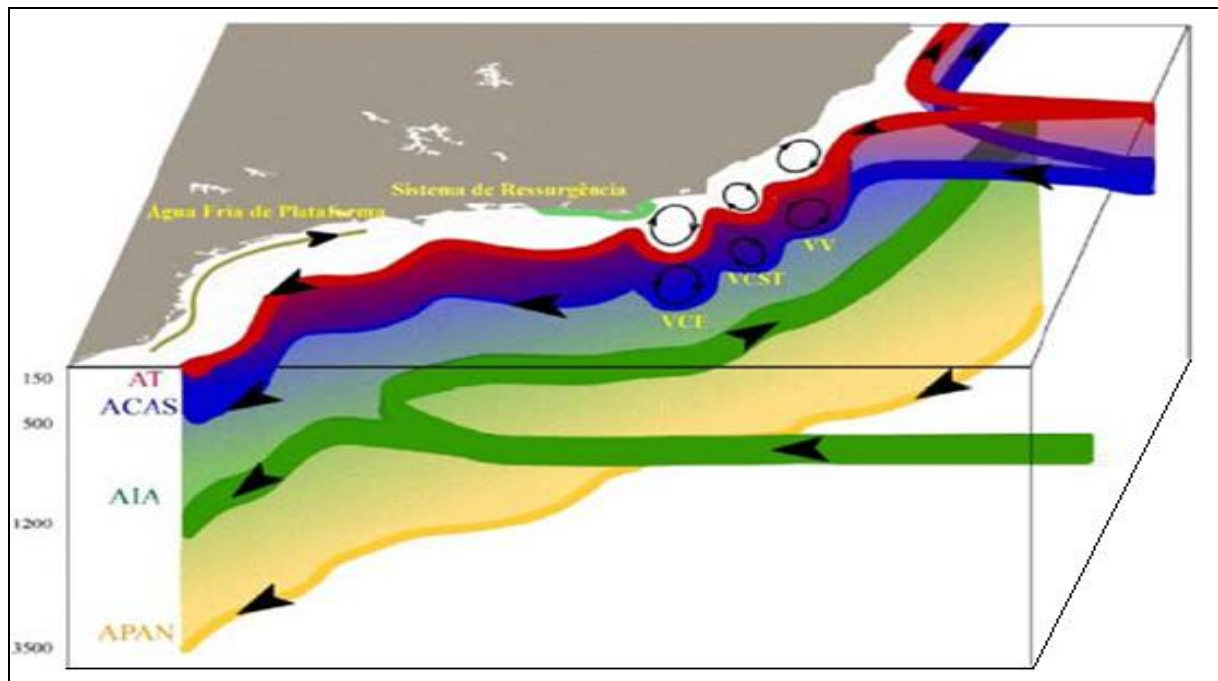


FIGURA 5.1-2

Representação esquemática do Sistema Corrente do Brasil, relacionando correntes de contorno, sua atividade de meso-escala e as massas de água transportadas por estas correntes: AT (vermelho) / ACAS (azul) / AIA (verde) / APAN (amarelo). Estão indicados, também, os vórtices ciclônicos e anticiclônicos: Vórtice de Cabo Frio (VCF) / Vórtice Cabo de São Tomé (VCST) / Vórtice Vitória (VV), ao largo de Cabo Frio - RJ, Cabo de São Tomé - RJ e Vitória - ES, respectivamente. (Godoi, 2005).



A Água Tropical (AT) é uma massa de água superficial que se origina na costa leste e é transportada para sul pela corrente do Brasil, perdendo suas características quando mistura-se com a água subantártica na convergência subtropical. É definida pela salinidade superior 36ups e temperatura superior a 20°C, enquanto que a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) é uma massa de água situada entre a Água Tropical e a Água Intermediária Antártica (AIA), conforme descrito por Ferreira da Silva (1983). Tendo cada massa de água, valores característicos de temperatura e salinidade (Tabela 5.1-I). Além dessas massas de água predominantes, existe uma 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 mais superficialmente por apresentar temperaturas superiores a 20°C e salinidade inferior a 36ups e mais ao fundo, na camada de transição entre a AT e a ACAS, essa camada de mistura apresenta temperaturas inferiores a 20°C, porém com uma salinidade superior a 36ups, como característico da ACAS (Figura 5.1-2).

TABELA 5.1-I Valores de temperatura e salinidade característicos das respectivas massas de água segundo Pereira *et al.*, 2005; Souza & Robinson, 2004; Ferreira da Silva *et al.*, 1984.

Massa d'água – limites característicos de temperatura e salinidade				
massas	água costeira (AC)	água tropical (AT)	água central do atlântico sul (ACAS)	água intermediária da antártica (AIA)
Temperatura (°C)	> 20,0	>20,00	< 18,0	4,92 – 5,90
Salinidade	≤ 34,00	>36,00	< 36,0	34,48 – 34,78

A Água Tropical (AT) foi encontrada da superfície até uma profundidade de 83,050m nas estações amostradas. Os valores de temperatura dessa massa de água variaram de 20,000 a 24,420°C e de salinidade de 36,000 a 36,970, enquanto que a densidade variou de 1024,484 a 1026,167kg/m<sup>3</sup> (Tabela 5.1-II).

Segundo Deacon (1933, apud Miranda, 1982), Sverdrup *et al.* (1942), Emilsson (1961) e Thomsen (1962) a Água Tropical, que está situada na camada mais superficial do oceano, sempre em contato com a atmosfera, sofre 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 Água Central do Atlântico Sul (ACAS) começou a ser observada a partir dos 74,613m até a maior profundidade amostrada (115,651m). Os valores para a ACAS variaram de temperatura de 16,092 a 17,999°C, a salinidade de 35,696 a 35,999, enquanto que a densidade variou de 1026,372 a 1026,728kg/m<sup>3</sup> (Tabela 5.1-II).



Diversos autores (Castro Filho *et al.*, 1987; Ikeda, 1999; Costa, 1998; Cruz *et al.*, 1999; entre outros) caracterizam a ACAS como sendo restrita à região do talude, encontrando-se normalmente em profundidades maiores que 200m nesta região. Essa massa d'água (ACAS), é rica em nutrientes e quando penetra a plataforma continental é responsável pela Ressurgência de Plataforma, fenômeno este que promove um aumento da produção primária na região. Esse fenômeno ocorre pelo afloramento da água do talude, abaixo dos 200 metros de profundidade, para a plataforma, e está intimamente relacionado aos processos de interação ar-mar, a circulação tridimensional e as características geomorfológicas da linha de costa e do fundo submarino (Cooling, 1989). Segundo Campos (1995), esse fenômeno é descrito para a região da plataforma continental da Bacia de Santos. Conforme apresentado, a ACAS aqui observada em profundidade inferior à da quebra de plataforma (aproximadamente 200m para esta região) pode ser um indicativo de que na plataforma, ao largo desta região, tenha ocorrido o fenômeno da ressurgência durante as amostragens.

TABELA 5.1-II

Valores máximos e mínimos de profundidade de ocorrência, temperatura, salinidade e densidade para as massas d'água encontradas durante o monitoramento ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Características dos perfis									
estação	massas d'água	profundidade (m)		temperatura (°C)		salinidade (ups)		densidade (kg/m <sup>3</sup> )	
		mínima	máxima	mínima	máxima	mínima	máxima	mínima	máxima
1	AT	1,804	73,075	20,017	23,430	36,364	36,669	1024,877	1026,119
	ACAS	83,385	98,576	16,092	17,965	35,696	35,999	1026,415	1026,700
2	AT	2,389	55,487	20,001	23,339	36,228	36,521	1024,784	1026,029
	ACAS	77,834	99,761	17,035	17,983	35,827	35,999	1026,386	1026,584
3	AT	2,530	64,958	20,008	23,695	36,167	36,583	1024,755	1026,041
	ACAS	85,413	99,894	17,138	17,957	35,855	35,999	1026,426	1026,580
4	AT	1,824	61,204	20,006	23,461	36,183	36,528	1024,759	1026,054
	ACAS	83,388	100,968	16,904	17,961	35,808	35,999	1026,415	1026,606
5	AT	4,177	64,620	20,001	23,569	36,152	36,554	1024,747	1026,065
	ACAS	86,130	98,981	17,378	17,999	35,884	35,998	1026,416	1026,542
6	AT	1,853	48,614	20,009	24,420	36,140	36,970	1024,718	1025,978
	ACAS	78,103	102,434	16,885	17,996	35,804	35,999	1026,383	1026,612
7	AT	2,607	74,215	20,010	23,367	36,193	36,759	1024,785	1026,136
	ACAS	90,019	100,012	17,303	17,996	35,869	35,999	1026,436	1026,552
8	AT	2,768	83,050	20,007	24,147	36,000	36,917	1024,484	1026,167
	ACAS	94,985	103,793	17,478	17,961	35,905	35,999	1026,467	1026,553
9	AT	2,428	62,223	20,000	23,300	36,319	36,752	1024,886	1026,107
	ACAS	79,753	115,651	16,388	17,967	35,723	35,999	1026,398	1026,728
10	AT	2,964	64,575	20,004	23,409	36,092	36,555	1024,701	1026,066
	ACAS	91,979	104,642	16,887	17,952	35,823	35,999	1026,456	1026,636
11	AT	2,699	55,179	20,004	23,399	36,320	36,499	1024,837	1026,022



Características dos perfis									
estação	massas d'água	profundidade (m)		temperatura (°C)		salinidade (ups)		densidade (kg/m <sup>3</sup> )	
		mínima	máxima	mínima	máxima	mínima	máxima	mínima	máxima
	ACAS	77,334	93,763	16,889	17,921	35,882	35,999	1026,399	1026,584
12	AT	1,458	58,605	20,005	23,685	36,000	36,535	1024,590	1026,054
	ACAS	74,613	94,912	16,626	17,971	35,781	35,999	1026,372	1026,587

Como definido por Sverdrup *et al.* (1942), a ACAS é formada na Convergência Subtropical como resultado da mistura entre a Água Tropical e a Água Subantártica. Segundo Silveira *et al.* (2000) a ACAS segue o sentido da Corrente do Brasil (S/SW), que é formada pela sobreposição da Água Tropical (AT) e da Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

Os perfis de temperatura e salinidade mostraram padrão semelhante entre as estações, apresentando uma camada de mistura superficial e outra mais profunda e a presença de uma termoclina mais expressiva. Com base no comportamento dos perfis de temperatura e salinidade, foi observado um decréscimo mais marcante da temperatura e a salinidade a partir dos 40m de profundidade dependendo da estação até aproximadamente aos 80m de profundidade, onde os valores destes parâmetros começaram a diminuir, atingindo seu mínimo próximo à maior profundidade perfilada (Figuras 5.1-3 e 5.1-4). Além disso, torna-se evidente a homogeneidade em função do aumento da profundidade em todas as estações.

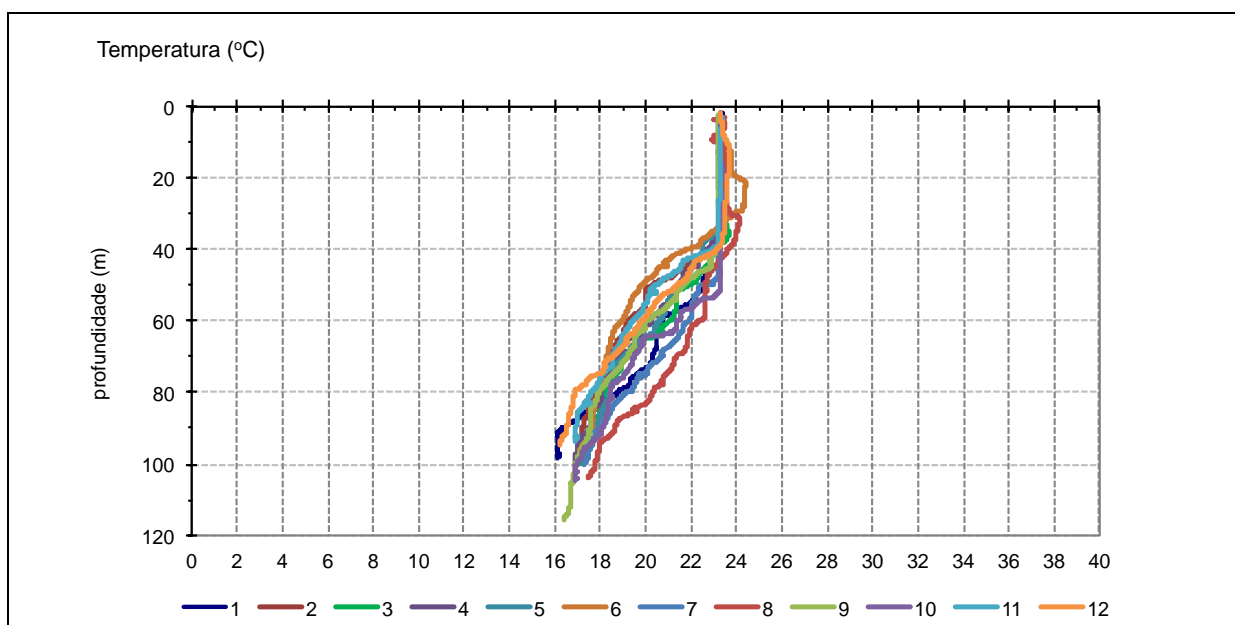


FIGURA 5.1-3

Perfis de temperatura (°C) obtidos através de perfilagens de CTD durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

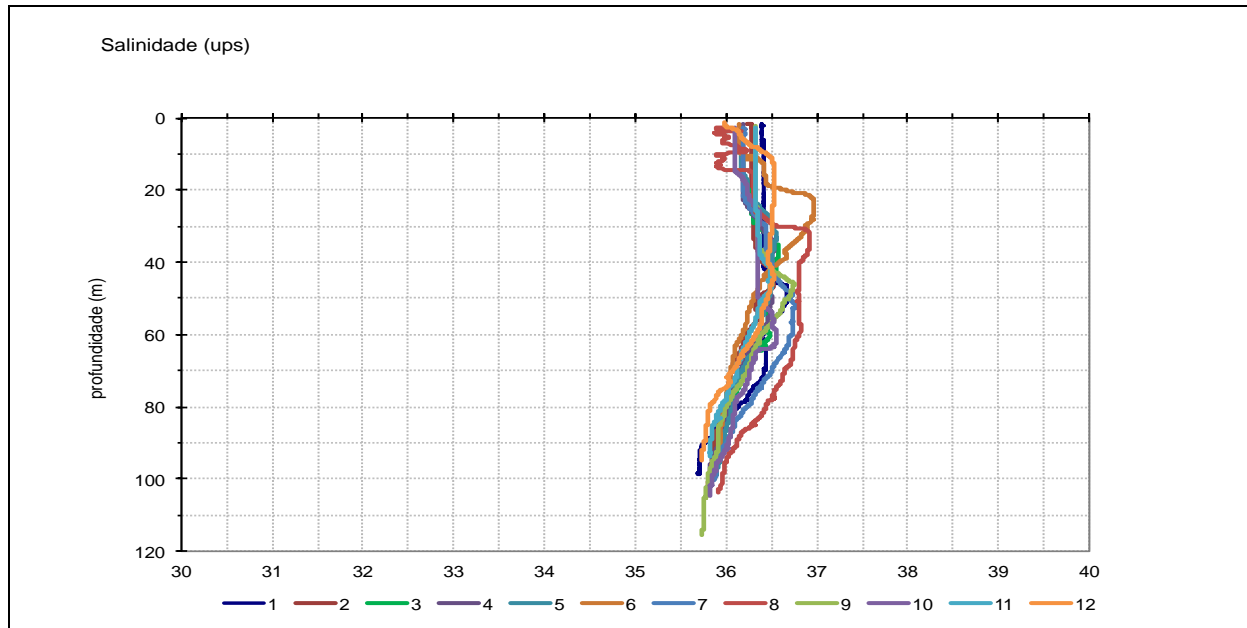


FIGURA 5.1-4 Perfis de salinidade (ups) obtidos através de perfilagens de CTD durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

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 2009 (PIR2/Maersk, 2009). 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).

Todos estes resultados obtidos através das perfilagens de temperatura e salinidade estão em consonância com outros trabalhos realizados na região sudeste (Miranda *et al.*, 1970; FUNDESPA, 1994; Signorini *et al.*, 1989; Souza, 1999) e também encontram-se em consonância com os demais resultados obtidos na área, conforme abordado no parágrafo anterior, corroborando que as massas d'águas encontradas durante o presente monitoramento foram condizentes com o padrão oceanográfico dominante na região para o período analisado. Contudo, ocorreram algumas diferenças entre os períodos amostrados, como o esperado quando se realizam coletas sazonais. Na campanha atual, realizada no começo do inverno foi detectada a presença de uma termoclina menos marcante, provavelmente devido à existência de um padrão oceanográfico sazonal, mostrando que a ACAS encontrada na campanha atual, situou-se em profundidades maiores, com início aos 75m de profundidade aproximadamente.



O trabalho de Matsura (1986) e Castro Filho *et al.* (2008) que estudaram o comportamento das massas de água mostram essa variação sazonal das massas de água ao longo da costa sudeste-sul do Brasil. Na região oceânica próxima à borda da plataforma, a Água Tropical (corrente do Brasil), aparece ocupando os 200 primeiros metros da coluna d'água, com um fluxo predominante para o sudoeste. Nessa região, a ACAS, abaixo da AT, ocupa uma posição de cerca de 750m. Contudo, na época de verão, a ACAS geralmente alcança a plataforma continental, podendo aflorar em diversos pontos do litoral brasileiro (Figura 5.1-5). No presente estudo, mesmo após o outono foi possível observar uma massa d'água com características da ACAS ainda na plataforma.

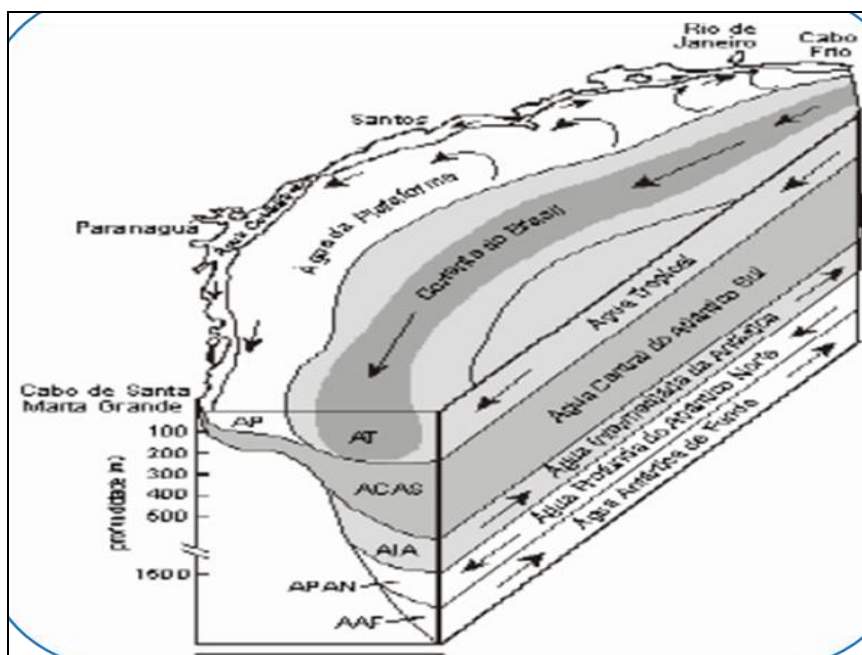


FIGURA 5.1-5 Estrutura oceanográfica na região sudeste- sul brasileira na época de verão (modificado de Matsura, 1986).

Bassani *et al.* (1999) demonstrou em seu estudo que 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. Mostra ainda analisando outros trabalhos que entre setembro e abril (primavera e verão), a Corrente do Brasil (CB) se afasta da costa, o que permite um afloramento e uma influência maior da ACAS na região, penetrando a camada de fundo sobre a plataforma continental e promovendo uma maior ou menor abrangência de acordo com as condições meteorológicas dominantes (frentes frias, ou bom tempo, direção do vento, etc.). Silva *et al.* (2006) estudando a frequência da ressurgência na costa de Arraial do Cabo (RJ), mostraram que a influência maior da ACAS na plataforma ocorre no verão, com alguns picos de afloramento importantes na primavera. Gomes (2006) estudando a influência da ACAS sobre a





estrutura das comunidades macrobentônicas encontrou a presença da ACAS, durante a primavera, em profundidades menores do que 40m, chegando até a superfície da plataforma continental de Cabo Frio.

Todos esses estudos corroboram, portanto os resultados aqui encontrados e demonstram a flutuação das massas de água dominantes na região de acordo com uma interação complexa de fenômenos sazonais, meteorológicos e oceanográficos.

## 5.2. Água

### 5.2.1. TRANSPARÊNCIA, TURBIDEZ, OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PH

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.

No presente projeto de monitoramento dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos, a turbidez foi analisada nas amostras de água em três estratos da coluna d'água (na subsuperfície, meio e próximo ao fundo) nas 12 estações originais. Não foram detectados valores de turbidez nas profundidades amostradas durante o presente monitoramento. No projeto de baseline (PIR2/Maersk, 2009) esse parâmetro não foi analisado (Tabela 5.2.1-I).

TABELA 5.2.1-II

Variação da turbidez (UNT) nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND-não detectado; NA-não analisado.

Água – parâmetros físico e físico-químicos				
bloco	est.	Turbidez (UNT)		
		subsuperfície	meio	fundo
BM-C-37	1	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
	3	ND	ND	ND
	4	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND
BM-C-38	6	ND	ND	ND
	7	ND	ND	ND
	8	ND	ND	ND



Água – parâmetros físico e físico-químicos				
bloco	est.	Turbidez (UNT)		
		subsuperfície	meio	fundo
BM-C-37	9	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND
	11	ND	ND	ND
	12	ND	ND	ND
baseline*		NA	NA	NA

ND - valores < 0,9 NTU; NA – não analisado

\* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)

TABELA 5.2.1-II

Varição da transparência (m), de oxigênio dissolvido (mg/L) e pH nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND-não detectado; NA-não analisado.

Água – parâmetros físico e físico-químicos								
bloco	est.	tran. (m)	oxigênio dissolvido (mg/L)			pH		
			superfície	meio	fundo	superfície	meio	fundo
BM-C-37	1	9,00	8,10	8,20	11,80	8,20	8,08	7,97
	2	NA	8,10	8,70	10,20	8,08	8,02	7,98
	3	NA	9,40	8,50	7,00	8,09	8,11	7,99
	4	NA	8,70	9,00	9,50	8,13	8,02	7,94
	5	NA	9,80	8,70	10,40	8,11	8,06	8,01
BM-C-38	6	NA	7,00	6,50	10,00	8,10	8,05	8,02
	7	NA	9,50	8,50	11,00	8,10	8,08	8,03
	8	NA	8,10	8,30	8,10	8,07	8,07	8,01
	9	NA	9,00	8,20	10,60	8,10	8,14	8,01
BM-C-37	10	NA	9,60	8,40	5,00	8,10	8,05	7,98
	11	NA	8,90	8,60	10,90	8,08	8,02	7,96
	12	NA	9,40	9,00	9,50	8,00	8,01	7,98
baseline*		8,5 a 18,0	5,0 a 7,3	4,9 a 7,4	6,6 a 8,2	8,1 a 8,3	8,2 a 8,3	8,1 a 8,4

oxigênio dissolvido – resolução CONAMA N° 357, águas salinas classe 1 - não inferior a 6mg/L O<sub>2</sub>

pH - resolução CONAMA N° 357, águas salinas classe 1 - 6,5<pH<8,5

Valores em vermelho indicam não conformidade com os limites estabelecidos pela CONAMA 357 (águas salinas - classe 1)

\* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)

A transparência da coluna d'água durante o projeto de baseline variou de 8,5 a 18,0m, enquanto que durante o presente monitoramento ambiental foi analisada apenas numa estação, com um valor de 9m (Tabela 5.2.1-II).

Em relação ao conteúdo de oxigênio dissolvido nas massas de água, fatores de caráter físico e biológico devem ser considerados, já que, por si só, as concentrações de oxigênio na água são





insuficientes para uma caracterização do ecossistema (Niencheski *et al.*, 1999). Nas camadas de água mais próximas da superfície, o contato com o oxigênio da atmosfera é um importante fator para sua dissolução na água (Redfield *et al.*, 1963). Desvios encontrados nas concentrações de oxigênio dissolvido podem ser atribuídos a variações na pressão atmosférica, aquecimento e resfriamento da água (Hayward & Mantyla, 1990). Um balanço dos processos biológicos de produção de oxigênio (fotossíntese) e de consumo por organismos pelágicos pode determinar a concentração de oxigênio dissolvido em determinadas profundidades (Aidar *et al.*, 1993). Outras características físicas também devem ser levadas em consideração, tais como, velocidade do vento, hidrodinamismo e mistura das camadas de água.

No presente projeto de monitoramento, os teores de oxigênio dissolvido analisados variaram de 5,0mg/L (estação 10, fundo) a 11,8mg/L (estação 1, fundo). Houve uma tendência de maiores concentrações de OD nos estratos mais profundos (Tabela 5.2.1-II e Figura 5.2.1-1).

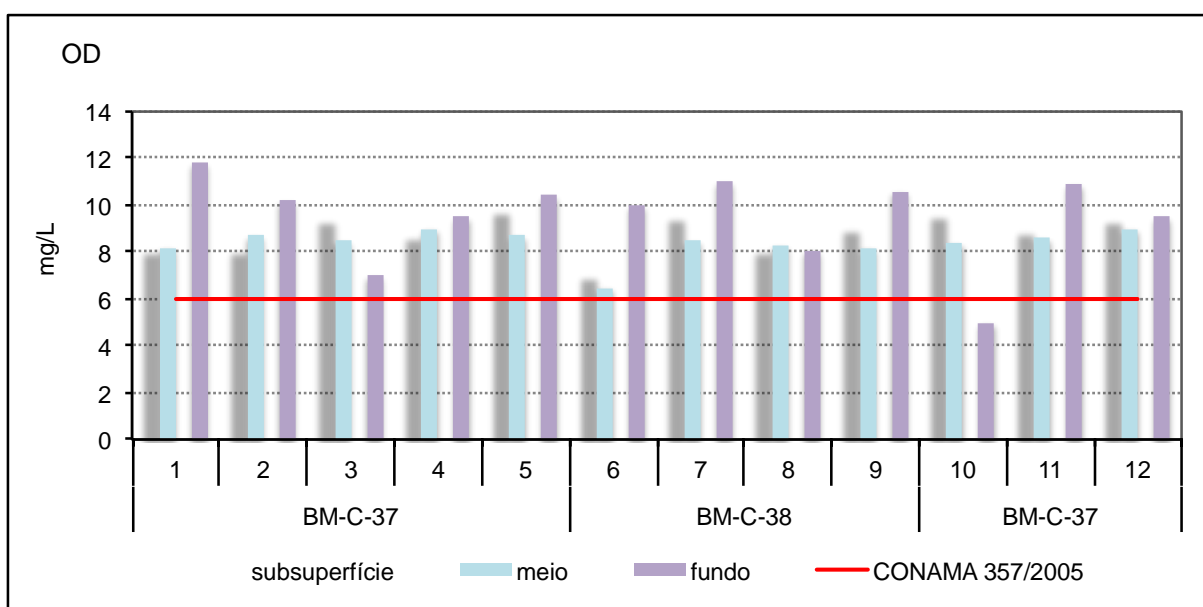


FIGURA 5.2.1-1 Variação do oxigênio dissolvido-OD (mg/L) nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. Linha em vermelho indica o limite mínimo aceitável para esse parâmetro segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

Todo os teores de oxigênio dissolvido medidos durante a realização dessa campanha de monitoramento estiveram acima do limite mínimo aceitável estabelecido pela CONAMA N°357 para águas salinas de classe 1 (não inferior a 6mg/L O<sub>2</sub>) e similares aos teores encontrados anteriormente na área durante o projeto de baseline (PIR2/Maersk, 2009). Na campanha de baseline realizada anteriormente na área dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, os teores de oxigênio dissolvido foram também superiores ao limite mínimo aceitável estabelecido pela CONAMA N°357, em todas as



profundidades. A amostragem para medição de oxigênio dissolvido é uma das mais sensíveis, devido à necessidade de cuidados durante o manuseio da garrafa e retirada da alíquota de modo a não agitar ou formar bolhas na alíquota antes da medição. Tais concentrações devem ser usuais aos períodos de realização das coletas e devem corresponder aos valores de background da região estudada.

O pH da água do mar varia geralmente entre 7,5 e 8,4, devido à presença de  $\text{CO}_2$  e dos íons sódio, potássio e cálcio, altamente alcalinos (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 em  $\text{CO}_3^{2-}$ , devidas às precipitações, podem modificar os valores de pH (Aminot & Chaussepied, 1983).

Na presente campanha de monitoramento ambiental realizada o pH apresentou pouca variação entre os estratos de coleta (subsuperfície, meio e próximo ao fundo) variando entre 7,94 (estação 4, fundo) e 8,20mg/L (estação 1, na subsuperfície). (Tabela 5.2.1-II). Na campanha de baseline realizada anteriormente na área (PIR2/Maersk, 2009), o pH variou de 7,51 a 7,74, considerando as três profundidades amostradas (subsuperfície, meio e fundo).

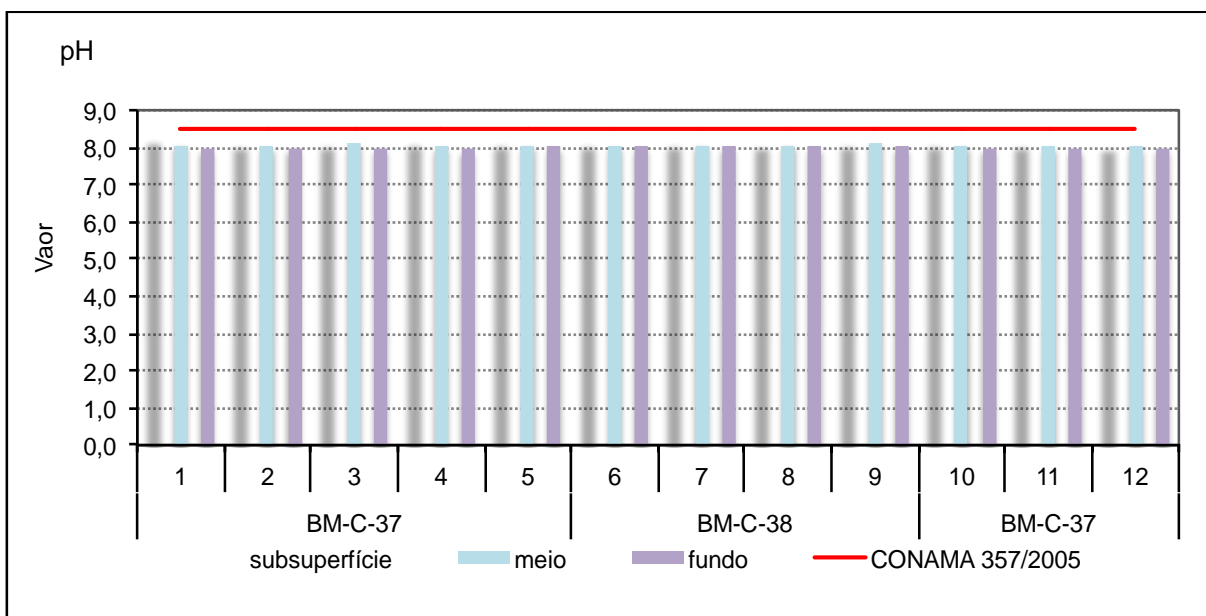


FIGURA 5.2.1-2 Variação do pH nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. Linha em vermelho indica o limite mínimo aceitável para esse parâmetro segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

Tanto os resultados de pH obtidos no projeto de monitoramento ambiental do poço Fortaleza quanto os resultados obtidos na campanha de baseline encontram-se próximos ao valor máximo definido



pela resolução CONAMA Nº357 para águas salinas de classe 1 ( $6,5 < \text{pH} < 8,5$ ) e devem corresponder a valores usuais à região e ao período de coleta. 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). Mais que isto, a maioria dos resultados de pH situam-se entre os valores mínimos e máximos relatados para a água marinha, pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas salinas de classe 1 ( $6,5 < \text{pH} < 8,5$ ).

## 5.2.2. NUTRIENTES

Os nutrientes, em especial o nitrogênio, no meio marinho, são fatores que limitam o crescimento da biomassa fitoplanctônica. O nitrogênio, o fósforo e a sílica compõem os micronutrientes necessários para as funções metabólicas realizadas pelo fitoplâncton. As razões entre as concentrações molares do nitrogênio, fósforo e silício na camada eufótica das águas marinhas e os processos determinantes do seu enriquecimento por esses elementos, são capazes de induzir não somente alterações na densidade das comunidades fitoplanctônicas, como também dar subsídios para explicar a composição qualitativa dessas comunidades, a competição e a exclusão de algumas espécies (Dugdale & Holm Hansen, 1967; Ryther & Dunstan, 1971; Mann, 1982). Comportam-se, portanto, de forma não conservativa, na dependência direta dos processos de demanda biológica pela biomassa fitoplanctônica na zona eufótica e dos aportes devidos a processos físicos (advecção, intrusão de águas mais ricas), biológicos (regeneração), climáticos (chuvas e ventos) e drenagem continental (Aidar *et al.*, 1993).

Na presente campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos, os nutrientes, nitrato, nitrito, amônia, fosfato, fósforo e silicato foram avaliados em três estratos (subsuperfície, meio e próximo ao fundo) da coluna d'água em todas as estações de coleta previstas em projeto (Tabelas 5.2.2-I e 5.2.2-II).

TABELA 5.2.2-I Concentração de nutrientes (mg/L) nas amostras coletadas nas estações 1 a 6, durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. . ND-não detectado.

Água – nutrientes (mg/L) – 1/2								
parâmetro	estrato	estação						baseline*
		1	2	3	4	5	6	
nitrato	subsuperfície	0,011	ND	ND	ND	ND	ND	ND a 1,69mg/L
	meio	0,038	0,076	0,058	0,066	0,056	0,101	ND a 2,55mg/L
	fundo	0,253	0,161	0,148	0,175	0,103	0,156	ND a 3,83mg/L
amônia	subsuperfície	ND	0,003	0,003	0,003	ND	0,003	ND
	meio	ND	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	ND



Água – nutrientes (mg/L) – 1/2								
parâmetro	estrato	estação						baseline*
		1	2	3	4	5	6	
	fundo	0,003	0,005	ND	0,005	0,005	0,005	ND
nitrito	subsuperfície	ND	ND	ND	ND	0,004	ND	ND
	meio	0,010	0,007	0,011	0,008	0,004	0,007	ND
	fundo	0,010	0,010	0,010	0,008	0,004	0,012	ND
fosfato	subsuperfície	0,017	0,016	0,012	0,012	0,012	0,006	ND
	meio	0,016	0,016	0,017	0,019	0,015	0,009	ND
	fundo	0,024	0,029	0,032	0,025	0,028	0,041	ND
fósforo total	subsuperfície	0,008	0,007	0,006	0,007	0,007	0,006	ND
	meio	0,008	0,008	0,008	0,009	0,007	0,006	ND a 0,032mg/L
	fundo	0,010	0,011	0,013	0,010	0,011	0,016	ND a 0,027mg/L
silicato	subsuperfície	0,029	0,004	0,035	0,011	0,009	0,011	42,0 a 53,1mg/L
	meio	0,020	0,035	0,032	0,038	0,013	0,032	22,6 a 57,0mg/L
	fundo	0,073	0,052	0,039	0,034	0,030	0,041	44,3 a 63,9mg/L
nitrito – resolução CONAMA 357, águas salinas classe 1 - <0,4mg/L								
nitrogênio amoniacal total – resolução CONAMA 357, águas salinas classe 1 - <0,4mg/L								
fósforo total – resolução CONAMA 357, águas salinas classe 1 - <0,062mg/L								
nitrito – resolução CONAMA 357, águas salinas classe 1 - <0,07mg/L								
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)								

TABELA 5.2.2-II

Concentração de nutrientes (mg/L) nas amostras coletadas nas estações 7 a 12, durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND-não detectado.

Água – nutrientes (mg/L) – 2/2								
parâmetro	estrato	estação						baseline*
		7	8	9	10	11	12	
nitrito	subsuperfície	ND	ND	ND	ND	ND	0,007	ND a 1,69mg/L
	meio	0,036	0,010	0,060	0,212	0,079	0,094	ND a 2,55mg/L
	fundo	0,110	0,098	0,144	0,212	0,193	0,233	ND a 3,83mg/L
amônia	subsuperfície	0,005	0,003	ND	ND	0,003	ND	ND
	meio	0,005	0,004	0,004	ND	ND	0,004	ND
	fundo	0,005	0,003	0,003	0,003	ND	0,005	ND
nitrito	subsuperfície	0,006	0,007	ND	ND	0,006	0,004	ND
	meio	0,013	0,013	0,007	0,006	0,006	0,006	ND
	fundo	0,010	0,011	0,003	0,006	0,006	0,006	ND
fosfato	subsuperfície	0,012	0,011	0,009	0,019	0,019	0,016	ND
	meio	0,015	0,025	0,017	0,036	0,035	0,028	ND
	fundo	0,028	0,031	0,023	0,036	0,041	0,037	ND
fósforo total	subsuperfície	0,006	0,006	0,006	0,008	0,009	0,008	ND
	meio	0,007	0,012	0,007	0,013	0,013	0,011	ND a 0,032mg/L
	fundo	0,011	0,013	0,009	0,015	0,018	0,015	ND a 0,027mg/L



Água – nutrientes (mg/L) – 2/2								
parâmetro	estrato	estação						baseline*
		7	8	9	10	11	12	
silicato	subsuperfície	0,013	0,030	0,015	0,042	0,039	0,033	42,0 a 53,1mg/L
	meio	0,015	0,027	0,010	0,069	0,041	0,042	22,6 a 57,0mg/L
	fundo	0,042	0,034	0,039	0,083	0,076	0,095	44,3 a 63,9mg/L
nitrito – resolução CONAMA 357, águas salinas classe 1 - <0,07mg/L								
nitrogênio amoniacal total – resolução CONAMA 357, águas salinas classe 1 - <0,4mg/L								
fósforo total – resolução CONAMA 357, águas salinas classe 1 - <0,062mg/L								
nitrito – resolução CONAMA 357, águas salinas classe 1 - <0,07mg/L								
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)								

A variação da amônia na presente campanha foi de não detectada em várias estações a 0,005mg/L também em várias estações (Figura 5.2.2-1). Concentrações essas bem inferiores ao limite máximo aceitável para esse parâmetro segundo a resolução CONAMA/357 que é de 0,4mg/L para águas salinas classe 1.

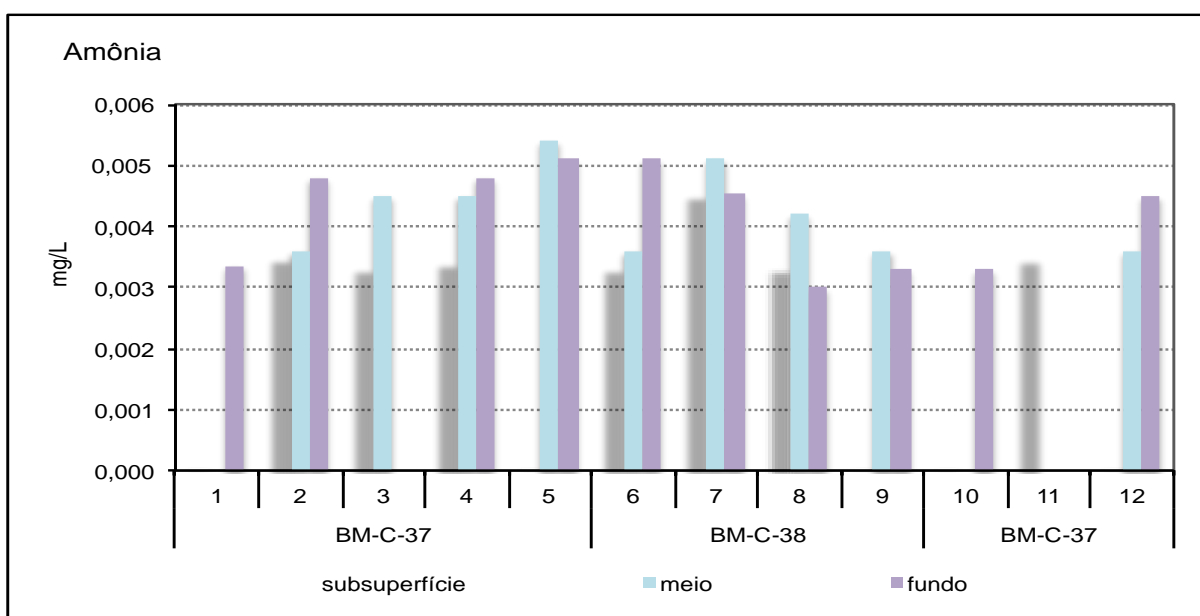


FIGURA 5.2.2-1 Variação de amônia (mg/L) nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

O nitrato foi detectado em maiores concentrações ao fundo, com um máximo de 0,253mg/L na estação 1 (Figura 5.2.2-2) e o nitrito mostrou concentrações quando detectadas variando de 0,003 a 0,013mg/L (Figura 5.2.2-3). Para ambos os nutrientes, as concentrações máximas encontradas foram



inferiores aos limites máximos estipulados pela resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas classe 1, sendo de 0,4mg/L para o nitrato e de 0,07mg/L para o nitrito, respectivamente.

O fosfato mostrou também o mesmo padrão encontrado para os outros nutrientes, com concentrações mais elevadas nos estratos mais profundos e com um máximo de 0,041mg/L na estação 6 ao fundo, sendo que nenhuma diferença espacial entre as estações pôde ser observada (Figura 5.2.2-4).

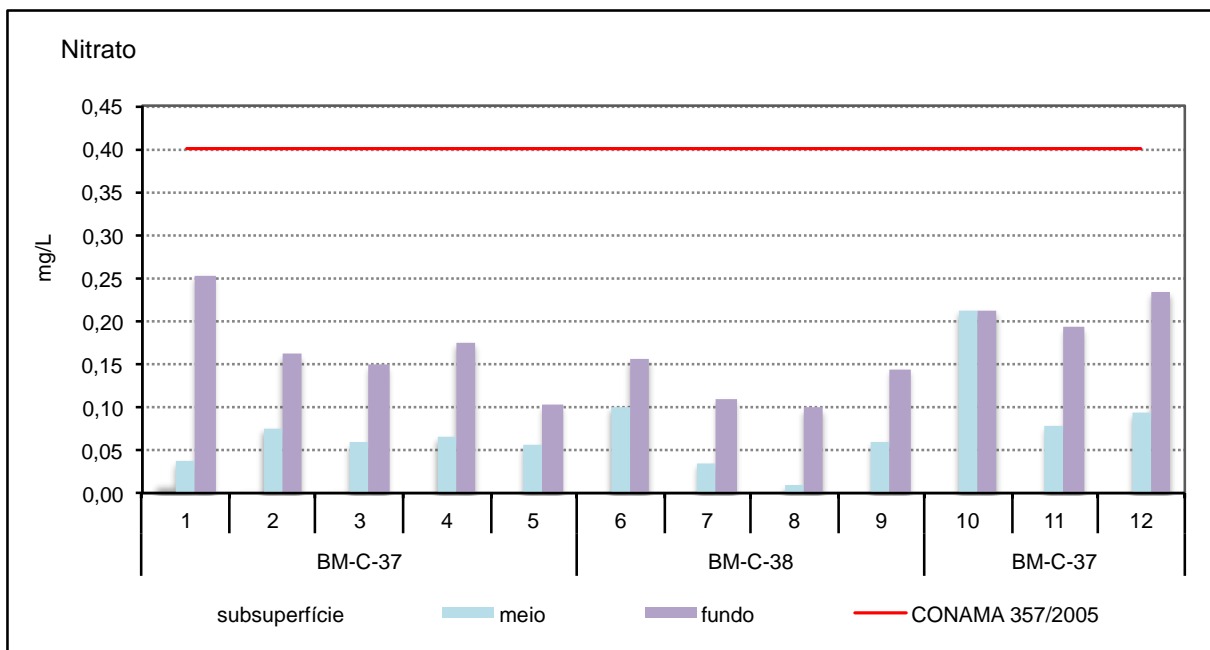


FIGURA 5.2.2-2

Varição de nitrato (mg/L) nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. Linha vermelha indica o limite máximo permitido para esse parâmetro, segundo a resolução CONAMA 357/2005 (águas salinas classe 1).

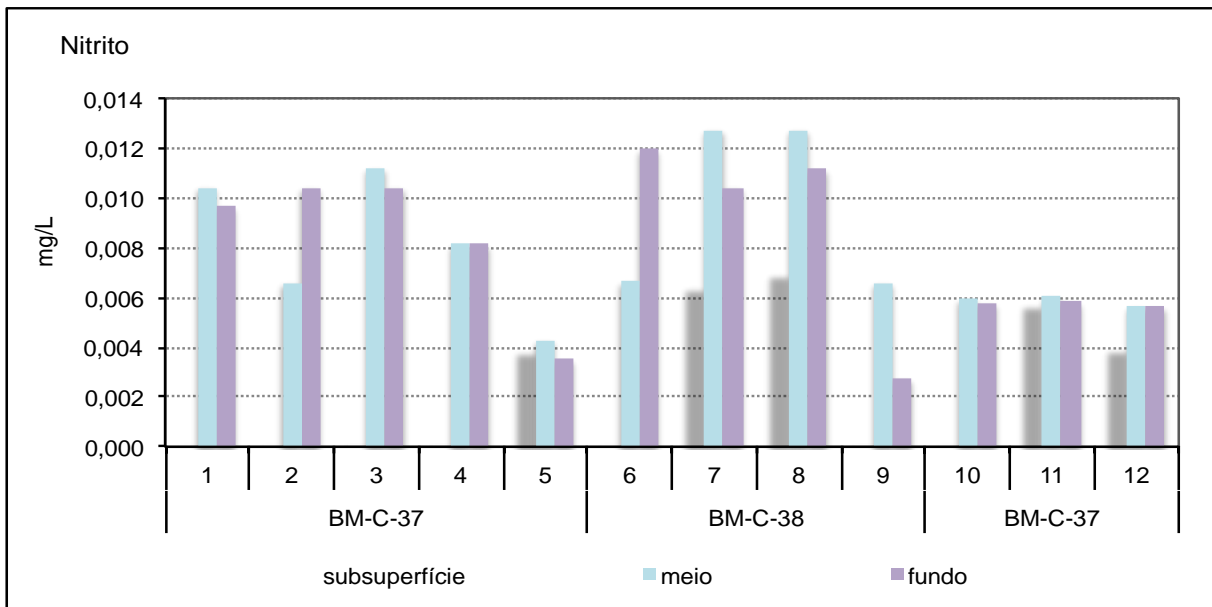


FIGURA 5.2.2-3 Variação de nitrito (mg/L) nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

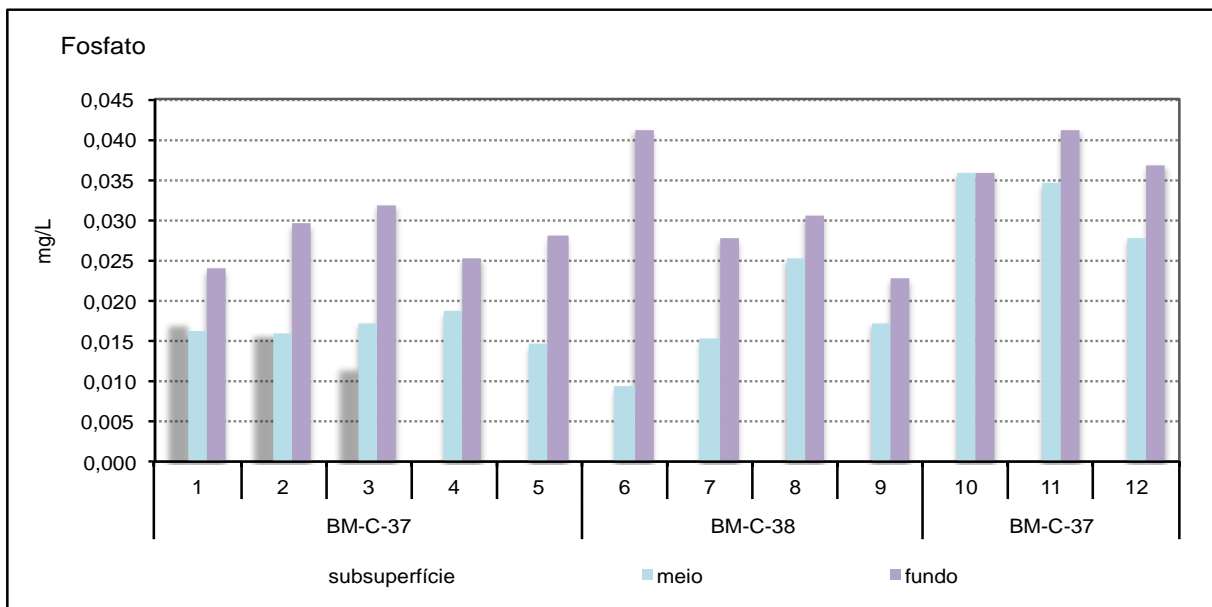


FIGURA 5.2.2-4 Variação de fosfato (mg/L) nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

O silicato apresentou concentrações maiores variando entre 0,010 (estação 9, meio) e 0,096mg/L (estação 12, no fundo), mostrando concentrações bem inferiores aos resultados obtidos no projeto de baseline (PIR2/Maersk, 2009). Porém, ressalta-se que esse parâmetro não é contemplado pela resolução CONAMA N°357 para águas salinas de classe 1 e, os resultados encontrados devem fazer



parte dos valores usuais para a região, uma vez que não foi observado nenhum padrão espacial (horizontal ou batimétrico) expressivo (Figura 5.2.2-5).

Ressalta-se que estes valores encontrados durante a campanha de baseline realizada anteriormente na área, estiveram bem acima dos normalmente encontrados na região (Gabardo, 2007; Pedrosa *et al.* 2006). Quando comparados com as concentrações dos outros nutrientes encontrados neste estudo, os valores de silicato mostraram-se desproporcionais, o que parece indicar que deve ter ocorrido naquela campanha alguma interferência durante o processo analítico.

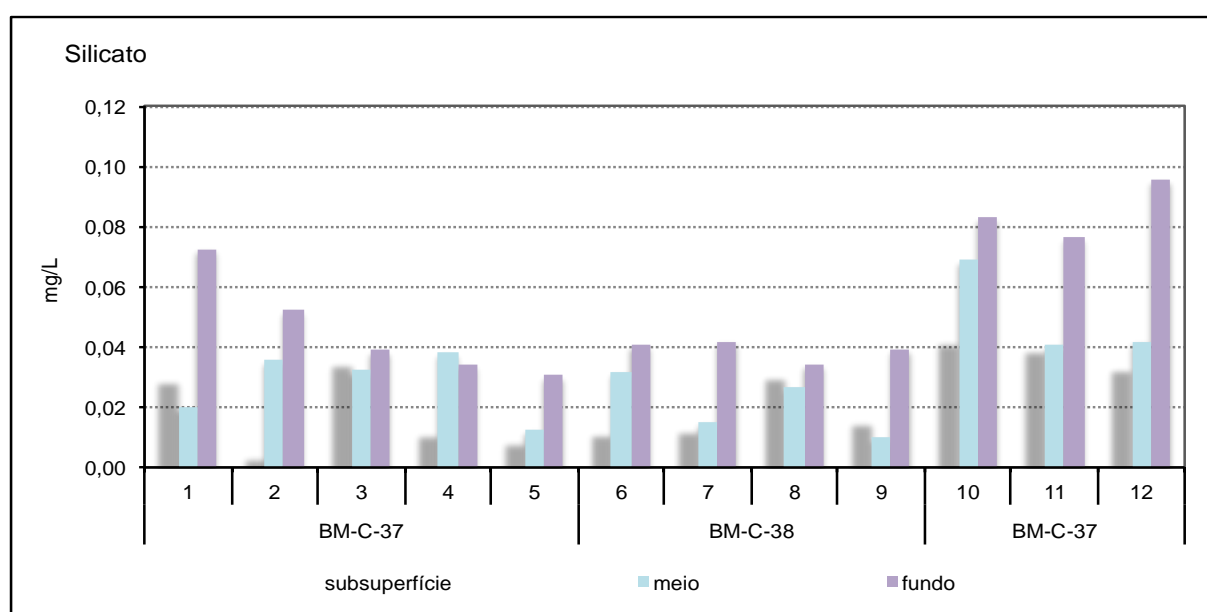


FIGURA 5.2.2-5 Variação de silicato (mg/L) nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

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 pode ser efetivamente observado 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 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. O fósforo total foi encontrado variando de 0,006mg/L na subsuperfície da estação 6 a 0,018mg/L no fundo da estação 11 (Figura 5.2.2-6). Todos os valores encontrados situaram-se abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA N° 357/2005 para águas salinas de classe 1, que é de 0,062mg/L e devem fazer parte do background regional.

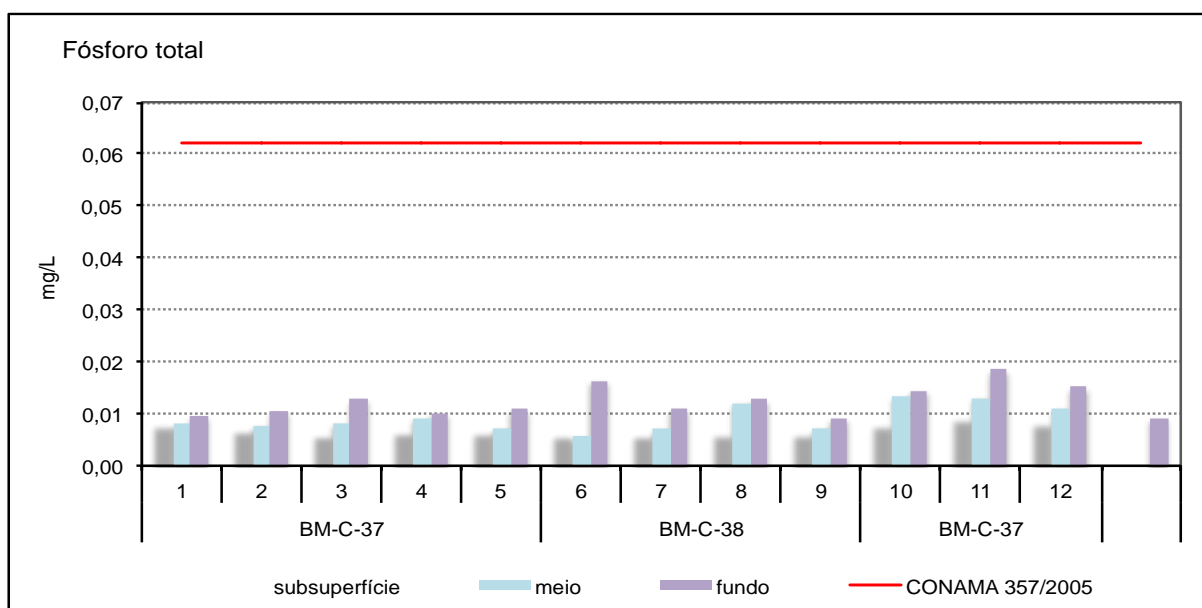


FIGURA 5.2.2-6

Variação do fósforo total (mg/L) nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. Linha em vermelho indica o limite máximo aceitável para esse parâmetro segundo a Resolução CONAMA 357/2005 (águas salinas, classe 1).

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. Assim, as concentrações de fósforo total, estão possivelmente ligadas à baixa produtividade primária.

Este fato é usual ao meio marinho, uma vez que vários nutrientes apresentam-se em sua forma intermediária como o nitrito (entre a amônia e o nitrato) no ciclo do nitrogênio, que em ambientes aeróbicos tende a se oxidar a nitrato. Portanto, no oceano aberto, as concentrações de nitrito e de outros nutrientes podem ser muito baixas, podendo ser observado, no entanto, um aumento em águas mais costeiras (Aminot & Chaussepied, 1983). Além disso, valores não detectados ou muito



baixos de nutrientes estão em consonância com outros autores para a região sul-sudeste do Brasil (Brandini, 1990; Aidar *et al.*, 1993, Metzler *et al.*, 1997, Moser, 1997).

Os resultados de nutrientes encontrados na presente campanha, mostraram na sua maioria concentrações usuais e condizentes com a região estudada, além de similares às encontradas durante o baseline realizado anteriormente na região e inferiores aos limites máximos permitidos para águas salinas de classe 1, segundo a resolução CONAMA 357/2005 (Tabela 5.2.2-I). Ressalta-se ainda que em todas as estações as maiores concentrações dos nutrientes foram encontradas sempre no estrato mais profundo e, como explicado, acima, tal fato reforça a presença da ACAS durante a realização das coletas.

### 5.2.3. CARBONO ORGÂNICO DISSOLVIDO, CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO E TOTAIS DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO

A grande maioria do carbono orgânico dissolvido em suspensão (COD) nos oceanos consiste do picoplâncton que subsiste metabolizando os menores fragmentos de detritos orgânicos e, principalmente, os compostos orgânicos dissolvidos. Estes compostos são originados pelo processo fotossintético realizado pelo fitoplâncton nos oceanos e sua composição é de ácidos orgânicos, vitaminas e açúcares. A concentração média de COD nos oceanos é de 0,5mg/L e nem todo o COD encontrado nos oceanos é produzido nos mesmos (Brown *et al.*, 1989). Os aportes continentais originados pelas atividades naturais, carreamento de matéria orgânica realizada pelos rios ou ventos e exportação de matéria orgânica realizada pelos mangues e antrópicas, esgotos e produtos industriais jogados nos rios promovem alterações no teor de COD, principalmente nas regiões mais costeiras (Brown *et al.*, 1989).

Nas amostras analisadas as concentrações de carbono orgânico dissolvido (COD) variaram entre 1,13mg/L (estação 11, fundo) e 1,75mg/L (estação 1, meio). As concentrações de carbono orgânico particulado (COP) nas amostras de água analisadas variaram de 0,40mg/L (estação 11, fundo) e 0,59mg/L (estação 12, no fundo) (Tabela 5.2.3-I e Figuras 5.2.3-1 e 5.2.3-2).



TABELA 5.2.3-I

Carbono orgânico dissolvido (COD), carbono orgânico particulado (COP) e totais de sólidos em suspensão (TSS) (mg/L) nas amostras de água coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND-não detectado, NA-não analisado.

Água – Carbono										
bloco	estação	carbono orgânico dissolvido (mg/L)			carbono orgânico particulado (mg/L)			TSS (mg/L)		
		subsup.	meio	fundo	subsup.	meio	fundo	subsup.	meio	fundo
BM-C-37	1	1,46	1,78	1,29	0,47	0,49	0,56	33,27	33,12	30,63
	2	1,64	1,41	1,42	0,50	0,48	0,54	33,60	33,40	35,61
	3	1,60	1,50	1,34	0,58	0,48	0,52	29,81	33,68	33,28
	4	1,46	1,31	1,27	0,50	0,52	0,47	35,63	32,09	32,07
	5	1,33	1,65	1,45	0,50	0,47	0,52	34,54	32,18	31,74
BM-C-38	6	1,45	1,25	1,34	0,46	0,55	0,44	36,41	34,94	33,18
	7	1,31	1,34	1,32	0,45	0,47	0,48	34,71	34,68	32,63
	8	1,31	1,44	1,21	0,53	0,45	0,46	29,95	34,89	37,06
	9	1,28	1,28	1,25	0,46	0,52	0,48	36,56	34,78	46,87
BM-C-37	10	1,36	1,19	1,50	0,47	0,45	0,46	39,84	37,46	33,00
	11	1,25	1,20	1,13	0,51	0,51	0,40	32,17	35,34	31,47
	12	1,32	1,16	1,14	0,50	0,52	0,59	34,11	32,74	34,00
baseline *		1,91 a 2,80	1,70 a 3,07	1,60 a 4,72	ND a 0,41	ND a 0,98	ND a 0,62	NA	NA	NA
COT – resolução CONAMA N° 357, águas salinas classe 1 - < 3mg/L C										
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)										

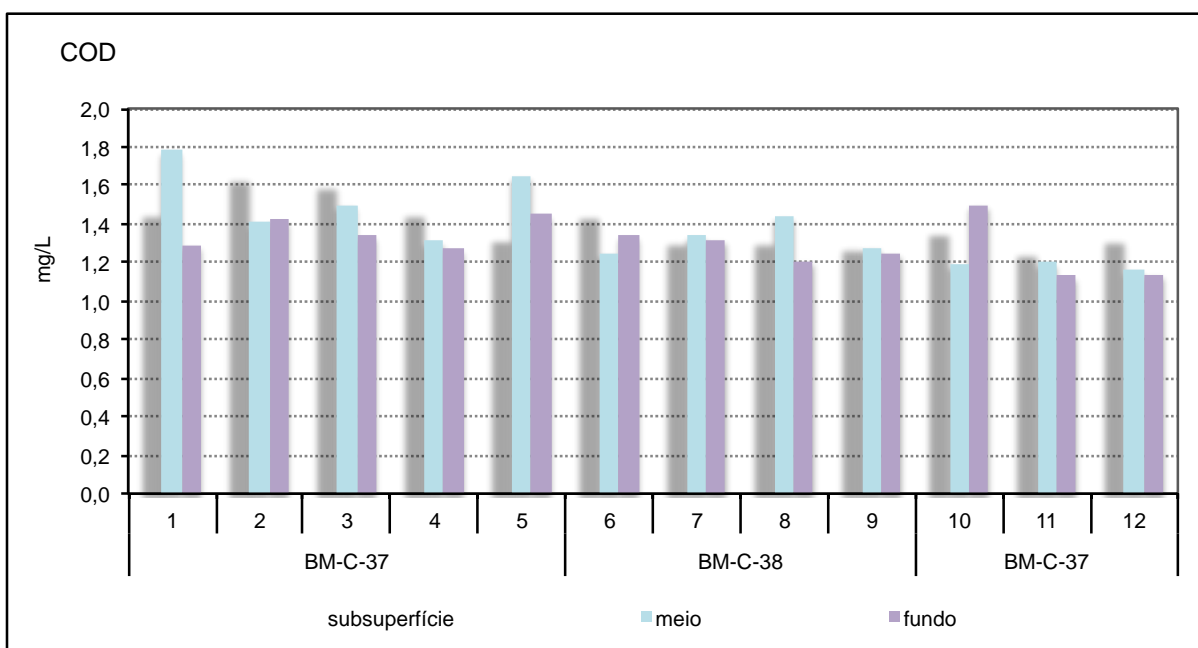


FIGURA 5.2.3-1

Variação de carbono orgânico dissolvido (mg/L) nas amostras de água coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

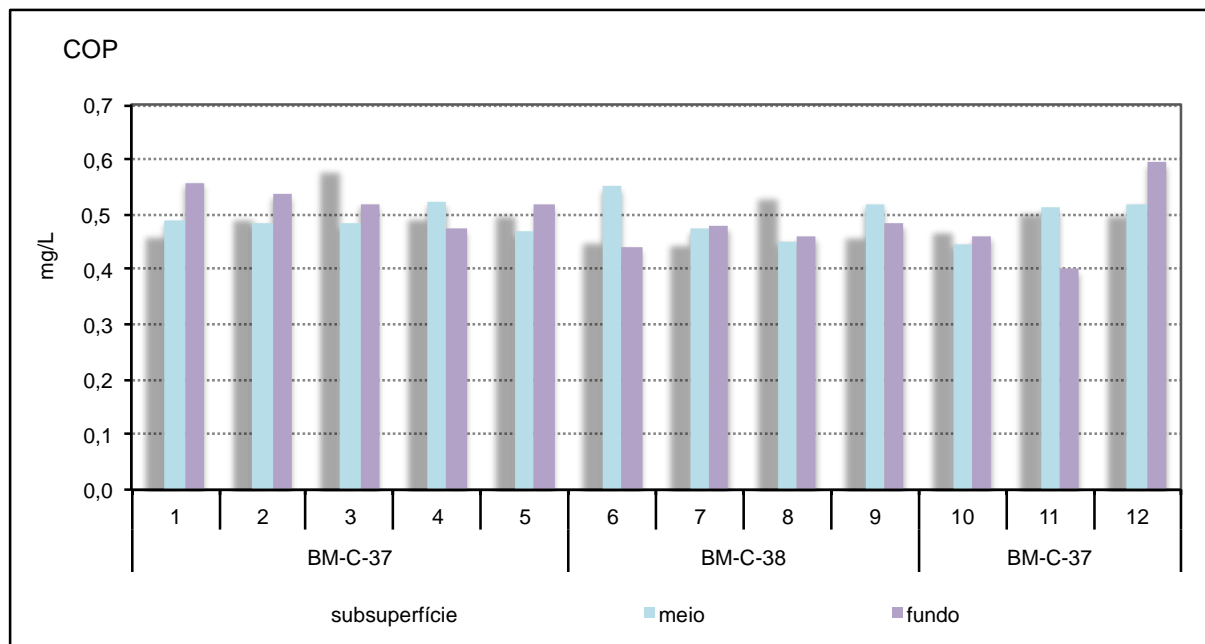


FIGURA 5.2.3-2 Variação de carbono orgânico total (mg/L) nas amostras de água coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Os sólidos em suspensão são geralmente originados pelo carreamento de solos pelas águas, devido a processos erosivos, do lançamento de esgotos domésticos, efluentes industriais, ressuspensão causada pelas atividades perfuratórias, dentre outros (MMA, 2002). As concentrações dos sólidos totais em suspensão (TSS) são importantes indicadores dos meios aquáticos. As partículas em suspensão diminuem a transparência da água, o que pode reduzir a produção primária fotossintética, podendo alterar, em última análise, os recursos pesqueiros de determinada área. Além disso, partículas presentes na água formam uma superfície de contato importante para trocas físico-químicas, químicas e biológicas com a água do mar (Aminot & Chaussepied, 1983).

Nas amostras analisadas as concentrações de totais de sólidos em suspensão (TSS) variaram entre 29,81mg/L (estação 3, na subsuperfície) e 46,87mg/L (estação 9, ao fundo).

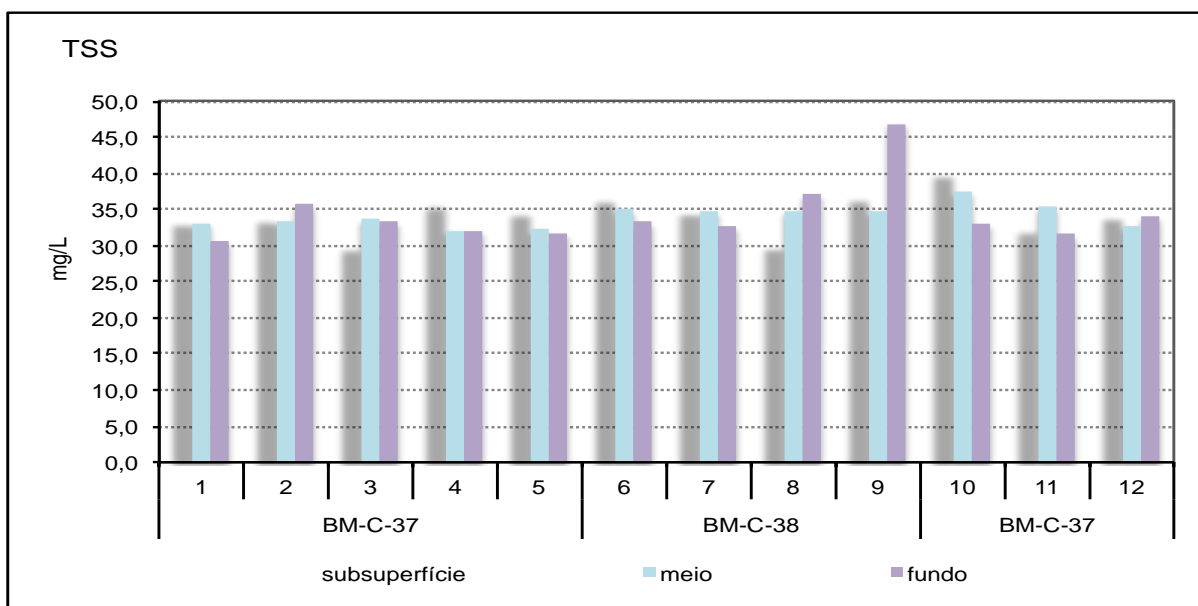


FIGURA 5.2.3-2

Varição de sólidos totais em suspensão (mg/L) nas amostras de água coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Como observado durante a campanha de baseline realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos, as concentrações de carbono orgânico particulado e dissolvido foram similares ou inferiores as já encontradas na área estudada (PIR2/Maersk, 2009) (Tabela 5.2.3-I). Ademais, nenhuma diferença espacial expressiva pôde ser observada.

Os totais de sólidos em suspensão não foram analisados durante o baseline. As concentrações de TSS estão sujeitas a variações, principalmente em regiões não muito afastadas da costa, tais como variações sazonais, biológicas, tempestades ou provenientes de aportes terrígenos ou antrópicos. Desta forma, é possível encontrar valores de 0,5 a 5mg/L em mares e oceanos ou até centenas de miligramas por litro em estuários (Aminot & Chaussepied, 1983). Hobson (1967) relatou valores de dezenas de miligramas por litro em profundidades maiores que 250m no Oceano Pacífico Norte e no projeto MAPEN (2004) foi relatado valores entre 20 e 52mg/L na Bacia de Campos.

#### 5.2.4. METAIS

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, torna-se fundamental para o conhecimento da propagação dos efeitos de produção sobre o ambiente marinho.



As águas amostradas possuem fases minerais em suspensão e uma carga iônica em solução, os resultados obtidos referem-se ao total de metais presentes na água do mar. Os teores dos elementos químicos dissolvidos na água (forma iônica), no entanto, são os que representam a fração passível de absorção imediata pelos seres vivos e de contaminação de aquíferos superficiais e subterrâneos, sob o ponto de vista ambiental e sanitário.

Dos doze metais analisados nas amostras de água durante a presente campanha, coletadas nas estações de amostragem dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos, em nenhuma delas foram detectadas concentrações de metais analisados (Tabela 5.2.4-I).

Durante o baseline apenas o alumínio, bário, cromo, chumbo e zinco foram detectados (Tabela 5.2.4-I). O cromo foi detectado apenas na estação 2, no estrato de subsuperfície (0,012mg/L) e o chumbo na estação 8, no estrato de fundo (0,005mg/L). O alumínio foi encontrado com um máximo de 0,18mg/L, o bário com 0,012mg/L e o zinco com 0,034mg/L. É importante salientar que todos os valores de alumínio, bário, cromo, zinco e chumbo, mesmo durante o baseline, estiveram abaixo dos limites máximos estabelecidos na resolução CONAMA N° 357, para águas salinas de classe 1 (1,5mg/L de Al, 1,0mg/L de Ba, 0,05mg/L de Cr, 0,09mg/L de Zn e 0,01mg/L de Pb).

TABELA 5.2.4-I

Concentração de metais totais na água (mg/L) nas amostras coletadas na subsuperfície, no meio e próximo ao fundo da coluna d'água das estações de amostragem durante a campanha de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND-não detectado.

Água –metais													
est.	prof.	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn
1	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	subsup.	ND	ND	ND	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND



Água –metais													
est.	prof.	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
baseline *		0,09 a 0,18	ND a 0,01	ND	ND a 0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND a 0,005	ND	ND a 0,01
CONAMA N° 357, águas salinas classe 1		1,5	1,0	0,005	0,05	0,005	0,3	0,0002	0,1	0,025	0,01	-	0,09
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)													

As concentrações dos diferentes metais quantificados nas amostras de água durante os monitoramentos realizados até o presente nos blocos foram baixas e, em sua maioria não detectados e são características de águas oceânicas. 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 2009 (PIR2/Maersk, 2009).





### 5.2.5. HIDROCARBONETOS TOTAIS DE PETRÓLEO (HTP)

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). O 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 exercem no meio ambiente.

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 carbono também já tenham sido observados (Elias *et al.*, 1997). Os de origem planctônica são constituídos principalmente de n-C15, n-C17, n-C19 e pristano, enquanto os de origem de plantas terrestres apresentam predominantemente os n-alcanos com número ímpar de carbono como o n-C25, n-C27, n-C29 e n-C31 (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).

As amostras de água obtidas na coluna d'água durante o presente monitoramento realizado nos Blocos BM-C-37 e 38, assim como as amostras obtidas durante o projeto de baseline (PIR2/Maersk, 2009) não apresentaram concentrações detectáveis de hidrocarbonetos totais (HTP), sendo o limite de detecção do método analítico utilizado de 15,0µg/L para os compostos de hidrocarbonetos totais (Tabela 5.2.5-I).



TABELA 5.2.5-I

Concentração de n-alcenos ( $\mu\text{g/L}$ ), de mistura complexa não resolvida (MCNR;  $\mu\text{g/L}$ ) e hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP;  $\mu\text{g/L}$ ) nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND- não detectado.

Água –hidrocarbonetos totais (HTP)													
est.	prof.	HTP			HRP			n-alcenos			MCNR		
1	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	subsup.	ND	ND	ND	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	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

\* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)



Tais resultados não indicam que as amostras de água analisadas não apresentam tais compostos, porém que apenas pela metodologia analítica utilizada e pelo limite de quantificação, não foram detectadas concentrações mensuráveis desses compostos. Porém, de qualquer maneira podemos inferir que o ambiente analisado dos Blocos BM-C-37 e 38, encontra-se não impactado por esses compostos até o momento de realização da presente campanha.

#### 5.2.6. HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (HPA)

Dentre os compostos aromáticos, os HPAs encontrados em amostras ambientais podem ser de origem biogênica, fontes naturais, ou antropogênica. Os de origem biogênica e outras fontes naturais incluem os processos de biossíntese e degradação, combustão natural de florestas (Elias *et al.*, 1999; Simoneit *et al.*, 1998) e exsudação natural de petróleo (Kennicutt II *et al.*, 1994; Elias *et al.*, 1998). As principais fontes antropogênicas estão relacionadas à deposição atmosférica (oriunda de queimadas intencionais ou combustão incompleta de combustíveis fósseis; Elias *et al.*, 2001; Simoneit *et al.*, 2001), derrames de óleo ou derivados, lançamento de dejetos de lastro de navio contaminados com óleo e derivados, efluentes industriais, esgoto urbano, escoamento de águas pluviais e efluentes ligados à exploração e produção de petróleo (NRC, 1985; Elias *et al.*, 1998).

Devido ao impacto ambiental e a toxicidade elevada, os compostos BTEX e HPAs são considerados parâmetros muito importantes em monitoramentos de atividades petrolíferas tanto onshore quanto offshore. Os fingerprints de distribuição de compostos BTEX e alquil-benzenos podem ser usados para identificação de diferentes tipos de óleo e compostos aromáticos têm se mostrado bastante úteis para análises de resíduos de óleo. A distribuição de HPAs alquilados vem sendo reportada em estudos como indicadores do destino do óleo no meio ambiente e como marcadores da fonte do derrame ou do óleo contido nos sedimentos (Wang & Fingas, 1997).

Não foram detectadas concentrações de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) nas amostras de água obtidas nos três estratos (subsuperfície, meio e fundo) da coluna d'água durante o monitoramento realizado dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos (Tabela 5.2.6-I), sendo o limite de detecção do método de quantificação utilizado de 0,15µg/L. Estes resultados corroboram os obtidos no projeto de baseline realizado anteriormente na mesma área (PIR2/Maersk, 2009), cujas amostras da coluna d'água também não apresentaram concentrações detectáveis de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.



TABELA 5.2.6-I

Concentração dos 16 hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) prioritários nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND-não detectado.

Água – hidrocarbonetos poliaromáticos – HPAs (µg/L)														
parâmetro	prof.	estação												base line*
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
naftaleno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
acenaftileno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
acenofteno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
fluoreno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
fenantreno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
antraceno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
fluoranteno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
pireno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
benzo(a)antraceno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
criseno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
benzo(a)fluoranteno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
benzo(k)fluoranteno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
benzo(a)pireno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND



Água – hidrocarbonetos poliaromáticos – HPAs (µg/L)														
parâmetro	prof.	estação												base line*
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
indeno(1,2,3-cd)pireno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
dibenzo(a,h)ant raceno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
benzo(g,h,i)peri leno	subsup.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: valores < 0,15µg/L de HPA

\* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)

O fato de não terem sido encontradas concentrações detectáveis de hidrocarbonetos totais (HTP) ou aromáticos (HPAs) nas amostras de água através dos esforços implementados para este projeto indica que o ambiente, pelo menos nas condições amostradas, não encontra-se impactado pelas atividades de perfuração realizadas na área. Contudo, isso não quer dizer que esses compostos não existam na área, mas apenas que pelo limite de detecção do método utilizado, assim como pelo esforço amostral empregado (três estações), esses compostos não foram detectados ao longo da coluna d'água.

### 5.2.7. FENÓIS E BTEX

Quando óleos são rejeitados em ambiente marinho, tanto na forma de derrames como de água produzida, os compostos constituintes se distribuem como gotas ou como fase solúvel na coluna de água. Uma diversidade de ácidos orgânicos de cadeia curta, fenóis, BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos), e compostos aromáticos com 2 ou 3 anéis benzênicos dissolvem-se completa ou parcialmente na água, enquanto compostos HPA (> 4 anéis benzênicos e tricíclicos alquilados) e alcanos >C10 permanecem, em sua maioria, na forma de gotas dispersas no meio aquoso (Melbye *et al.* apud Brakstad *et al.*, 2002).

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 o monitoramento desses analitos em amostras de águas marinhas, de classe 1, ou não.

Os BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos) não foram detectados nas amostras de água nos estratos analisados (subsuperfície, meio e fundo) da coluna d'água analisados durante a presente campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos Bm-C-37 e BM-C-38, sendo o limite de detecção do método de quantificação utilizado de 0,9µg/L (Tabela 5.2.7-I). Resultados semelhantes aos obtidos no projeto de baseline realizado anteriormente na área (PIR2/Maersk, 2009), onde as concentrações de BTEX também não foram detectadas nas amostras de água.

Os fenóis são compostos químicos tóxicos aos organismos aquáticos, mesmo quando presentes em níveis bastante baixos. Os compostos naturais estão relacionados a lignina dos vegetais. Sua presença em corpos d'água se deve principalmente aos despejos de origem industrial. Esses compostos são polares e muito solúveis em água.

Na presente campanha de monitoramento, não foram detectadas concentrações de fenóis nas amostras de água analisadas (Tabela 5.2.7-I). No entanto, na campanha de baseline realizada anteriormente na área esses compostos foram detectados em algumas das amostras de água obtidas nos três estratos (subsuperfície, meio e fundo) da coluna d'água no Bloco BM-C-37, na Bacia de Campos, sendo o limite de detecção do método de quantificação utilizado de 0,009µg/L. Durante o baseline as concentrações de fenóis variaram de não detectáveis a 0,142mg/L, sendo algumas dessas concentrações acima do limite determinado na resolução CONAMA N° 357 que é de 0,060mg/L ou 60µg/L (Tabela 5.2.7-I).

TABELA 5.2.7-I

Concentração de fenóis (mg/L) e BTEX (µg/L) nas amostras coletadas nas estações durante a campanha de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND- não detectado.

Água – fenóis e BTEX															
parâmetro	prof.	estação												baseline *	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Fenóis (µg/L)	subs.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND a 142
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND a 146
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND a 64
BTEX (µg/L)	benzeno	subs.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	subs.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND



Água – fenóis e BTEX														
parâmetro	prof.	estação												baseline *
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
tolueno	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
etilbenzeno	subs.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
m,p xileno	subs.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
o-xileno	subs.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	fundo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ND: valores <0,009mg/L de fenóis, valores <0,9µg/L de benzeno, tolueno, etilbenzeno, m,p-xileno, o-xileno														
fenóis totais – resolução CONAMA N° 357, águas salinas classe 1 - < 60µg/L (0,06mg/L)														
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)														

Os fenóis quando encontrados em ambientes naturais, estão relacionados a alguma atividade de origem antrópica. Como os fenóis são solúveis na água, as concentrações aqui encontradas somente no baseline podem ter sido originadas em áreas costeiras localizadas na altura dos blocos ou provenientes de outros campos onde existem atividades de E&P já em andamento e que se situam relativamente próximos aos blocos BM-C-37 e BM-C-38 ou ainda provenientes de despejos domésticos e/ou industriais realizados na costa que podem ter sido diluídos nas águas do mar e levadas pelas correntes e ventos para as regiões mais afastadas da costa.

A ausência desses compostos na atual campanha, reforça a hipótese de que as concentrações encontradas anteriormente na área tenham sido originadas por outros fatores, tais como os exemplificados acima e que atualmente a área contemplada pelos blocos encontra-se livre desses compostos.





## 5.2.8. SULFETOS

Na presente campanha realizada não foram detectadas concentrações de sulfetos nas amostras de água analisadas (Tabela 5.2.8-I). Porém, durante o baseline realizado anteriormente na área dos blocos, as concentrações de sulfetos variaram de 0,001 a 0,005mg/L (Tabela 5.2.8-I). Durante o baseline, na estação 8, nos estratos de meio e fundo as concentrações de sulfetos foram superiores ao limite máximo determinado na resolução CONAMA N°357 para águas salinas classe 1, que é de 0,002mg/L.

TABELA 5.2.8-I Concentração de sulfetos nas amostras coletadas na subsuperfície, no meio e próximo ao fundo na coluna d'água das estações de amostragem durante a campanha de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Água – sulfetos				
bloco	estação	sulfetos (mg/L)		
		subsuperfície	meio	fundo
BM-C-37	1	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
	3	ND	ND	ND
	4	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND
BM-C-38	6	ND	ND	ND
	7	ND	ND	ND
	8	ND	ND	ND
	9	ND	ND	ND
BM-C-37	10	ND	ND	ND
	11	ND	ND	ND
	12	ND	ND	ND
baseline *		ND a 0,001	ND a 0,003	ND a 0,005
ND – valores <0,0004mg/L limite de detecção alcançado				
sulfetos – resolução CONAMA N° 357, águas salinas classe 1 - <0,002mg/L				
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)				

Como o observado para os fenóis, os sulfetos geralmente possuem uma origem antrópica quando encontrado em tais concentrações. Desta forma, um monitoramento temporal se faz necessário para esclarecer a origem dessas concentrações no ambiente estudado. Como ainda não existem atividades desse cunho implementadas no blocos, sua origem deve ter sido externa e de cunho temporário, sendo que os resultados podem estar mostrando uma influência continental de atividades localizadas nas áreas mais costeiras ou provenientes de outras áreas onde já existem atividades de E&P e que situam na região da Bacia de Campos e mais próximas aos blocos estudados.



A ausência desses compostos na atual campanha, reforça a hipótese de que as concentrações encontradas anteriormente na área tenham sido originadas por outros fatores, tais como os exemplificados acima e que atualmente a área contemplada pelos blocos encontra-se livre desses compostos.

### 5.3. Sedimento

A seguir encontram-se os resultados obtidos através das amostras de sedimento obtidas durante a presente campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e 38 (Bacia de Campos), através dos diversos parâmetros analisados.

#### 5.3.1. GRANULOMETRIA E CARBONATOS

A análise granulométrica do sedimento revelou a predominância das frações mais arenosas em todas as estações, assim como também observado durante a campanha de baseline e de monitoramento dos poços carambola A e B (Tabela 5.3.1-I). A análise granulométrica mostrou que as amostras da maioria das estações foram consideradas pobremente ou muito pobremente selecionadas. Quanto aos demais parâmetros de classificação textural, as amostras coletadas foram classificadas como areia lamosa com cascalho na maioria das estações, leptocúrtica e aproximadamente simétrica (Tabelas 5.3.1-II e 5.3.1-III).

O percentual total das areias variou de 66,97% (estação 1) a 86,88% (estação 8) nas amostras coletadas nas estações de amostragem de sedimento, seguida pelo silte que representou entre 10,36% (estação 6) e 29,73% (estação 1) da fração total do sedimento. Cascalho e argila foram menos representativos na fração do sedimento, variando entre não detectado (várias estações) e 6,62% (estação 6) e entre 0,12% (estação 6) e 3,30% (estação 1), respectivamente (Figura 5.3.1-1).

Comparando a composição granulométrica do sedimento amostrado nas estações durante a presente campanha, com os resultados obtidos durante os monitoramentos realizados anteriormente na área dos Blocos BM-C-37 e 38, podemos perceber que as frações arenosas foram as mais expressivas em ambas as campanhas, sendo que não houve grande variação entre a granulometria analisada na área.

Os resultados também demonstraram que não pôde ser observada nenhuma variação espacial expressiva na granulometria das estações situadas nos blocos analisados, indicando uma composição granulométrica mais homogênea na área correspondente a malha amostral utilizada.



TABELA 5.3.1-I

Composição granulométrica (1/2) das amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Granulometria (1/2)								
estação	cascalho (%)	areia muito grossa (%)	areia grossa (%)	areia média (%)	areia fina (%)	areia muito fina (%)	silte (%)	argila (%)
1	ND	ND	0,54	3,46	22,13	40,84	29,73	3,30
2	5,07	19,32	12,98	15,59	17,18	16,30	12,47	1,08
3	ND	2,90	6,80	12,50	27,07	28,14	20,70	1,89
4	ND	1,46	7,08	13,05	27,19	28,74	20,70	1,77
5	6,52	16,14	13,79	17,75	18,48	15,66	11,49	0,16
6	6,62	15,86	9,47	15,79	22,31	19,47	10,36	0,12
7	6,49	8,07	14,69	22,84	20,74	16,02	10,86	0,28
8	1,98	8,47	9,53	20,65	27,78	20,44	10,78	0,37
9	1,05	6,78	21,22	28,33	17,10	12,90	12,41	0,21
10	0,00	0,80	4,53	6,97	25,39	38,34	23,65	0,31
11	5,01	11,03	2,75	9,88	26,49	29,26	15,32	0,26
12	ND	10,22	15,37	13,00	19,04	20,48	20,62	1,27
baseline *	ND a 5,22	0,17 a 15,21	0,17 a 17,72	0,34 a 33,52	1,18 a 18,20	6,02 a 44,84	12,35 a 39,76	2,80 a 17,94

\* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)

TABELA 5.3.1-II

Composição granulométrica (2/2) das amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Granulometria (2/2)						
estação	mediana (ø)	média (ø)	selecionamento (ø)	assimetria (ø)	curtose (ø)	curtose norm.(ø)
1	3,578	3,719	1,429	0,297	1,426	0,588
2	1,810	1,739	2,081	0,052	0,843	0,458
3	3,026	3,042	1,711	0,069	1,410	0,585
4	3,042	3,066	1,658	0,087	1,378	0,579
5	1,763	1,688	1,973	-0,010	0,856	0,461
6	2,101	1,800	1,952	-0,159	0,836	0,455
7	1,908	1,898	1,848	-0,005	1,060	0,515
8	2,337	2,225	1,668	-0,069	1,140	0,533
9	1,740	1,951	1,679	0,207	1,022	0,505
10	3,317	3,324	1,308	-0,001	1,327	0,570
11	2,805	2,259	1,945	-0,313	1,259	0,557
12	2,599	2,512	2,067	0,007	0,960	0,490



TABELA 5.3.1-III Classificação textural das amostras de sedimento coletadas nas estações de amostragem durante a campanha de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Classificação Textural					
estação	média	class. textural de Folk	selecionamento	curtose	assimetria
1	Areia muito fina	Areia Lamosa	Pobremente selecionado	Leptocúrtica	Assimetria positiva
2	Areia média	Areia lamosa com cascalho	Muito pobremente selecionado	Platicúrtica	Aproximadamente Simétrica
3	Areia muito fina	Areia Lamosa	Pobremente selecionado	Leptocúrtica	Aproximadamente Simétrica
4	Areia muito fina	Areia Lamosa	Pobremente selecionado	Leptocúrtica	Aproximadamente Simétrica
5	Areia média	Areia lamosa com cascalho	Pobremente selecionado	Platicúrtica	Aproximadamente Simétrica
6	Areia média	Areia lamosa com cascalho	Pobremente selecionado	Platicúrtica	Assimetria negativa
7	Areia média	Areia lamosa com cascalho	Pobremente selecionado	Mesocúrtica	Aproximadamente Simétrica
8	Areia fina	Areia lamosa com cascalho esparço	Pobremente selecionado	Leptocúrtica	Aproximadamente Simétrica
9	Areia média	Areia lamosa com cascalho esparço	Pobremente selecionado	Mesocúrtica	Assimetria positiva
10	Areia muito fina	Areia Lamosa	Pobremente selecionado	Leptocúrtica	Aproximadamente Simétrica
11	Areia fina	Areia lamosa com cascalho esparço	Pobremente selecionado	Leptocúrtica	Assimetria muito negativa
12	Areia fina	Areia Lamosa	Muito pobremente selecionado	Mesocúrtica	Aproximadamente Simétrica

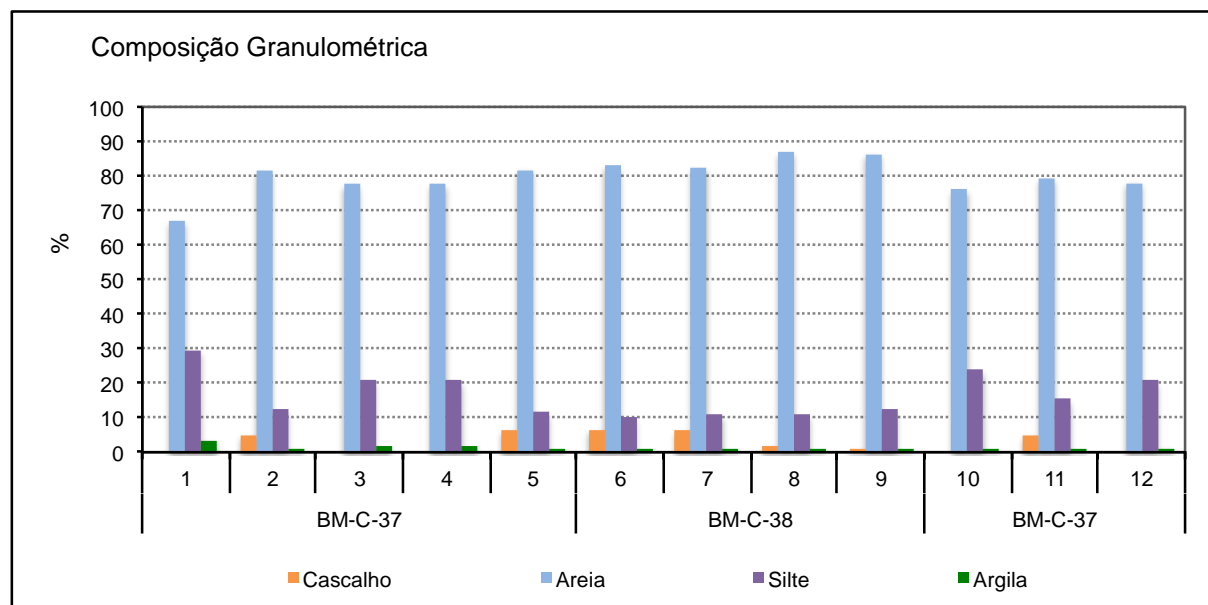


FIGURA 5.3.1-1 Composição granulométrica das amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Os carbonatos apresentaram uma representatividade média expressiva (49,3%) no sedimento das amostras analisadas (Tabela 5.3.1-II). As concentrações de carbonatos nas amostras de sedimento variaram de 26,8% na estação 1 a 78,5% na estação 9, sendo similares às concentrações



encontradas durante o baseline (PIR2/Maersk, 2009). A distribuição espacial das frações sedimentares exemplifica uma variação sedimentar encontrada entre as estações amostradas, provavelmente relacionadas ao posicionamento e profundidade das estações (Figura 5.3.1-2).

TABELA 5.3.1-II Composição carbonática (%) das amostras de sedimento coletadas nas estações durante o projeto de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Sedimento – carbonatos	
estação	carbonatos (%)
1	26,8
2	61,3
3	48,0
4	38,8
5	60,3
6	50,3
7	61,8
8	56,2
9	78,5
10	29,9
11	36,5
12	43,6
baseline *	9,83 a 62,41

\* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)

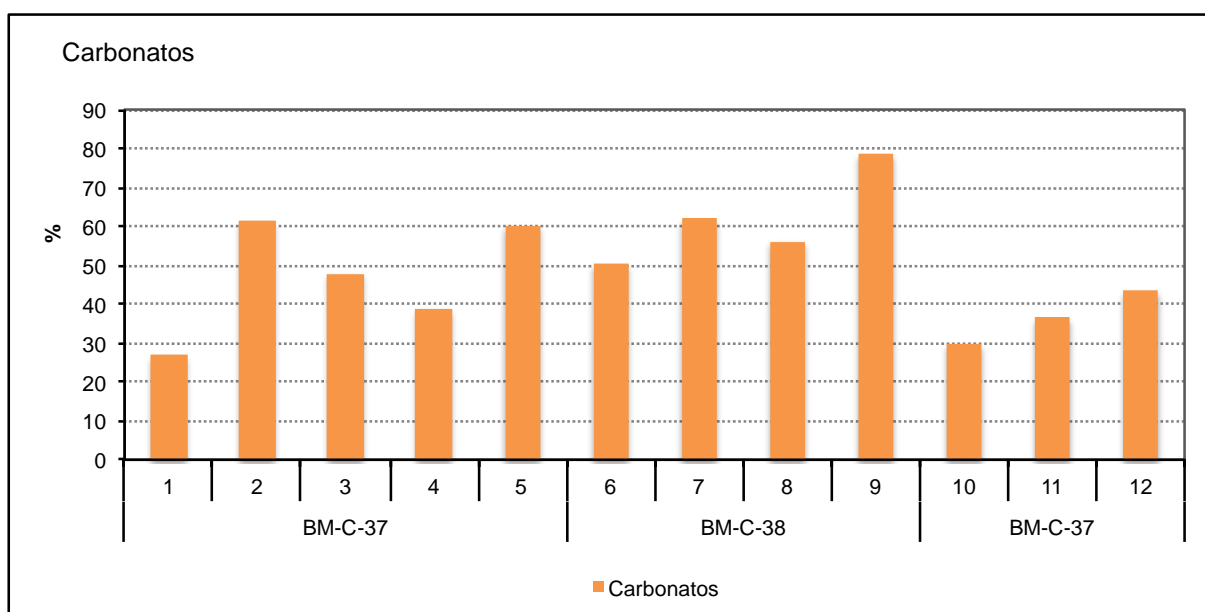


FIGURA 5.3.1-2 Composição carbonática das amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de caracterização ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.



As concentrações de carbonatos encontrados na região que abrange os blocos estão em consonância com as feições fisiográficas que formam a região. A margem continental sudeste pode ser dividida em duas regiões fisiográficas: de Itabapoana (ES) até Cabo Frio (RJ) e de Cabo Frio (RJ) a São Sebastião (SP). Na primeira, a plataforma é caracterizada por uma topografia relativamente monótona e suave até 100m de profundidade, acompanhando os contornos da linha de costa que sofrem influência do delta do Rio Paraíba do Sul. Já, de Cabo Frio a São Sebastião a plataforma é mais profunda, chegando até 200m de profundidade, com linhas batimétricas paralelas ao litoral adjacente (Alves & Ponzi, 1984).

Na primeira região fisiográfica que se entende de Itabapoana até Cabo Frio, ocorre uma predominância de areias com baixo teor carbonático. Destaca-se também na plataforma externa, uma larga faixa de concentração de biodetritos carbonáticos ao norte de Cabo Frio, compostos por nódulos, cascalhos e areias, resultantes de algas calcárias nodulares e ramificantes, associadas a moluscos e briozoários (Alves & Ponzi, *op. cit.*). Kempf (1972) ressalta que os fundos de algas calcárias elaborados pelas Rhodophyceae calcificadas, são típicos da região nordeste brasileira, recobrendo a maior parte da plataforma continental até a região do Cabo de São Tomé, com as mesmas características. Porém, ao sul de Cabo Frio perdem a importância e aparecem apenas em manchas esparsas.

### 5.3.2. NITROGÊNIO E FÓSFORO TOTAL

As concentrações de nitrogênio total nas amostras de sedimento analisadas variaram entre 0,094% (estação 2) e 0,160% (estação 1) (Tabela 5.3.2-I e Figura 5.3.2-1). As concentrações de fósforo total variaram entre 0,031% (estação 10) e 0,054% (estação 12).

TABELA 5.3.2-I Nitrogênio (%) e fósforo total (%) nas amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. NA-não analisado.

Sedimento – nitrogênio e fósforo		
estação	nitrogênio kjeldahl total (%)	fósforo total (%)
1	0,160	0,034
2	0,094	0,069
3	0,150	0,045
4	0,140	0,047
5	0,114	0,065
6	0,112	0,049
7	0,097	0,078
8	0,114	0,061



Sedimento – nitrogênio e fósforo		
estação	nitrogênio kjeldahl total (%)	fósforo total (%)
9	0,101	0,074
10	0,118	0,031
11	0,129	0,039
12	0,141	0,054
baseline *	0,120 a 0,230	0,056 a 0,085
Carambola A e B **	NA	NA
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)		
nitrogênio Kjeldahl – resolução CONAMA N°344, material a ser dragado - <4800mg/kg (0,48%)		
fósforo total – resolução CONAMA N°344, material a ser dragado - <2000mg/kg (0,2%)		

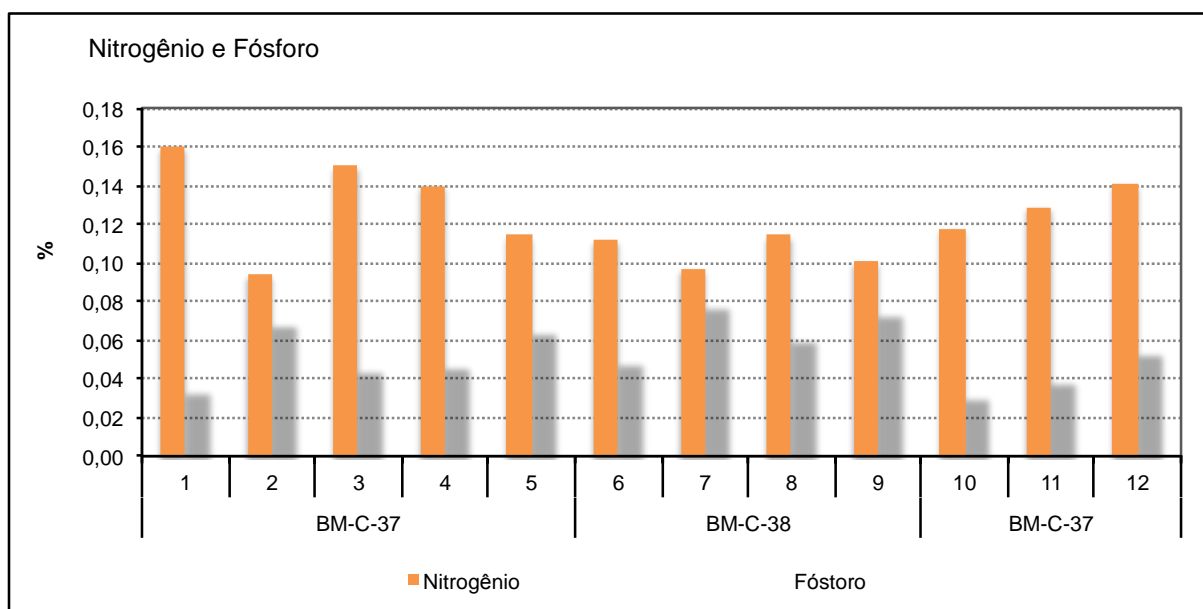


FIGURA 5.3.2-1

Nitrogênio e fósforo total das amostras de sedimento coletadas nas estações de amostragem durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Todas as concentrações de fósforo total obtidas na presente campanha de foram similares às encontradas durante os projetos de baseline realizado anteriormente na área (PIR2/Maersk, 2009). Em relação à concentração de nitrogênio total, o mesmo padrão foi encontrado, com concentrações similares às encontradas durante o projeto de caracterização ambiental (baseline). Precisa-se ainda levar em consideração, que tanto os resultados de nitrogênio quanto os de fósforo total obtidos durante o monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, encontram-se não somente abaixo do limite máximo estabelecido na CONAMA N°344 para níveis de classificação de material a ser dragado, de 4800mg/kg (0,48%) para nitrogênio Kjeldahl total e de 2000mg/kg (0,2%) para fósforo total, como estão em consonância com as concentrações encontradas no projeto de caracterização





ambiental realizado anteriormente na área, devendo corresponder a valores usuais de background da área.

### 5.3.3. MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL (MOT) E CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT)

A matéria orgânica presente no sedimento é composta por uma mistura de diferentes classes de materiais com 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.

Os percentuais de matéria orgânica total (MOT) e de carbono orgânico total (COT) encontrados variaram de 3,32% (estação 1) a 6,44% (estação 9) para matéria orgânica total e de 2,05% (estação 1) a 3,64% (estação 9) para carbono orgânico total, conforme apresentado na Tabela 5.3.3-I e na Figura 5.3.3-1.

TABELA 5.3.3-I Matéria orgânica total (MOT) e carbono orgânico total (COT) das amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. NA-não analisado.

Sedimento – MOT e COT		
estação	matéria orgânica total (%)	carbono orgânico total (%)
1	3,32	2,05
2	4,64	2,49
3	4,59	2,56
4	5,35	3,10
5	5,51	3,31
6	5,53	3,27
7	4,97	2,96
8	4,37	2,73
9	6,44	3,64
10	4,85	2,78
11	4,06	2,58
12	5,73	3,20
baseline *	5,38 a 10,40	3,68 a 7,33
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)		
COT – resolução CONAMA N° 344, material a ser dragado – 10%		

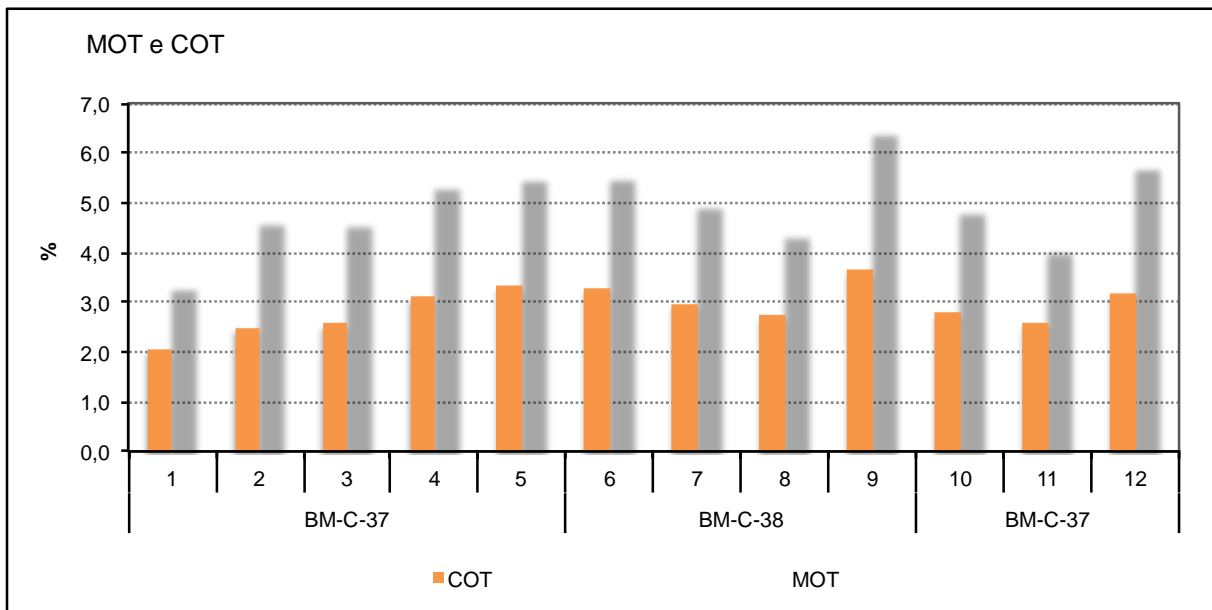


FIGURA 5.3.3-1 Matéria orgânica total (MOT) e carbono orgânico total (COT) nas amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Tanto os percentuais de MOT quanto de COT foram similares ou inferiores aos obtidos no projeto de caracterização ambiental (baseline) anteriormente realizado na área (PIR2/Maersk, 2009). Já que não existe nenhum limite estabelecido para COT pela legislação, utilizamos a CONAMA N°344 como referência para indicar a qualidade do sedimento, sendo assim, todos os percentuais de COT estiveram abaixo do limite estabelecido na CONAMA N°344 para níveis de classificação de material a ser dragado (10% para COT).

Apesar de algumas diferenças espaciais e temporais, não pôde ser observado nenhum padrão de distribuição das concentrações encontradas das frações orgânicas analisadas durante o presente monitoramento, indicando que as concentrações encontradas devem ser provavelmente usuais ao sedimento, considerando os locais e períodos das coletas realizadas e devem fazer parte do background natural da área.



#### 5.3.4. SULFETOS

Quando plantas e animais morrem, os seus restos são decompostos por bactérias e outros microrganismos que requerem enxofre. Resíduos orgânicos normalmente contêm mais enxofre do que o demandado por estes microrganismos e o enxofre é liberado no meio ambiente como sulfeto. Na presença de oxigênio molecular, o sulfeto é rapidamente oxidado para sulfato. Por outro lado, na ausência de oxigênio molecular, o sulfato é reduzido a sulfeto. O sulfeto de hidrogênio produzido no sedimento normalmente não entra na coluna de água se existir uma camada aeróbica na superfície entre o sedimento e a água, uma vez que o sulfeto nesta camada seria oxidado. A ausência de uma camada aeróbica na superfície entre o sedimento e a água favorece a entrada do sulfeto na coluna de água, onde é oxidado para sulfato. No entanto, se o sulfeto entrar na coluna de água mais rápido do que pode ser oxidado, isto pode resultar numa concentração residual e possivelmente tóxica de sulfeto.

A informação sobre os sulfetos volatilizáveis por acidificação (SVA) tem sido considerada elemento crucial para uma melhor compreensão do impacto ambiental associado à presença de metais em sedimentos. Uma previsão mais realista da toxicidade destas espécies leva em consideração a avaliação através da expressão  $S[MSE - SVA]$ , onde MSE representa a soma das concentrações dos metais extraídos simultaneamente aos sulfetos volatilizáveis por acidificação

Di Toro *et al.* (1992), mudaram a visão de partição de metais em sedimentos ao notarem que o agente controlador de metais nos sedimentos eram chamados Sulfetos Voláteis em Ácido (SVA). Os SVA correspondem à fase sólida dos sulfetos que são solúveis por ácido clorídrico a frio e consistem primariamente de monossulfetos de ferro (FeS) e manganês, que são encontrados em sedimentos marinhos e de água doce. Assim alguns autores começaram a observar que quando maior era a disponibilidade de sítios de sulfeto para o armadilhamento dos metais, menos era 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, menos toxicidade no sedimento.

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 Kps mais elevados a substituir o ferro nos complexos de sulfeto. No caso do modelo  $S[MSE - SVA]$ , os metais que são considerados para substituir o ferro são o Zn, Cd, Cu, Pb e Ni. 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).

Neste estudo não foram detectados valores para sulfetos na maioria das estações analisadas durante o presente monitoramento (Tabela 5.3.4-I). Contudo, na estação 9 foi encontrada uma concentração de 15,04mg/kg, sendo que campanha de baseline foram encontradas concentrações de sulfetos em todas as estações analisadas com um máximo de 166,27mg/kg.

TABELA 5.3.4-I Concentrações de sulfetos (mg/kg) encontradas nas amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND-não detectado.

Sedimento – sulfetos	
estação	sulfetos (mg/kg)
1	ND
2	ND
3	ND
4	ND
5	ND
6	ND
7	ND
8	ND
9	15,04
10	ND
11	ND
12	ND
baseline *	20,38 a 166,27
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)	

Os resultados mostraram uma grande variação nas concentrações de sulfetos encontradas nas estações entre as campanhas realizadas na área, porém nenhum padrão espacial claro, pôde ser observado. Tal fato, parece indicar que essas concentrações devem fazer parte do background natural desta região, associadas as características pontuais (e.g. tipo de sedimento predominante, interações biogeoquímicas, taxas de oxi-redução, e de decomposição da matéria orgânica entre outras) dos locais onde foram coletadas as amostras.



### 5.3.5. 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 após a presente campanha de monitoramento realizada dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, o cádmio e o mercúrio não foram detectados em nenhuma das estações (Tabela 5.3.5-I).

As concentrações dos metais totais quantificados estão apresentados graficamente nas figuras 5.3.5-1 a 5.3.5-4. As concentrações de ferro, alumínio e manganês observadas nas amostras de sedimento apresentaram valores máximos de 12.949,8mg/kg de ferro e de 5.809,5mg/kg de alumínio na estação 5 e de 138,3mg/kg de manganês na estação 2 (Figura 5.3.5-1). Espacialmente não pode ser distinguido nenhum padrão quanto à concentração de ferro, alumínio ou manganês observados nas diferentes estações considerando aos seus posicionamentos nos blocos. O mesmo pôde ser observado nos resultados da campanha de baseline. O ferro, alumínio e manganês são geralmente encontrados em grandes concentrações no sedimento, e isto, não surpreende uma vez que estão associados a vários tipos de sedimento. A variação na concentração de ferro e manganês observada na presente campanha pode ser considerada normal ao meio estudado, tendo sido observada também concentrações similares na campanha de baseline (Tabela 5.3.5-I).

TABELA 5.3.5-I Concentrações de metais totais (mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND-não detectado.

metais totais (mg/kg)												
estação	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn
1	4.621,8	15,0	ND	15,5	2,09	8.602,4	ND	86,3	4,97	4,53	12,8	18,4
2	3.840,3	22,2	ND	16,9	1,61	10.882,8	ND	138,3	3,70	5,01	23,2	15,1
3	5.037,6	19,7	ND	15,2	2,12	8.717,1	ND	61,4	4,51	4,07	14,6	16,8
4	5.158,5	41,2	ND	15,9	2,35	9.565,4	ND	76,1	5,09	4,38	15,0	18,6
5	5.809,7	47,3	ND	20,3	2,67	12.949,8	ND	110,6	5,36	5,71	28,4	20,2
6	5.722,8	40,7	ND	18,0	2,19	10.824,1	ND	93,6	4,80	4,57	20,1	18,6
7	2.499,6	20,5	ND	12,0	0,91	8.593,0	ND	82,5	2,78	3,55	22,1	11,1



Monitoramento Ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e  
BM-C38, Bacia de Campos (junho de 2012)



metais totais (mg/kg)												
estação	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn
8	4.485,5	29,7	ND	14,5	1,67	9.064,6	ND	83,8	3,88	3,87	19,4	15,3
9	2.872,3	26,3	ND	12,2	1,06	7.838,1	ND	136,0	2,58	4,22	20,6	10,6
10	5.403,5	23,7	ND	12,8	2,06	7.467,5	ND	72,6	4,32	3,46	12,7	15,6
11	4.736,1	17,1	ND	14,1	2,07	7.887,9	ND	68,2	4,32	3,82	13,3	17,2
12	5.387,4	24,8	ND	16,4	2,60	9.963,8	ND	130,5	5,30	4,74	16,9	20,1
baseline *	4.439 a 15.841	14,5 a 34,2	ND	17,5 a 27,3	ND a 4,4	13.027 a 21.036	ND	95,4 a 170,2	4,2 a 9,2	ND a 3,5	17,9 a 30,9	14,8 a 40,4
nível 1 <sup>#</sup>	-	-	1,2	81	34	-	0,15	-	20,9	46,7	-	150
nível 2 <sup>#</sup>	-	-	9,6	370	270	-	0,71	-	51,6	218	-	410
TEL <sup>+</sup>	-	-	0,676	52,3	18,7	-	0,13	-	15,9	30,24	-	124,0
PEL <sup>+</sup>	-	-	4,21	160,4	108,2	-	0,696	-	42,8	112,2	-	271,0
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)												
TEL/nível 1 = concentração abaixo da qual não devem ser observados efeitos na biota												
PEL/nível 2 = concentração acima da qual podem ser observados efeitos sobre a biota												
# Resolução CONAMA 344/2004 para sedimentos de origem salina-salobra												
+ segundo NOAA (1999) e/ou segundo NOAA (1999) e Canadian Guidelines (2003)												
*** deve-se considerar a biota utilizada nos testes para definição dos limites												

Comparando as concentrações de metais totais encontradas durante a presente campanha com os resultados obtidos no projeto baseline realizado anteriormente na área (PIR2/Maersk, 2009), pode-se perceber que as concentrações dos metais níquel (concentração máxima de 5,36mg/kg), cromo (concentração máxima de 20,3mg/kg), vanádio (concentração máxima de 28,4mg/kg) e zinco (concentração máxima de 20,2mg/kg) pode-se perceber que foram similares e/ou equivalentes (Figuras 5.3.5-2 e 5.3.5-3). Ademais, nenhuma das concentrações desses metais observadas ultrapassaram os limites aceitáveis estipulados pelas agências internacionais para o sedimento (Tabela 5.3.5-I).

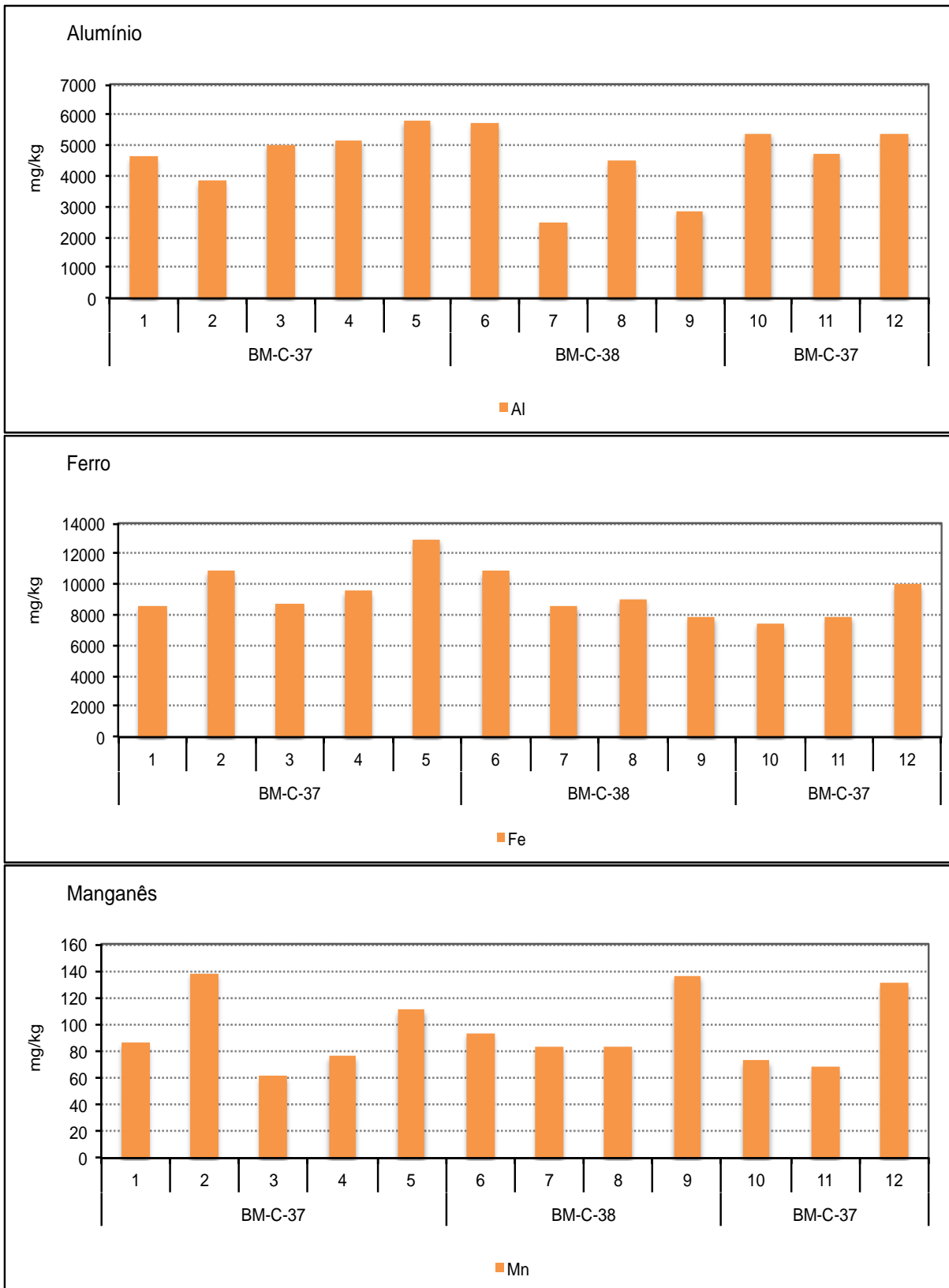


FIGURA 5.3.5-1 Distribuição dos teores de alumínio (mg/kg), ferro (mg/kg) e manganês (mg/kg) totais nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

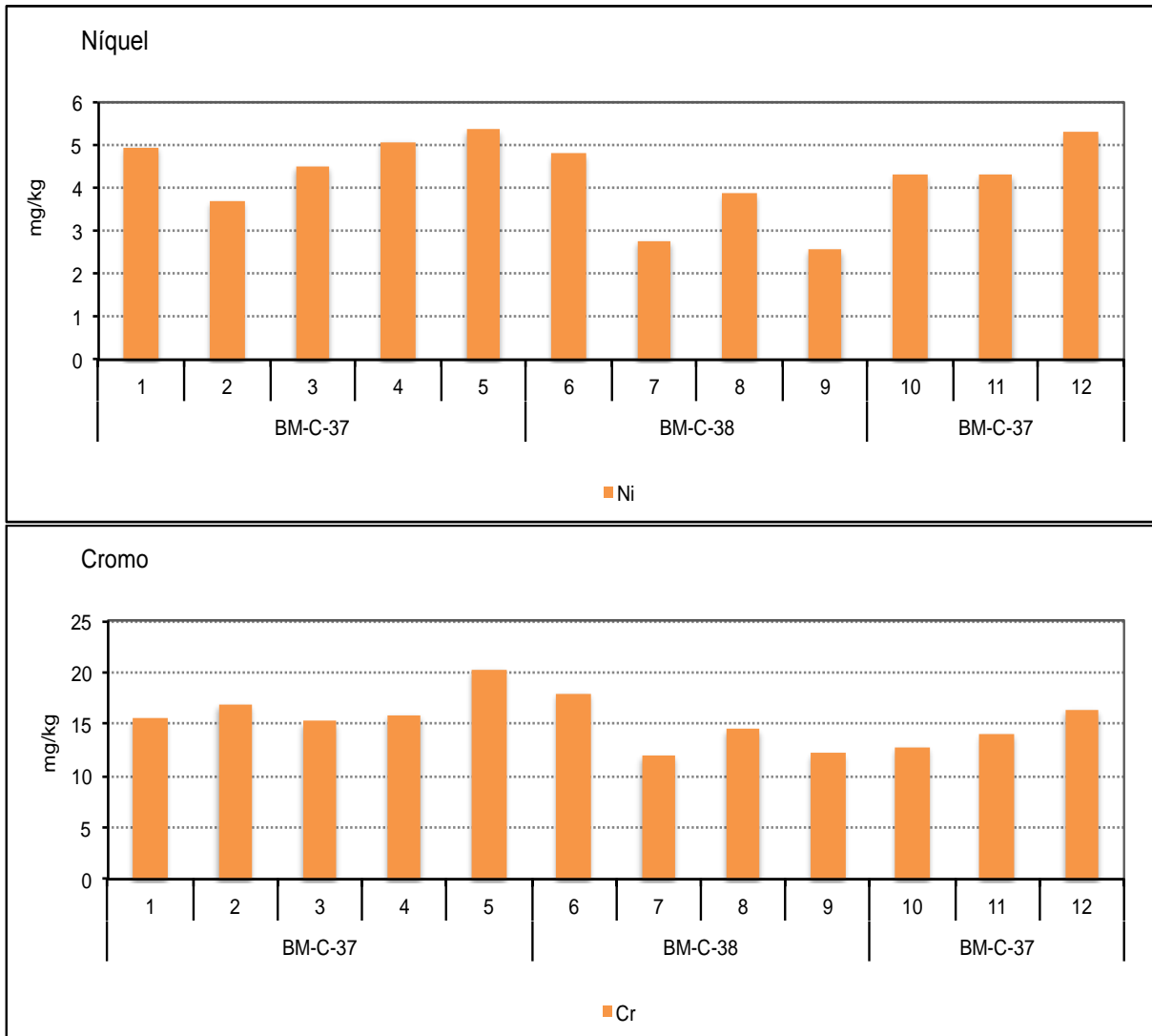


FIGURA 5.3.5-2

Distribuição dos teores de níquel (mg/kg) e cromo (mg/kg) totais nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

O cobre por sua vez, foi detectado nas amostras de sedimento com uma concentração máxima de 2,67mg/kg na estação 5, concentrações essas similares às encontradas durante a campanha de baseline (Figura 5.3.5-3).



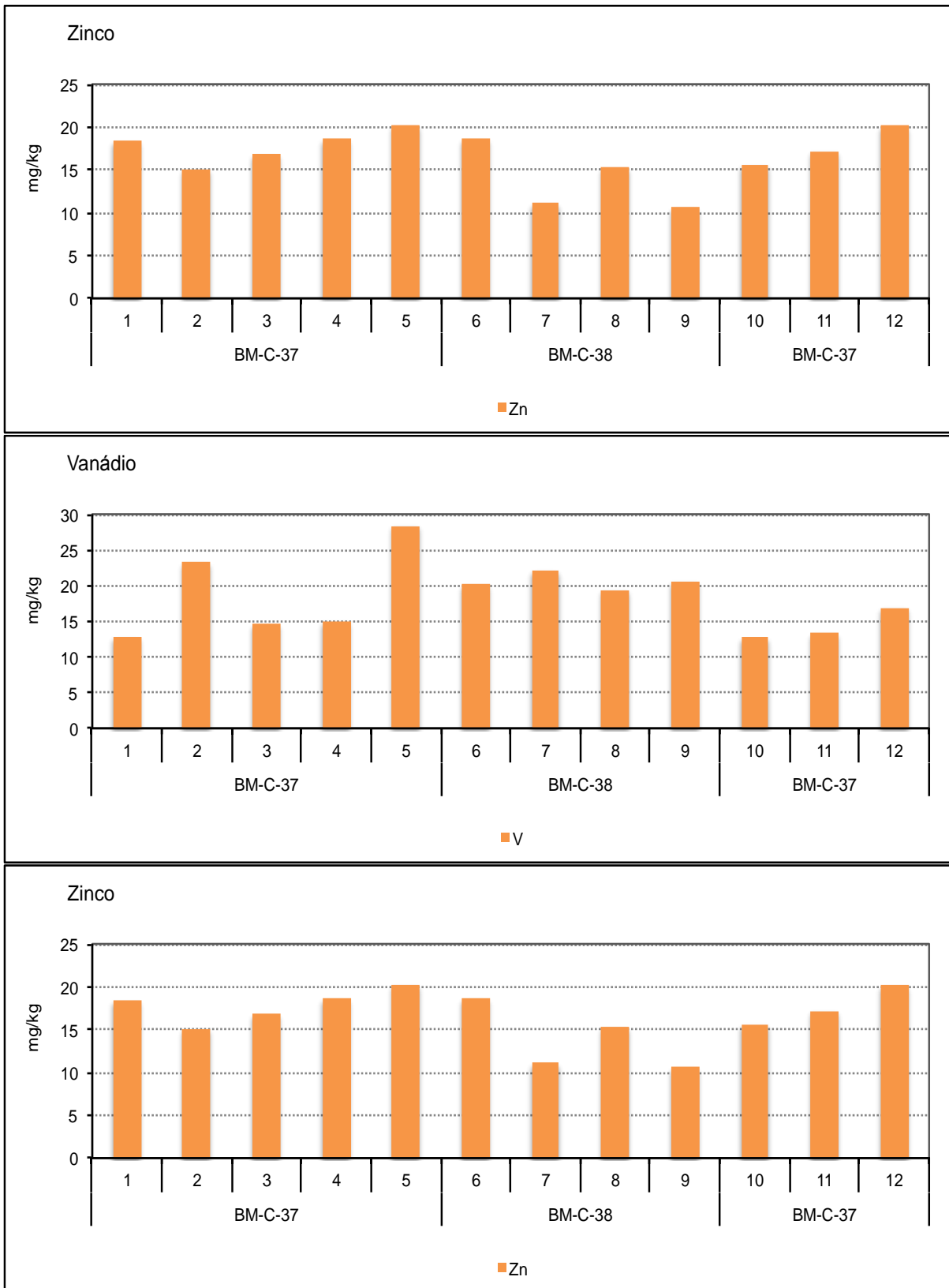


FIGURA 5.3.5-3 Distribuição dos teores de zinco (mg/kg), cobre (mg/kg) e vanádio (mg/kg) totais nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.



O metal bário apresentou concentrações levemente superiores às relatadas anteriormente na área correspondente aos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, com uma concentração máxima de 47,30mg/kg na estação 5, sendo no baseline que a concentração máxima encontrada foi de 34,2mg/kg. O chumbo apresentou concentrações variando de 3,46mg/kg na estação 10 a 5,71mg/kg na estação 5, sendo equivalentes às encontradas durante a campanha de baseline realizada anteriormente na mesma área dos blocos (Figura 5.3.5-4). Apesar de algumas variações espaciais observadas, que provavelmente devem ser originadas pelas características sedimentares pontuais de cada estação, não pôde ser observado nenhuma concentração anômala ou fora da normalidade para a região.

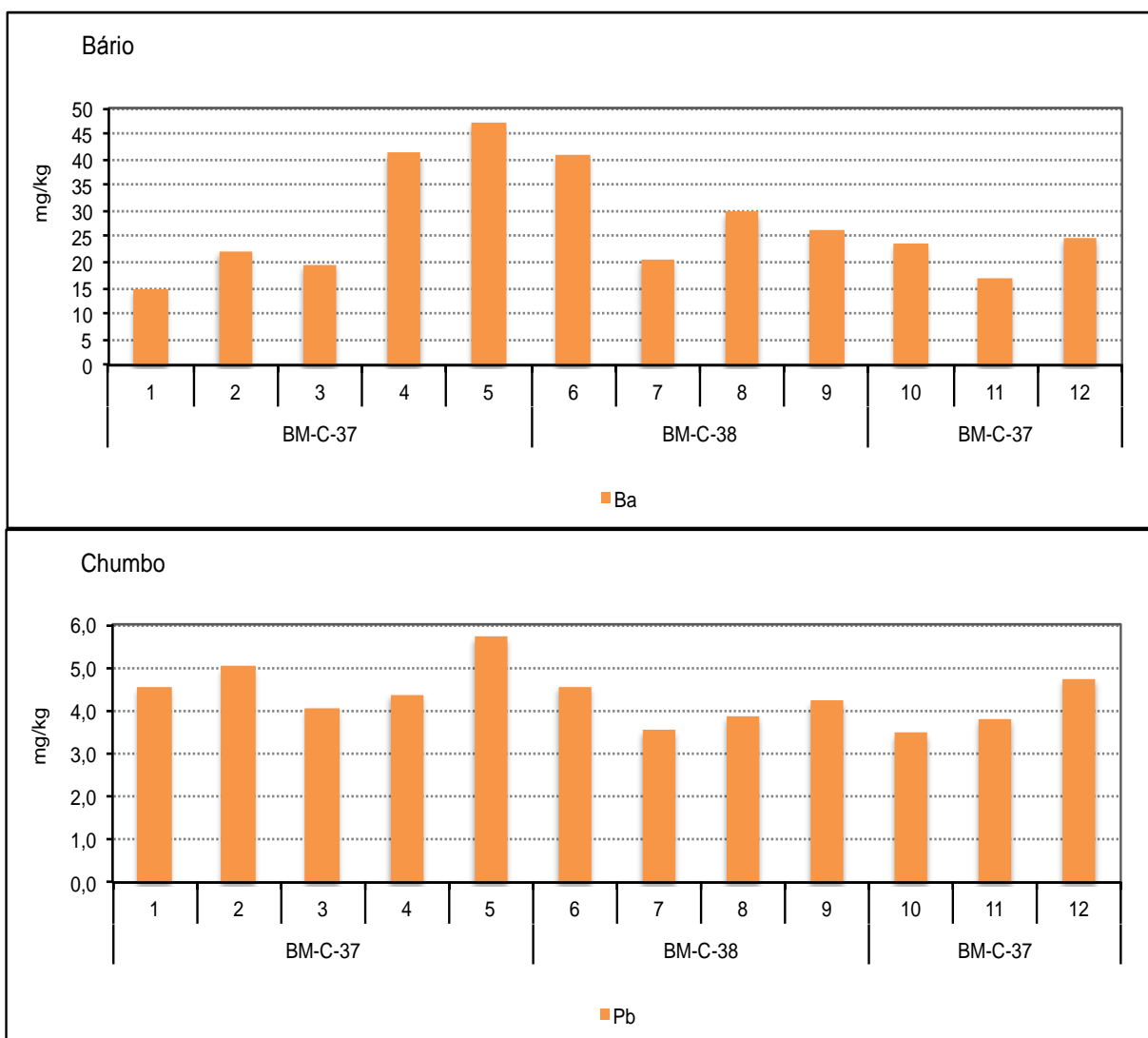


FIGURA 5.3.5-4

Distribuição dos teores de bário (mg/kg) e chumbo (mg/kg) totais nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.



A falta de uma correlação espacial das concentrações encontradas de todos os metais em função da posição das estações não aponta para uma elevação significativa dos metais em função das campanhas realizadas, como pode ser observado como exemplo para as concentrações de bário encontradas entre as campanhas (Figura 5.3.5-5). Comparando-se também as concentrações encontradas de bário com estudos da literatura fica evidente que as concentrações encontradas até o momento são usuais para a região e o tipo de sedimento analisado e devem fazer parte do background regional.

Reforçando essa hipótese, 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 (limite acima do qual podem ser observados efeitos na biota) para o sedimento marinho pela NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration; NOAA, 1999) ou ainda aos níveis 1 (limite abaixo do qual não devem ser observados efeitos na biota) e 2 (limite acima do qual devem ser observados efeitos na biota) estipulados pela resolução CONAMA 344 de 2004, para sedimentos de origem salobra-salina, que dispõe sobre procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado, única resolução brasileira que estabelece concentrações limite de alguns poluentes em sedimento.

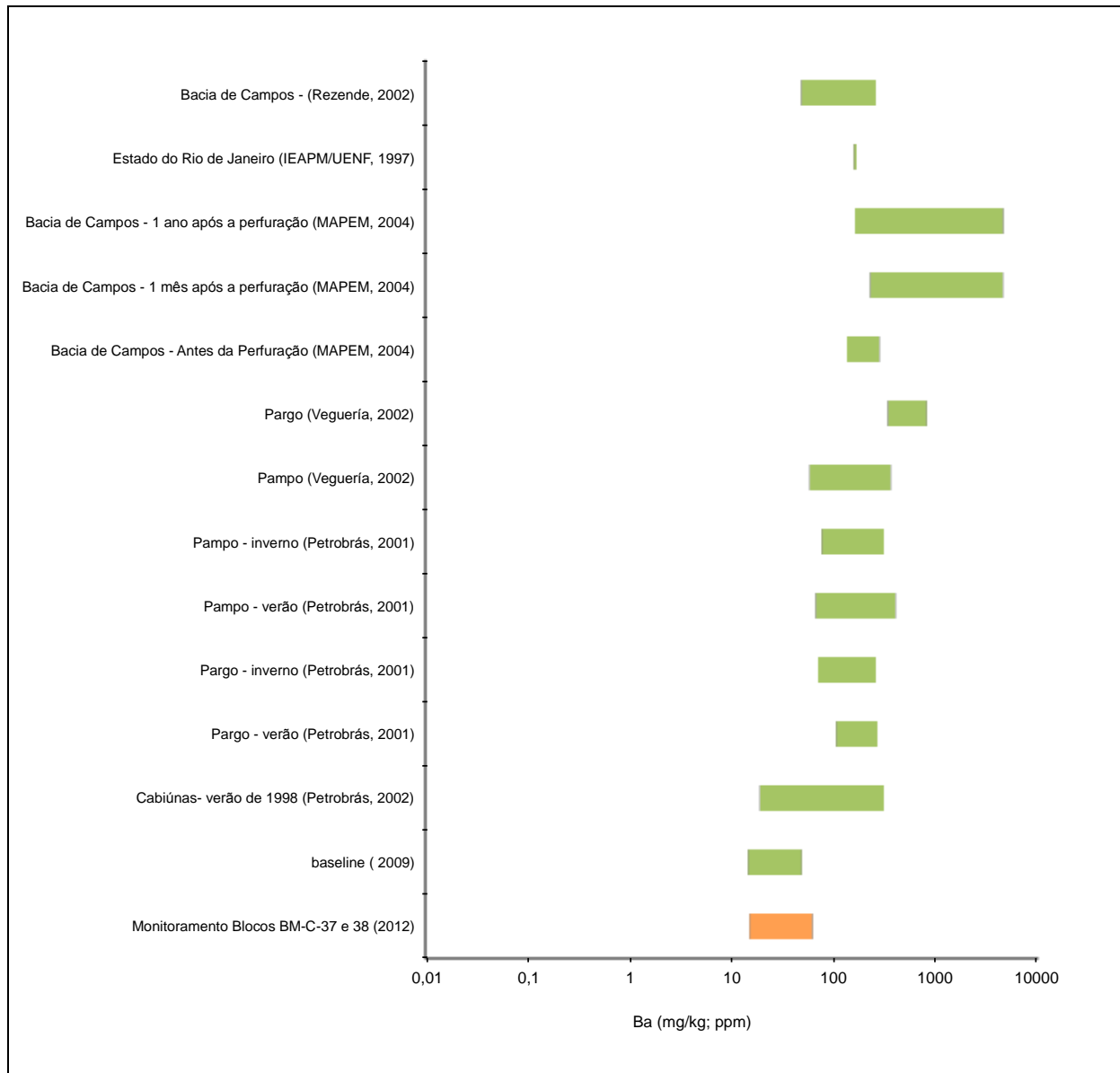


FIGURA 5.3.5-5 Comparação dos teores de bário (ppm=mg/kg), em peso seco, das amostras de sedimento coletadas no presente estudo e no de caracterização ambiental (baseline) dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos, com informações obtidas na literatura.

Como os metais possuem um comportamento diferente no sedimento, associando-se ao mesmo e se depositando pela sua própria composição não é esperado que os metais se degradem rapidamente ao longo do tempo. Porém, como explicado acima tendem a ficar imobilizados no sedimento e se não houver alguma ação que promova a sua liberação, tendem a ficar indisponível a biota.

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 oxidação-redução presentes nos 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, apenas bário e manganês foram encontrados em todas as estações analisadas (Tabela 5.3.5-II). As concentrações de bário biodisponível variaram entre 1,19mg/kg (estação 7) e 2,59mg/kg (estação 12) e as concentrações de manganês biodisponível variaram entre 33,3mg/kg (estação 8) e 100,0mg/kg (estação 12) (Figura 5.3.5-6). Os metais cádmio, mercúrio e cobre não foram detectados biodisponibilizados nas amostras de sedimento analisadas durante a presente campanha (Tabela 5.3.5.-II)

TABELA 5.3.5-II Concentração de metais biodisponíveis (mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos. ND-não detectado.

metais biodisponíveis (mg/kg)												
estação	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn
1	623,20	2,06	ND	2,96	ND	1.508,8	ND	58,6	1,73	3,73	3,83	6,02
2	7,63	1,45	ND	ND	ND	10,3	ND	60,3	ND	ND	ND	ND
3	22,60	1,51	ND	ND	ND	448,2	ND	37,4	ND	ND	ND	ND
4	12,90	1,66	ND	ND	ND	346,5	ND	48,5	ND	ND	ND	ND
5	8,59	1,54	ND	ND	ND	20,3	ND	48,2	ND	ND	ND	ND
6	7,55	1,51	ND	ND	ND	ND	ND	46,4	ND	ND	ND	ND
7	ND	1,19	ND	ND	ND	ND	ND	38,4	ND	ND	ND	ND
8	ND	1,36	ND	ND	ND	ND	ND	33,3	ND	ND	ND	ND
9	4,91	1,40	ND	ND	ND	ND	ND	48,4	ND	ND	ND	ND
10	467,50	2,53	ND	2,12	ND	1.078,4	ND	64,3	1,54	3,11	2,99	4,49
11	486,10	2,17	ND	2,35	ND	1.202,1	ND	56,5	1,44	3,06	2,95	4,49
12	521,70	2,59	ND	2,24	ND	832,1	ND	100,0	2	3,68	3,46	4,72
baseline *	4.439 a 15.841	14,5 a 34,2	ND	17,5 a 27,3	ND a 4,4	13.027 a 21.036	ND	95,4 a 170,2	4,2 a 9,2	ND a 3,5	17,9 a 30,9	14,8 a 40,4
nível 1 <sup>#</sup>	-	-	1,2	81	34	-	0,15	-	20,9	46,7	-	150



metais biodisponíveis (mg/kg)												
estação	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn
nível 2 <sup>#</sup>	-	-	9,6	370	270	-	0,71	-	51,6	218	-	410
TEL <sup>+</sup>	-	-	0,676	52,3	18,7	-	0,13	-	15,9	30,24	-	124,0
PEL <sup>+</sup>	-	-	4,21	160,4	108,2	-	0,696	-	42,8	112,2	-	271,0

\* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)

TEL/nível 1 = concentração abaixo da qual não devem ser observados efeitos na biota

PEL/nível 2 = concentração acima da qual podem ser observados efeitos sobre a biota

# Resolução CONAMA 344/2004 para sedimentos de origem salina-salobra

+ segundo NOAA (1999) e/ou segundo NOAA (1999) e Canadian Guidelines (2003)

\*\*\* deve-se considerar a biota utilizada nos testes para definição dos limites

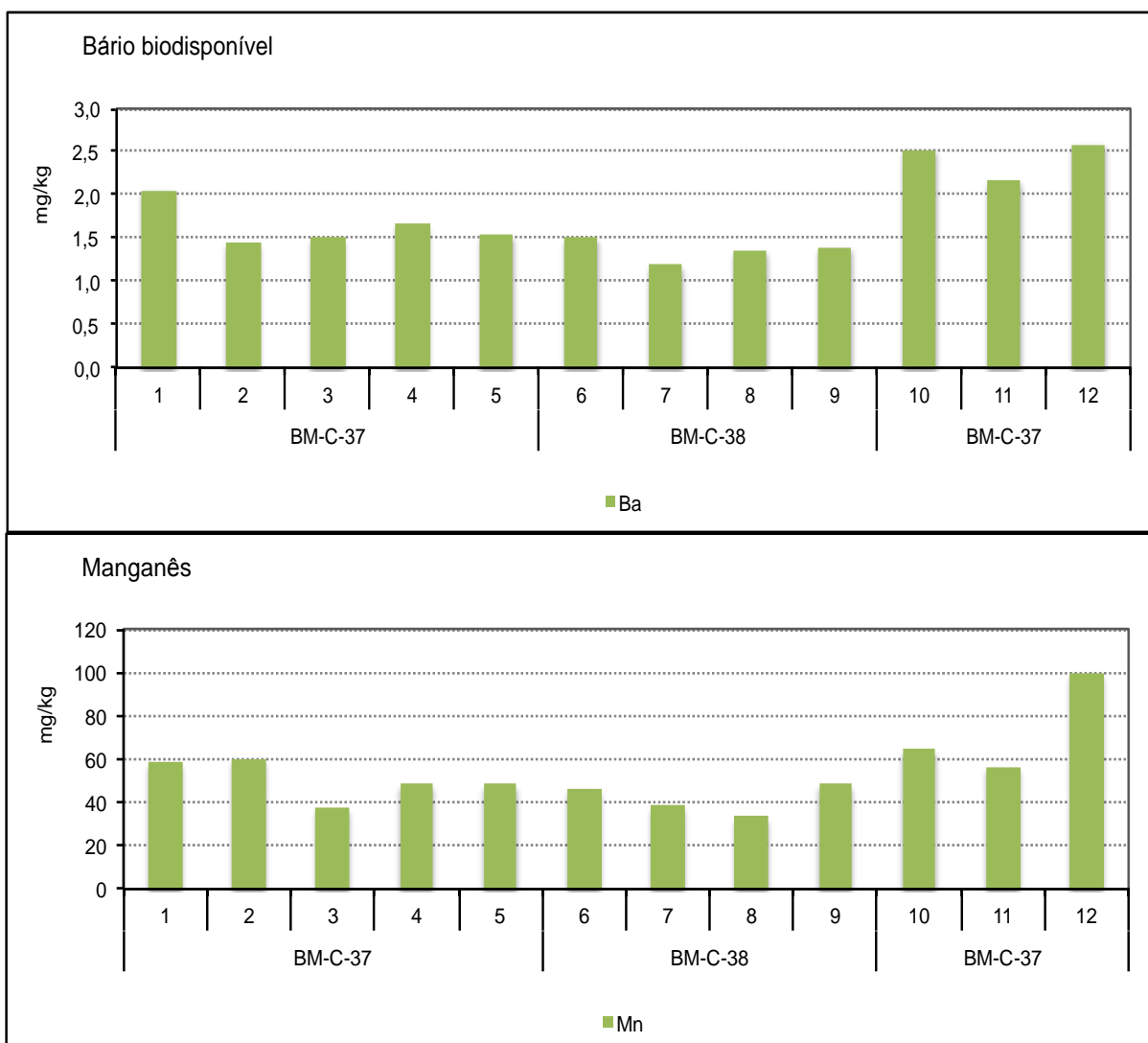


FIGURA 5.3.5-6

Distribuição dos teores de bário (mg/kg) e manganês (mg/kg) biodisponíveis nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.



As concentrações biodisponíveis dos outros metais como alumínio, ferro cromo, níquel, vanádio e zinco mostraram uma variação espacial clara, sendo detectados principalmente nas estações situadas no Bloco BM-C-37. A concentração máxima de alumínio foi de 623,2mg/kg e de ferro foi de 1.508,8mg/kg, ambos na estação 1 (Figura 5.3.5-7).

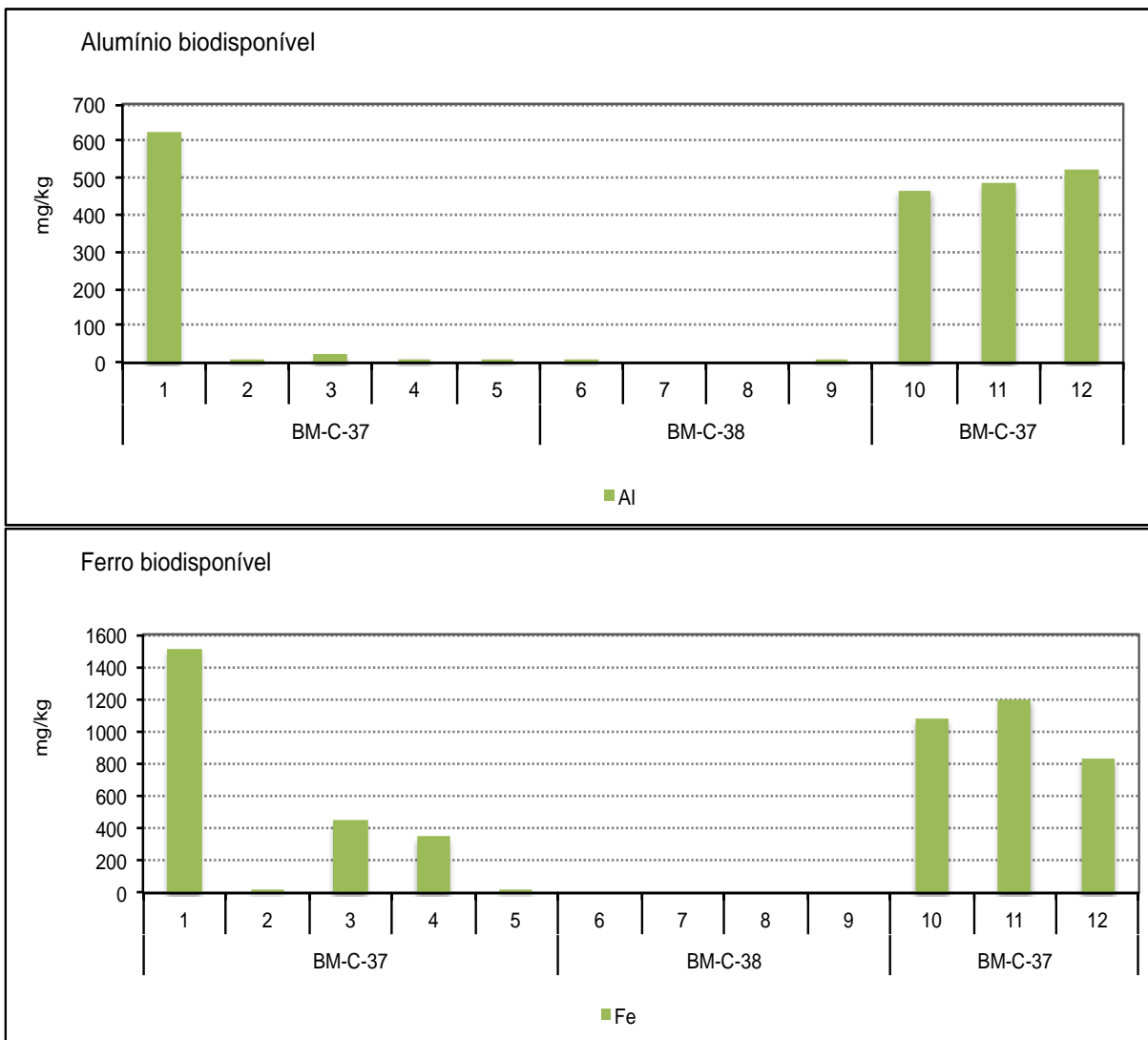


FIGURA 5.3.5-7 Distribuição dos teores de alumínio (mg/kg) e ferro (mg/kg) biodisponíveis nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

As concentrações máximas de zinco, vanádio e cromo foram encontradas na estação 1, sendo de 6,02mg/kg, 3,83mg/kg e 2,96mg/kg, respectivamente (Figura 5.3.5-8).

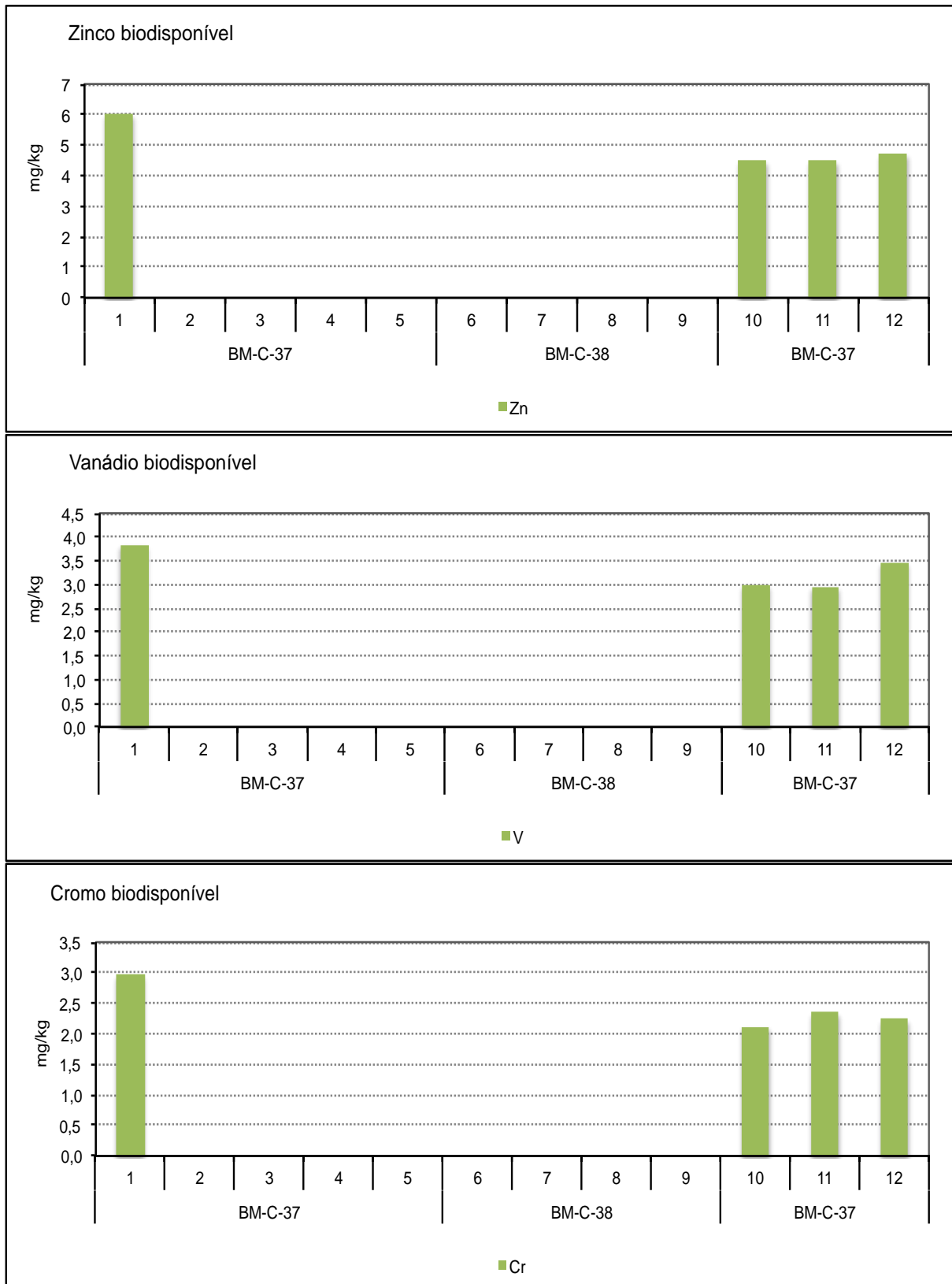


FIGURA 5.3.5-8

Distribuição dos teores de zinco (mg/kg), vanádio (mg/kg) e cromo (mg/kg) biodisponíveis nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.





Por fim, níquel e chumbo apresentaram concentrações biodisponíveis máximas de 2,0mg/kg (estação 12) e 3,73mg/kg na estação 1, respectivamente (Figura 5.3.5-9).

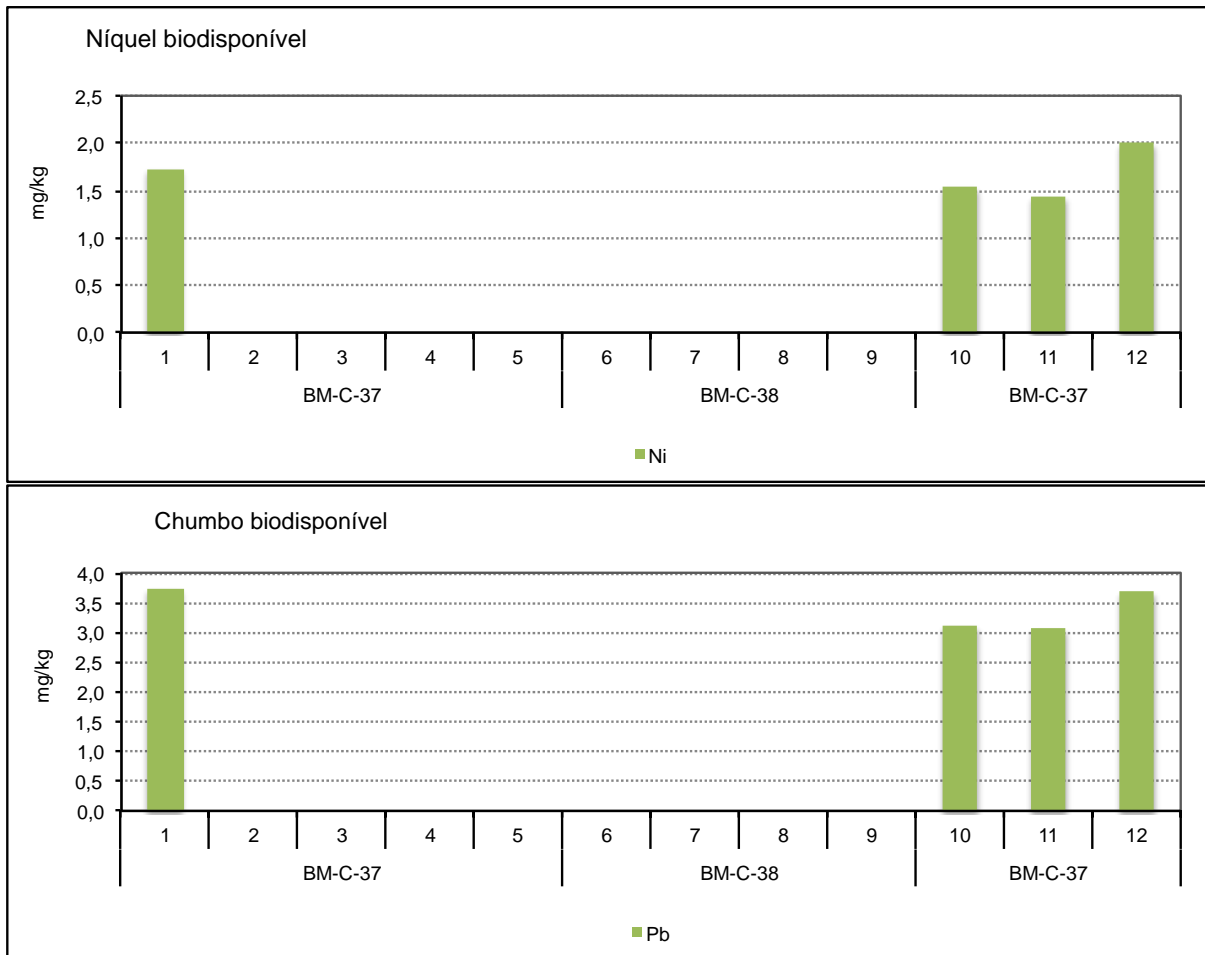


FIGURA 5.3.5-9 Distribuição dos teores de níquel (mg/kg) e chumbo (mg/kg) biodisponíveis nas amostras de sedimento coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos.

Essa diferença espacial observada somente nas frações biodisponíveis dos metais analisados nas amostras de sedimento, deve estar relacionada às características sedimentares pontuais de cada estação. Apesar de não ter sido observada variações granulométricas expressivas entre as estações amostradas durante o presente monitoramento (item 5.3.1), como comentado acima em parágrafos anteriores, essa biodisponibilidade é resultante de vários fatores que interagem de maneira complexa no sedimento e, dessa maneira, variações na biodisponibilidade podem ocorrer mesmo em sedimentos com granulometria parecidas.



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). 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 no presente 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); Vaguería (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...).

### 5.3.6. HIDROCARBONETOS TOTAIS (HTP)

Em geral, os trabalhos publicados reportam apenas os teores de n-alcanos nos sedimentos (p. ex., Nishigima *et al.*, 2001, Petrobras 2001 e 2002). Ou seja, medem apenas uma fração do total de hidrocarbonetos medida através da quantificação dos n-alcanos, 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-alcanos) ou aromáticos. Portanto, estudos de avaliação ambiental, que utilizam exclusivamente os teores de n-alcanos 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, o que diminui o potencial de utilização desse parâmetro como ferramenta de estudos de monitoramento e de impacto ambiental.

A avaliação do teor de hidrocarbonetos em sedimentos marinhos deve ser realizada 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-alcanos, HRP, MCNR e HTP).



No projeto de baseline realizado anteriormente na mesma área, nenhuma das estações apresentou concentrações detectáveis de n-alcanos, HRP, MCNR ou HTP totais (PIR2/Maersk, 2009). Nas amostras de sedimento coletadas no presente projeto de monitoramento ambiental dos mesmos blocos também não foram detectadas concentrações detectáveis de HRP (hidrocarbonetos resolvidos), MCNR (mistura complexa não resolvida) e hidrocarbonetos totais (HTP) (Tabela 5.3.6-I).

TABELA 5.3.6-I Concentração de n-alcanos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), de mistura complexa não resolvida (MCNR;  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), hidrocarbonetos resolvidos (HRP;  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) e hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP;  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) nas amostras de sedimento coletadas nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C37 e BM-C-38, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Sedimento –hidrocarbonetos totais (HTP)				
estação	n-alcanos	HRP	MCNR	HTP
1	ND	ND	ND	ND
2	ND	ND	ND	ND
3	ND	ND	ND	ND
4	ND	ND	ND	ND
5	ND	ND	ND	ND
6	ND	ND	ND	ND
7	ND	ND	ND	ND
8	ND	ND	ND	ND
9	ND	ND	ND	ND
10	ND	ND	ND	ND
11	ND	ND	ND	ND
12	ND	ND	ND	ND
baseline *	ND	ND	ND	ND

\* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)

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. Os de origem planctônica são constituídos principalmente de n-C15, n-C17, n-C19 e pristano, enquanto os de origem de plantas terrestres apresentam predominantemente n-C25, n-C27, n-C29 e n-C31. Já 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). A avaliação da extensão do efeito da biodegradação dos hidrocarbonetos é um dos usos mais importantes da análise cromatográfica de n-alcanos, pois eles são os primeiros compostos a ser afetados pela atividade microbiana (Nishimura & Baker, 1986). Os hidrocarbonetos presentes naturalmente na água e nos sedimentos, produtos de biossíntese a partir de várias formas de vida, como também os hidrocarbonetos fósseis ou petrogênicos, são sujeitos a transformações físicas, químicas e biológicas, algumas das quais afetam a estrutura dos compostos mais lábeis. No



ambiente marinho a avaliação das modificações sofridas pelos n-alcanos permite avaliar, por exemplo, o grau de intemperização de hidrocarbonetos.

Não existem limites estabelecidos pelas agências internacionais para os índices de HTP, n-alcanos ou MCNR, mas, segundo Volkman *et al.* (1992), concentrações de HTP inferiores a 10.000µg/kg (ppb) são consideradas oriundas de sedimentos não poluídos, e aqueles sedimentos cujas concentrações de HTP são superiores a 500.000µg/kg (ppb) são considerados contaminados (Volkman *et al.*, 1992 apud MAPEM, 2004). A UCM é considerada um dos indicadores mais evidentes da contaminação por petróleo nas amostras de água ou sedimento (Readman *et al.*, 2002; Volkman *et al.*, 1992), sendo que sua presença normalmente está associada a resíduos de petróleo degradados ou intemperizados (Farrington & Tripp, 1977; Bouloubassi & Saliot, 1993).

Tais resultados, obtidos com apenas algumas estações analisadas, parecem indicar que não existem qualquer tipo de contribuição das frações dos hidrocarbonetos totais no ambiente dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38. Contudo, isso não quer dizer que não existam essas frações no ambiente em questão, mas que pelo número de estações e pelo limite analítico utilizado, tais frações não foram detectadas durante a presente campanha, nas amostras de sedimento analisadas.

### 5.3.7. HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (HPAS)

Os teores de HPAs, que refletem o somatório dos 16 compostos aromáticos prioritários da lista da EPA, não foram detectados nenhuma das amostras de sedimento analisadas na campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38. No projeto de caracterização ambiental (baseline) realizado anteriormente na área também não foram encontrados componentes dos HPAs (Tabela 5.3.7-I).

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 utilizado 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.



A resolução CONAMA 344 de 2004 que versa sobre a avaliação do material a ser dragado e dá outras providências é a única legislação brasileira que estabelece os limites para alguns compostos dos HPAs em sedimentos marinhos. Como pode ser observado na tabela 5.3.7-I, como não foram detectadas nenhuma das frações analisadas de HPAs nas amostras de sedimento analisadas, as mesmas estiveram portanto abaixo dos limites estabelecidos pela referida resolução.

TABELA 5.3.7-I Concentração dos 16 hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) prioritários ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) nas amostras de sedimento obtidas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA)																
estação	Naft aleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Fluoranteno	Pireno	Criseno	Benzo(a) antraceno	Benzo(b) fluoranteno	Benzo(k) fluoranteno	Benzo(a)pireno	Benzo(ghi)perileno	Indeno (123-cd)pireno	Dibenzo(a,h) antraceno
1	ND	ND	ND	ND	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	ND	ND	ND	ND
3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	ND	ND	ND	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	ND	ND	ND
6	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
8	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
10	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
12	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
nível 1 <sup>#</sup>	160	16	44	19	240	85,3	600	665	108	74,8	-	-	88,8	-	-	6,22
nível 2 <sup>#</sup>	2100	500	640	540	1500	1100	5100	2600	846	693	-	-	763	-	-	135
TEL <sup>+</sup>	34,57	6,71	5,87	21,17	86,68	46,85	112,8	152,66	107,8	74,8	-	-	88,81	-	-	6,22
PEL <sup>+</sup>	390,64	88,9	127,87	144,35	543,53	245	1493,5	1397,6	845,9	692,5	-	-	763,22	-	-	134,6
* campanha de baseline dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38 (PIR2/Maersk 2009)																
TEL/nível 1 = concentração abaixo da qual não devem ser observados efeitos na biota ***																
PEL/nível 2 = concentração acima da qual podem ser observados efeitos sobre a biota ***																
# Resolução CONAMA 344/2004 para sedimentos de origem salina-salobra																
+ segundo NOAA (1999) e/ou Canadian Guidelines (2003)																
*** deve-se considerar a biota utilizada nos testes para definição dos limites																

O fato de não terem sido encontradas concentrações detectáveis de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) ou de suas frações nas amostras de sedimento através dos esforços implementados para



este projeto indica que o ambiente, pelo menos nas condições amostradas, não encontra-se impactado por esses compostos antes de iniciadas as atividades de E&P na área. Contudo, isso não quer dizer que esses compostos não existam na área, mas apenas que pelo limite de detecção do método analítico utilizado, assim como pelo esforço amostral empregado (uma réplica por estação), esses compostos não foram detectados e mantiveram-se abaixo dos limites de detecção analíticos utilizados.

## 5.4. Comunidades Biológicas

### 5.4.1. 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.

No Brasil, ao sul da Bacia de Campos, a região de Cabo Frio se destaca por sua complexa hidrodinâmica. A dinâmica dos eventos de subsidência e ressurgência nessa região é consequência de mudanças sucessivas no campo de ventos (Carbonel & Valentin, 2003). As massas de água, encontradas na região são: a Água Costeira (AC) e Água Tropical (AT) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS), essa última caracterizada por baixas temperaturas e altas concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos (Valentin *et al.*, 1987; Aidar *et al.*, 1991; Carbonel & Valentin, 2003).

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 frequentemente 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).

A biomassa fitoplanctônica, expressa como concentração de clorofila-*a*, variou em média entre 0,044µg/L no fundo e 0,217µg/L a meia água (Tabela 5.4.1-I). Quanto à distribuição entre as estações de amostragem, as maiores biomassas foram detectadas nas estações 04 e 05 a meia água, ambas



situadas no bloco BM-C-37 (Tabela 5.4.1-I e Figura 5.4.1-1). Entre as amostras de superfície, a maior concentração foi observada na estação 05, e também nas estações 08 e 09, no bloco BM-C-38. Em média as estações do bloco BM-C-37 a meia água apresentaram maiores valores de clorofila-a que as correspondentes do bloco BM-C-38 (0,241 frente a 0,168µg/L), enquanto que na superfície e fundo as maiores concentrações médias foram detectadas no Bloco BM-C-38.

TABELA 5.4.1-I Concentrações de clorofila a (µg/L), observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Clorofila a (µg/L)				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-37	1	0,120	0,240	0,070
	2	0,130	0,210	0,020
	3	0,020	0,220	0,040
	4	0,100	0,260	0,020
	5	0,280	0,390	0,020
	10	0,140	0,240	0,070
	11	0,130	0,170	0,050
	12	0,110	0,200	0,040
BM-C-38	6	0,110	0,210	0,040
	7	0,100	0,150	0,110
	8	0,210	0,180	0,020
	9	0,200	0,130	0,030
média		0,138	0,217	0,044
mínimo		0,020	0,130	0,020
máximo		0,280	0,390	0,110

As clorofilas b e c mostraram em média maiores concentrações nas águas mais superficiais, como pode ser observado nas tabelas 5.4.1-II e 5.4.1-III.

TABELA 5.4.1-II Concentrações de clorofila b (µg/L), observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Clorofila b (µg/L)				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-37	1	ND	0,070	ND
	2	0,110	ND	ND
	3	ND	0,130	ND
	4	0,120	0,140	ND
	5	0,170	0,100	ND
	10	ND	0,110	ND
	11	0,050	0,050	ND
	12	0,090	0,100	ND



Monitoramento Ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e  
BM-C38, Bacia de Campos (junho de 2012)



Clorofila <i>b</i> (µg/L)				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-38	6	0,260	0,040	0,020
	7	0,050	0,060	ND
	8	0,100	0,070	ND
	9	0,020	0,050	ND
média		0,108	0,084	ND
mínimo		0,020	0,040	ND
máximo		0,260	0,140	ND

TABELA 5.4.1-III

Concentrações de clorofila *c* (µg/L), observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Clorofila <i>c</i> (µg/L)				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-37	1	ND	0,030	ND
	2	0.200	ND	ND
	3	ND	0,020	ND
	4	0.070	0,180	ND
	5	0.080	0,060	ND
	10	ND	0,070	ND
	11	0,030	0,060	ND
	12	0,070	0,040	ND
BM-C-38	6	0,300	0,040	0.030
	7	0,020	0,050	ND
	8	0,030	0,010	ND
	9	0,020	0,030	ND
média		0,091	0,054	ND
mínimo		0,020	0,010	ND
máximo		0,300	0,180	ND



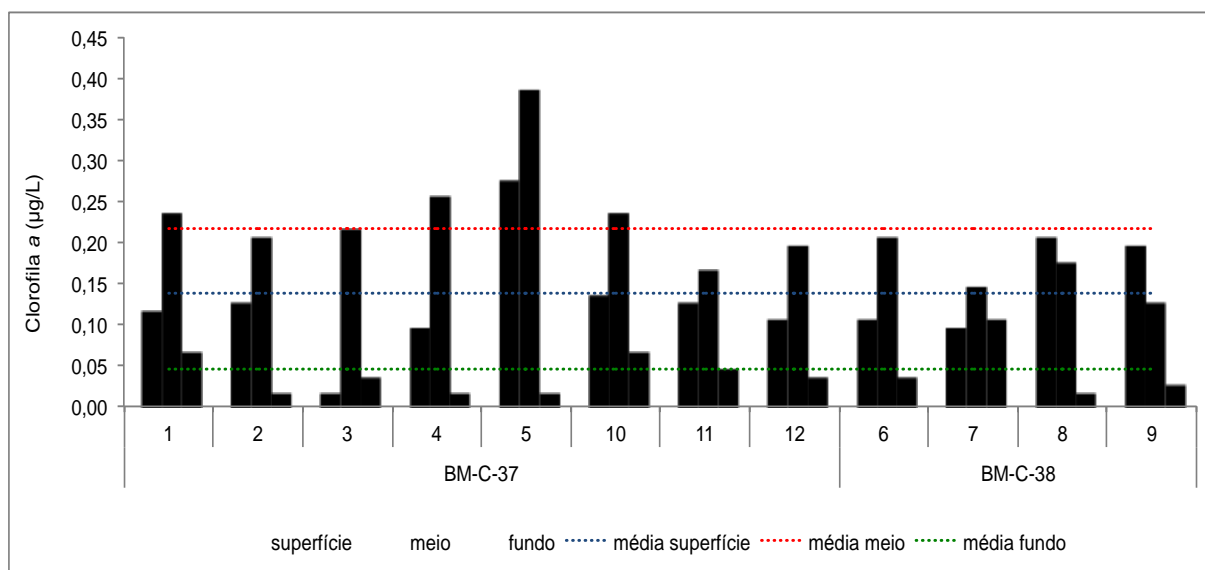


FIGURA 5.4.1-1 Concentrações de clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

As concentrações médias de feofitina foram maiores na superfície e menores junto ao fundo. As maiores concentrações desse pigmento foram encontradas na superfície e a meia água, na estação 3, no bloco BM-C-37 (Tabela 5.4.1-IV e Figura 5.4.1-2). As maiores concentrações de carotenóides foram observadas na superfície nas estações 6 e 7, notadamente no bloco BM-C-37 (Tabela 5.4.1-V).

TABELA 5.4.1-IV Concentrações de feofitina ( $\mu\text{g/L}$ ), observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Feofitina ( $\mu\text{g/L}$ )				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-37	1	0.010	0.030	0.020
	2	0.020	0.030	0.004
	3	0.130	0.040	0.010
	4	0.010	0.020	0.004
	5	0.020	0.010	0.010
	10	0.020	0.020	0.010
	12	0.001	0.020	0.020
BM-C-38	6	0.010	0.030	0.010
	7	0.010	0.020	ND
	8	0.020	0.010	0.010
	9	0.010	0.010	0.004
média		0.023	0.022	0.010
mínimo		0.001	0.010	0.004
máximo		0.130	0.040	0.020



TABELA 5.4.1-V

Concentrações de carotenóides ( $\mu\text{g/L}$ ), observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Feoftina ( $\mu\text{g/L}$ )				
bloco	estação	superfície	meio	fundo
BM-C-37	1	0.040	0.150	ND
	2	0.170	0.080	0.010
	3	ND	0.240	ND
	4	0.170	0.040	0.050
	5	0.240	0.220	0.050
	10	0.080	0.170	ND
	11	0.210	0.130	ND
BM-C-38	12	ND	0.160	ND
	6	0.300	0.120	0.070
	7	0.380	ND	0.010
	8	0.030	0.040	ND
	9	0.080	0.080	ND
	média	0.170	0.130	0.038
	mínimo	0.030	0.040	0.010
	máximo	0.380	0.240	0.070

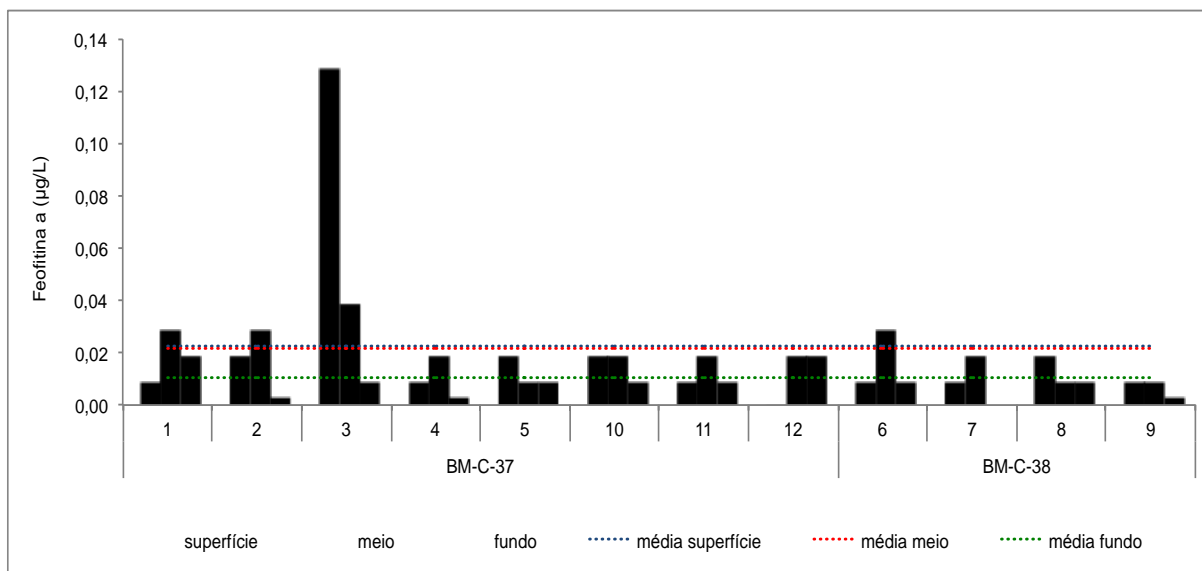


FIGURA 5.4.1-2

Concentrações de feoftina ( $\mu\text{g/L}$ ) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, no meio e próximo ao fundo nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

A densidade celular do fitoplâncton foi em média maior em superfície ( $3,68 \times 10^4$  céls/L), seguida da meia água ( $2,79 \times 10^4$  céls/L) (Tabelas 5.4.1-VI a 5.4.1-VIII, Figura 5.4.1-3). A densidade apresentou um padrão de distribuição similar ao observado para a biomassa, com valores médios superiores no



bloco BM-C-38 para a superfície ( $3,94 \times 10^4$  céls/L) e meia água ( $2,94 \times 10^4$  céls/L) e similares no fundo ( $1,74 \times 10^4$  céls/L). Assim, as maiores densidades foram registradas nas estações 7, 8 e 11 na superfície, e nas estações 4 e 7 a meia água (Figura 5.4.1-3). Uma densidade máxima de  $5,98 \times 10^4$  céls/L foi observada na estação 11 na superfície, não coincidindo com a concentração máxima de clorofila na estação 5 a meia água.

TABELA 5.4.1-VI Densidades dos principais grupos do fitoplâncton (cels/L) presentes obtidas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. ND-não detectado. Diat. – diatomáceas; Dino. – dinoflagelados; Cocolit. – Cocolitoforídeos; Silico. – silicoflagelados; Microf. – microflagelados; Cil. – ciliados; Ciano. – cianobactérias; Nanoflag. – nanoflagelados.

Concentrações de pigmentos fotossintéticos (cels/L) – subsuperfície										
Bloco	Estações	Diat.	Dino.	Cocolit.	Silico.	Microf.	Cil.	Ciano	Nanoflag	Total
BM-C-37	1	4734	5291	18659	ND	1671	ND	ND	9661	30355
	2	9339	4670	18345	ND	4336	334	334	13579	37356
	3	5624	6749	15748	ND	1406	ND	ND	9169	29528
	4	6566	7257	17625	ND	1382	ND	ND	8148	32831
	5	5994	6539	14167	ND	1635	272	272	11323	28879
	10	3353	9313	19883	373	1118	373	373	864	34784
	11	7061	17211	33546	ND	1324	ND	ND	864	59141
BM-C-38	12	4580	8099	18371	ND	852	ND	ND	975	31902
	6	4889	5541	23500	ND	652	326	326	5925	35235
	7	12154	12154	23469	486	ND	972	972	7160	50209
	8	9347	9669	19858	ND	967	322	322	8470	40485
	9	7949	7949	14442	ND	691	346	346	617	31722

TABELA 5.4.1-VII Densidades dos principais grupos do fitoplâncton (cels/L) presentes obtidas nas amostras de água coletadas no meio, nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. ND-não detectado.

Concentrações de pigmentos fotossintéticos (cels/L) – meio										
Bloco	Estações	Diat.	Dino.	Cocolit.	Silico.	Microf.	Cil.	Ciano	Nanoflag	Total
BM-C-37	1	2845	2371	13275	ND	2608	948	2134	9125	24180
	2	5195	5195	13326	ND	2259	226	226	6130	26426
	3	4652	6719	13955	258	775	1034	258	9382	27651
	4	7671	9673	15343	ND	1334	1001	ND	8234	35022
	5	7025	4976	14049	ND	1463	ND	293	9135	27806
	10	2531	8999	14623	ND	1125	ND	ND	839	27278
	11	2634	7610	8475	ND	1463	ND	ND	667	20183
BM-C-38	12	2342	10244	14760	ND	585	293	ND	864	28224
	6	5624	8437	11155	ND	1969	ND	ND	36269	27184
	7	2173	5650	21373	ND	1304	217	ND	6143	30717
	8	4734	9469	16391	ND	835	ND	ND	3116	31429
	9	2656	11155	12586	ND	1859	ND	ND	938	28256



TABELA 5.4.1-VIII

Densidades dos principais grupos do fitoplâncton (cels/L) presentes obtidas nas amostras de água coletadas ao fundo, nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos. ND-não detectado. Diat. – diatomáceas; Dino. – dinoflagelados; Cocolit. – Cocolitoforídeos; Silico. – silicoflagelados; Microf. – microflagelados; Cil. – ciliados; Ciano. – cianobactérias; Nanoflag. – nanoflagelados.

Concentrações de pigmentos fotossintéticos (cels/L) – fundo										
Bloco	Estações	Diat.	Dino.	Cocolit.	Silico.	Microf.	Cil.	Ciano	Nanoflag	Total
BM-C-37	1	2082	4395	3933	ND	1851	ND	ND	23177	12260
	2	1765	8164	7281	221	2427	ND	ND	4938	19858
	3	2628	4598	2847	ND	876	ND	ND	8367	10948
	4	1294	6254	6686	ND	1941	ND	ND	9845	16175
	5	2804	6039	4313	ND	431	216	ND	7901	13803
	10	1406	14905	4235	ND	1125	ND	ND	1086	21671
	11	2840	11644	6350	ND	852	ND	284	1333	21970
	12	3618	13179	5337	ND	258	ND	ND	1086	22392
BM-C-38	6	1155	4428	3530	ND	578	193	ND	6172	9883
	7	1752	5036	9280	ND	1533	ND	ND	5185	17601
	8	2001	8450	14768	ND	1112	ND	ND	815	26331
	9	662	6619	7494	ND	883	ND	ND	104	15658

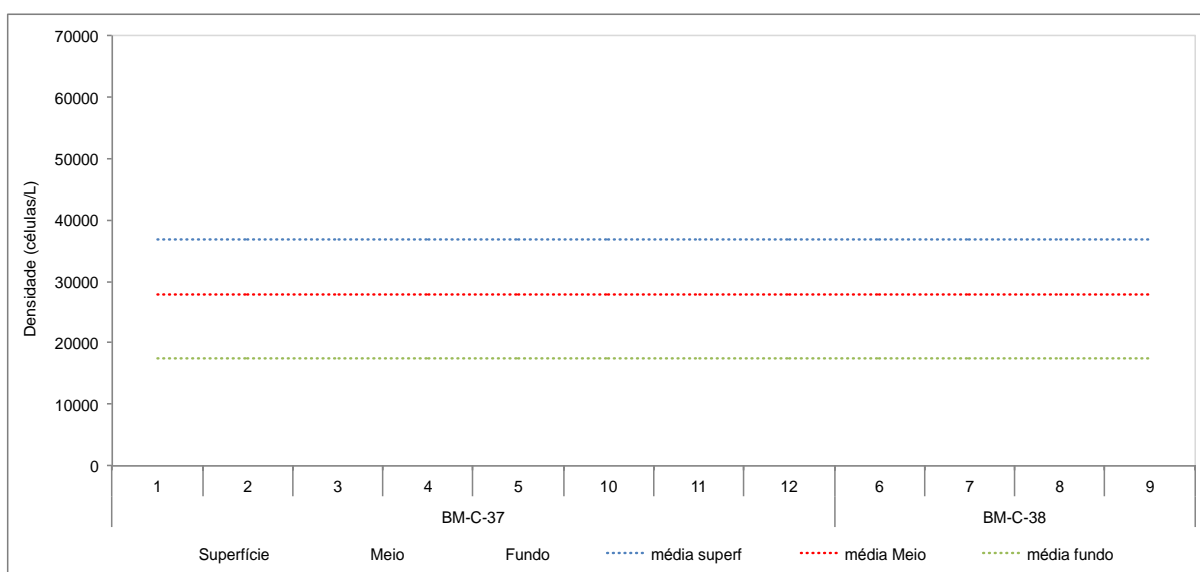


FIGURA 5.4.1-3

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 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Sem considerar os nanoflagelados, o nanofitoplâncton foi a fração responsável pelas maiores densidades observadas para o fitoplâncton total na superfície e meia água, representando em média 57,4 e 52,8% do total. No fundo, o microplâncton representou 63,3% do total. As maiores densidades do microplâncton foram registradas nas estações 08 e 11 em superfície, e na estação 04 a meia água



(Figura 5.4.1-4). O nanofitoplâncton registrou as maiores densidades na estação 11 na superfície e na estação 07 a meia água, (Figura 5.4.1-4).

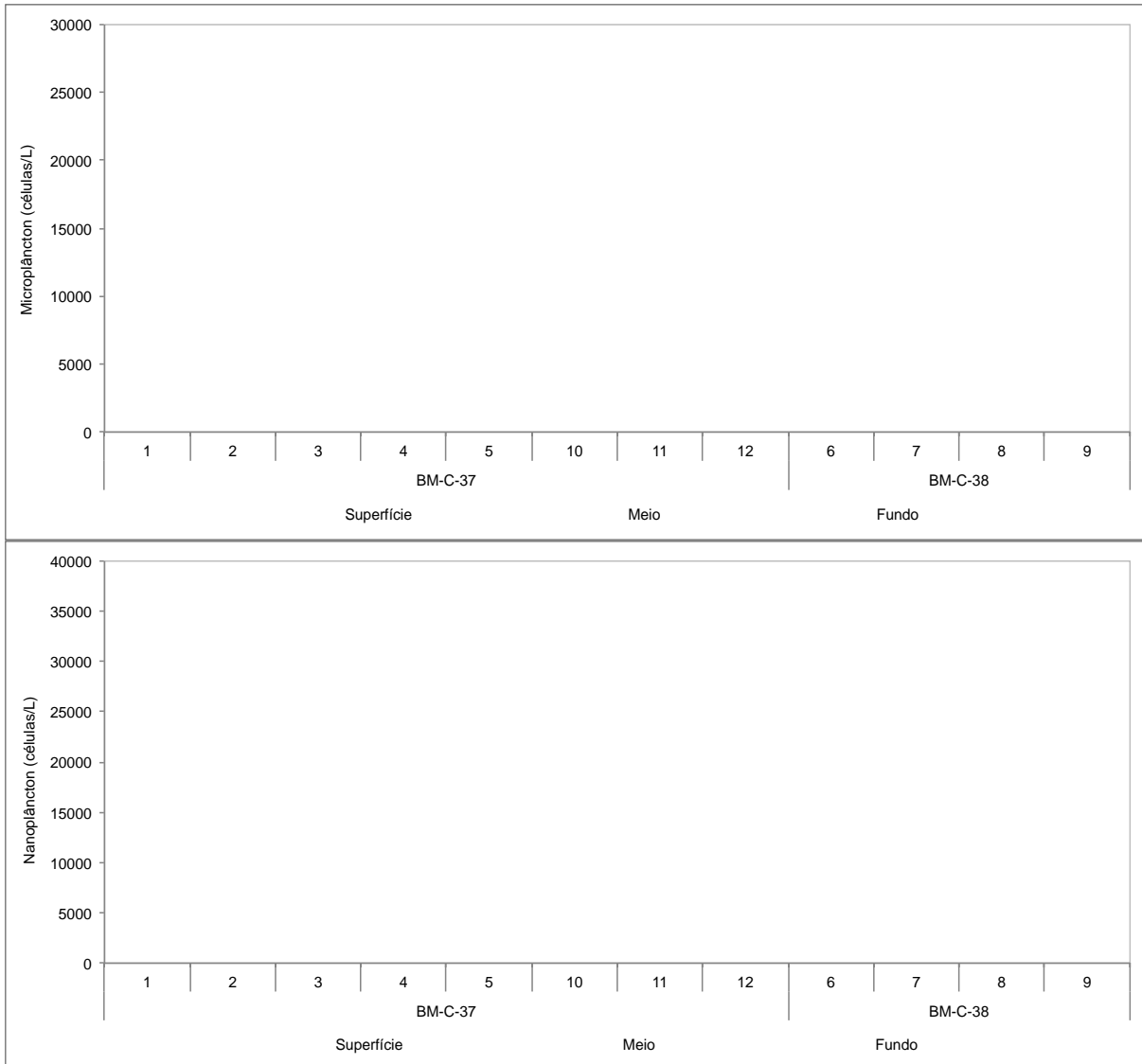


FIGURA 5.4.1-4 Distribuição da densidade celular (cél/L) do microfitoplâncton (superior) e nanofitoplâncton, sem considerar os nanoflagelados não identificados, (inferior) nos diferentes pontos de coleta e profundidades, nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Quanto à composição em grandes grupos fitoplanctônicos, os cocolitoforídeos, os dinoflagelados e as diatomáceas foram os dominantes (Figuras 5.4.1-5 a 5.4.1-7). As diatomáceas e cocolitoforídeos diminuíram sua contribuição com a profundidade, passando de representar em média 18,4 e 50,5% respectivamente nas amostras de superfície (Figura 5.4.1-5) a 12,3 e 35,5% nas de fundo (Figura 5.4.1-7). Por outro lado, a contribuição dos dinoflagelados aumentou com a profundidade, passando de 22,6% na superfície a 44,3% no fundo. Entre as diatomáceas penadas a *Pseudo-nitzschia*



*delicatissima* contribui com 36 e 54% ao total de diatomáceas nas estações 5, fundo e 9, superfície e *Thalassionema nitzschoides* representou 55% na 12-meia água. Entre as diatomáceas cêntricas destacaram-se *Bacteriastrium spp* (42% na estação 3, fundo), *Dactyliosolen phuketensis* (33% na estação 03, fundo) e *Thalassiosira spp* (39% na estação 1, superfície). Dentre os dinoflagelados o tecido *Oxytoxum variable* (12% na 07-meia água) e *Gymnodinium spp* (> 80% na maior parte das amostras), se destacaram.

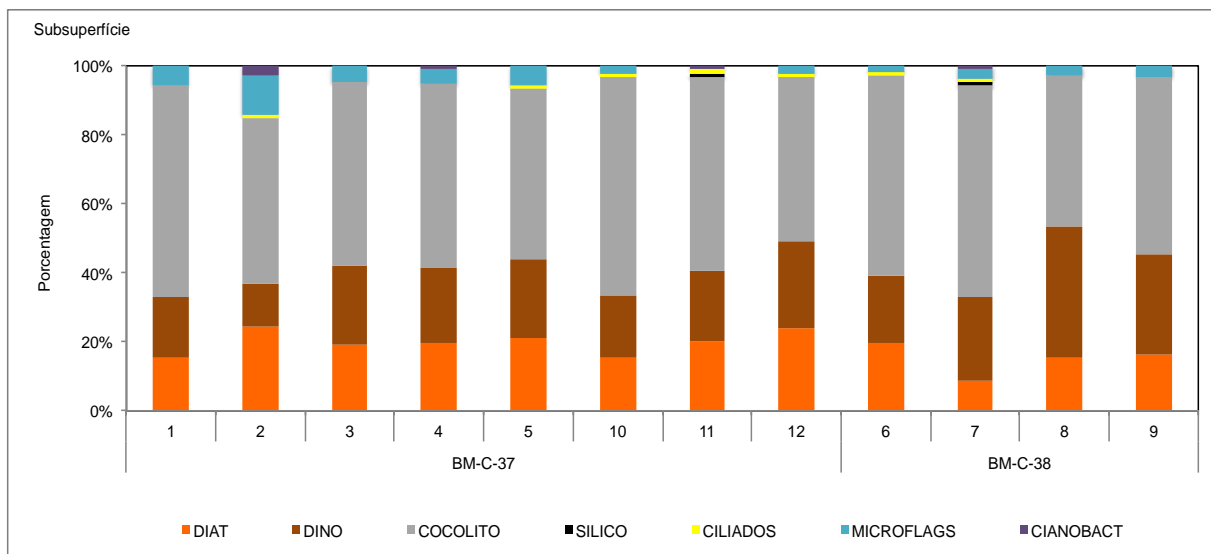


FIGURA 5.3.1-5

Abundância relativa dos principais grupos do fitoplâncton obtidas nas amostras de subsuperfície, nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

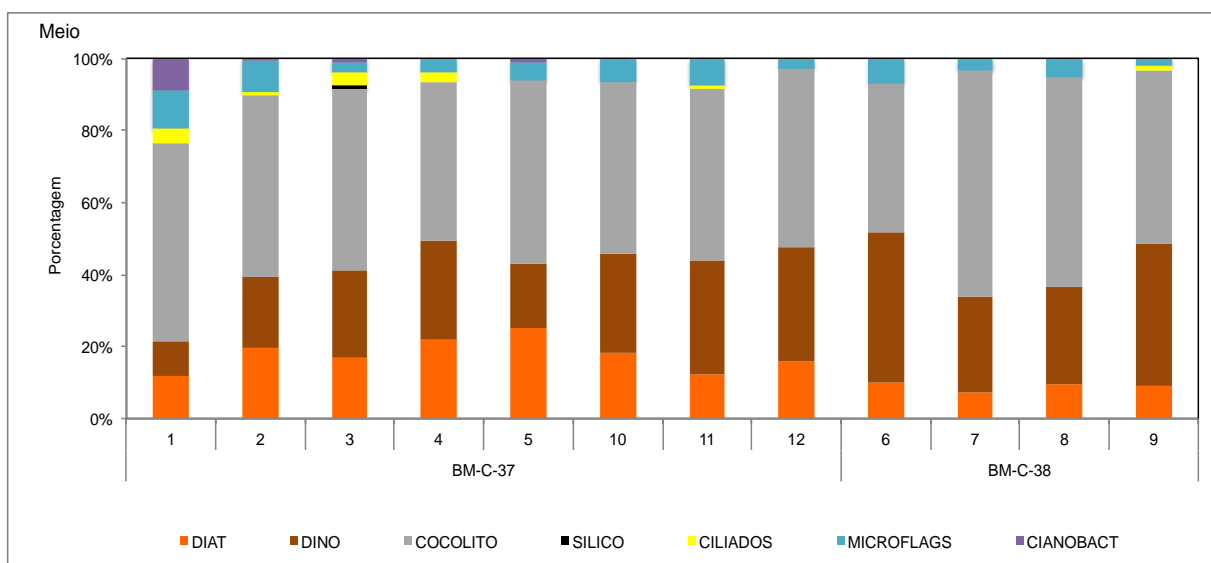


FIGURA 5.3.1-6

Abundância relativa dos principais grupos do fitoplâncton obtidas nas amostras de meio, nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

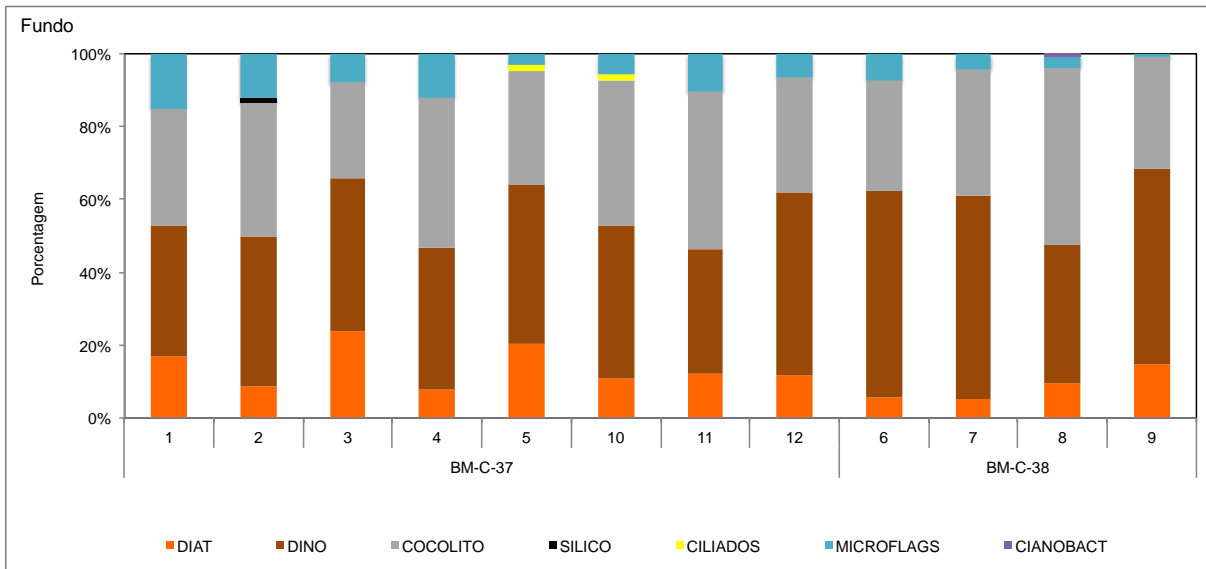


FIGURA 5.3.1-7 Abundância relativa dos principais grupos do fitoplâncton obtidas nas amostras de fundo, nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Nas 36 amostras analisadas foram identificados um total de 61 táxons diferentes, dos quais 22 corresponderam a diatomáceas cêntricas, 11 a diatomáceas penadas, 7 a dinoflagelados tecados, 2 a dinoflagelados atecados, 7 a coccolitofóridos, 3 a silicoflagelados, 3 a cianobactérias, 2 a ciliados, 3 a flagelados e 1 a tintinídeos (Tabela 5.1.4-IX). Dentre as diatomáceas, os gêneros *Chaetoceros*, *Guinardia*, e *Leptocylindrus* foram os que contaram com o maior número de representantes (>3). Dentre os dinoflagelados os gêneros *Oxytoxum* e *Prorocentrum* estiveram representados por 2 representantes cada um.

Tabela 5.1.4-IX Relação de táxons identificados agrupados por grupos taxonômicos nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Relação taxonômica		
grupo	taxa	número
Diatomáceas cêntricas	-	22
	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	
	<i>Bacteriastrum spp.</i>	
	Cêntrica N.I.	
	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	
	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	
	<i>Chaetoceros spp.</i>	
	<i>Dactyliosolen phuketensis</i>	
	<i>Guinardia cylindrus</i>	
	<i>Guinardia spp</i>	
	<i>Guinardia striata</i>	
	<i>Guinardia/Dactyliosolen</i>	



Relação taxonômica		
grupo	taxa	número
	<i>Hemiaulus hauckii</i>	
	<i>Hemiaulus sinensis</i>	
	<i>Leptocylindrus danicus</i>	
	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	
	<i>Leptocylindrus minimus</i>	
	<i>Paralia sulcata</i>	
	<i>Prosbocia alata</i>	
	<i>Rhizosolenia cf. hebetata</i>	
	<i>Rhizosolenia spp.</i>	
	<i>Thalassiosira spp.</i>	
Diatomáceas penadas	-	11
	complexo <i>Cylindrotheca/Nitzschiella</i>	
	<i>Diploneis spp.</i>	
	Fragilariaceae / Raphoneidaceae	
	<i>Haslea wawrikan</i>	
	<i>Meuniera membranacea</i>	
	<i>Navicula spp.</i>	
	<i>Nitzschia spp.</i>	
	Penada N.I.	
	<i>Pseudo-nitzschia "delicatissima"</i>	
	<i>Pseudo-nitzschia "seriata"</i>	
	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	
	Thalassionemataceae	
Dinoflagelados tecados	-	7
	<i>Oxytoxum mediterraneum</i>	
	<i>Oxytoxum variabile</i>	
	<i>Peridinium spp</i>	
	<i>Prorocentrum cf. minimum</i>	
	<i>Prorocentrum spp.</i>	
	<i>Protoperidinium spp.</i>	
	Tecados N.I.	
Dinoflagelados atecados	-	2
	Atecados N.I.	
	<i>Gymnodinium spp.</i>	
Ciliophora	-	2
	<i>Mesodinium rubrum</i>	
	Ciliado N.I.	
Tintínídeos	-	1
	Tintínídeo N.I.	
Silicoflagelados	-	3
	<i>Dictyocha cf. crux</i>	
	<i>Dictyocha sp.</i>	
	<i>Octactis octonaria</i>	
Cocolitoforídeos	-	7
	<i>Anaplosolenia brasiliensis</i>	
	<i>Calciosolenia murrayi</i>	





Relação taxonômica		
grupo	taxa	número
	<i>Discosphaera tubifer</i>	
	<i>Florisphaera profunda</i>	
	<i>Ophiaster cf. hydroideus</i>	
	<i>Umbilicosphaera sibogae</i>	
	Coccolitoforídeos NI	
Cianobactérias	-	3
	<i>Anabaena spp.</i>	
	<i>Trichodesmium spp.</i>	
	Cianobactéria N.I	
Flagelados	-	3
	<i>Tetraselmis spp</i>	
	Microflagelado N.I.	
	Nanoflagelado N.I.	

A riqueza específica diminuiu desde a superfície (15 em média) para o fundo (10 em média), sendo que as estações 4, 7 e 08 foram as que apresentaram a maior riqueza específica nas amostras de superfície (17 a 19 táxons) e as estações 1, 3, 4 e 8 a meia água (17 a 19 táxons) (Figuras 5.4.1-8 e 5.4.1-9). Os valores de diversidade variaram em média entre 1,52 bits/cél no fundo e 1,80 bits/cél na superfície, com um valor máximo de 2,08 bits/cél na estação 4 a meia água (Figura 5.4.1-9). Quanto ao índice relativo de equitabilidade, os valores variaram entre 0,50 na estação 10 a meia água, e 0,82 na estação 4 no fundo (Figura 5.4.1-10). Assim, os valores do índice relativo de equitabilidade foram em média similares nas três profundidades.

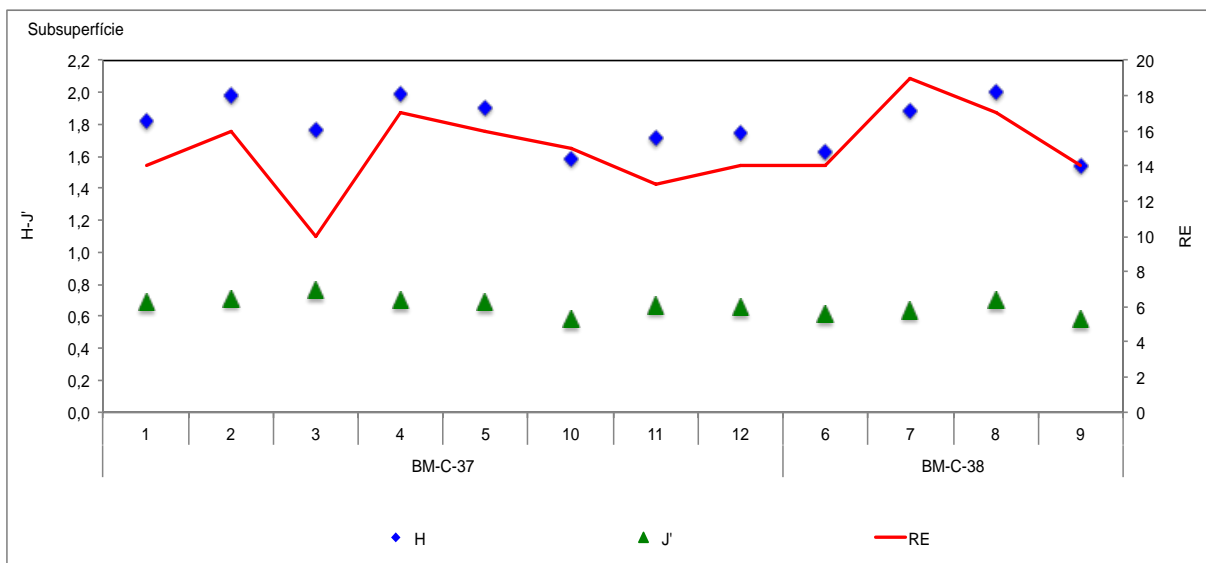


FIGURA 5.4.1-8 Diversidade (H em bits/cél), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton, obtidas nas amostras de subsuperfície nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

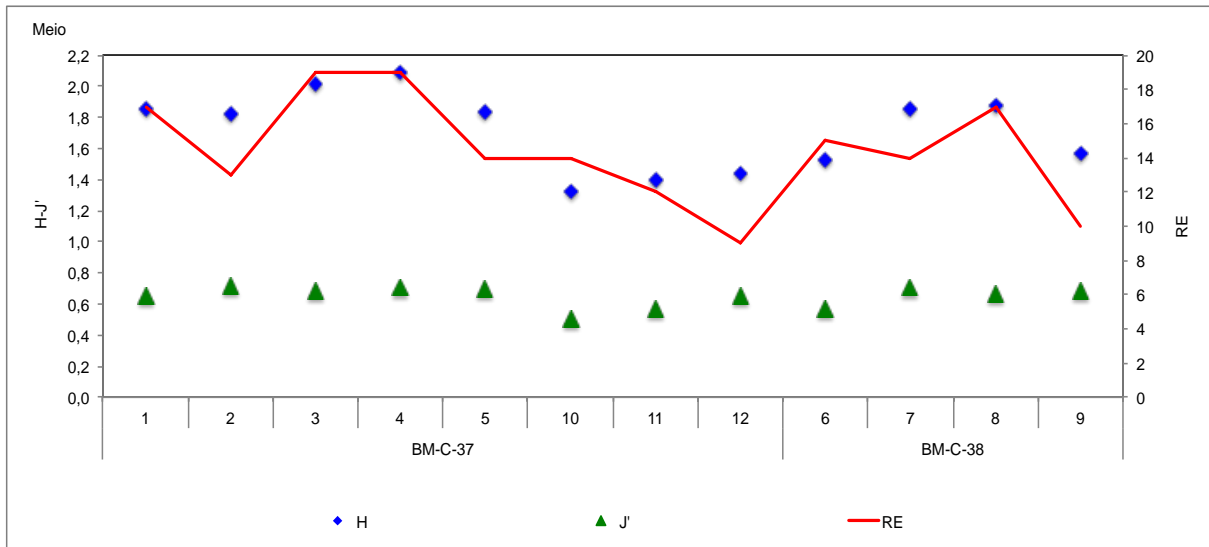


FIGURA 5.4.1-9 Diversidade (H em bits/cel), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton, obtidas nas amostras de meio nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

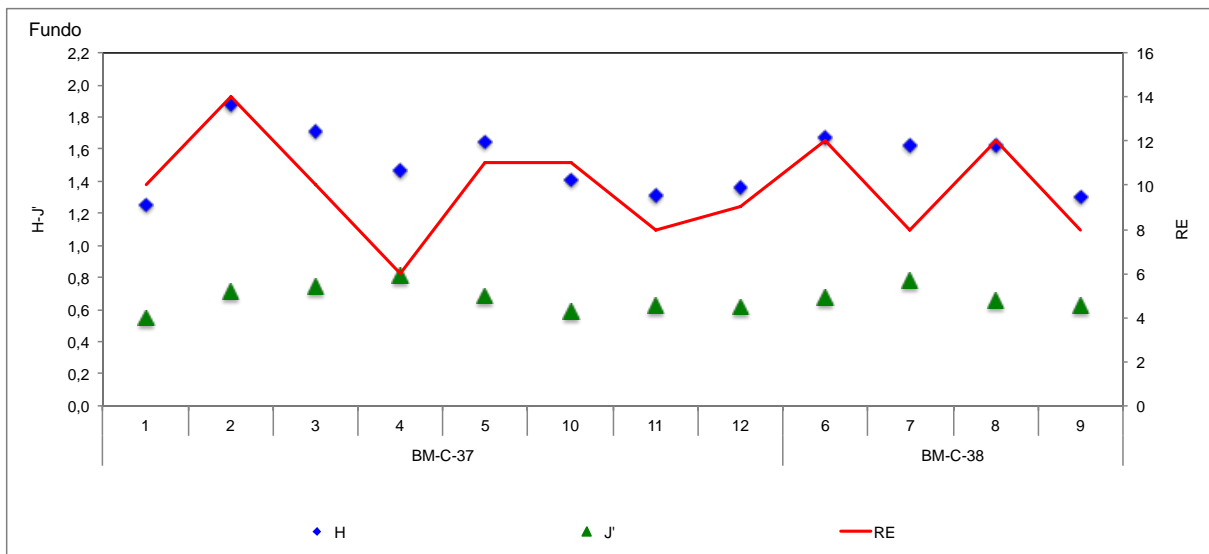


FIGURA 5.4.1-10 Diversidade (H em bits/cel), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton, obtidas nas amostras de fundo nas 12 estações amostradas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

A distribuição da biomassa clorofiliana (C1a) e da densidade celular do fitoplâncton apresentaram correlação positiva e significativa com a distribuição da salinidade e temperatura ( $p < 0,001$ ), e negativa com a distribuição das concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos ( $p < 0,05$ ), confirmando a diminuição tanto da biomassa quanto da densidade com a profundidade, onde foram encontradas as menores salinidades e temperaturas. A densidade total esteve também positivamente



correlacionada com as diatomáceas, dinoflagelados e cocolitoforídeos ( $p < 0,001$ ), grupos dominantes do fitoplâncton.

O microfitoplâncton esteve positivamente correlacionado com a temperatura, assim como com a distribuição de clorofila total, carotenóides, fitoplâncton total, diatomáceas, dinoflagelados e cocolitoforídeos, similarmente ao observado para o fitoplâncton total. O nanoplâncton apresentou correlação positiva tanto com salinidade quanto com a temperatura ( $p < 0,001$ ), além de com todos os pigmentos clorofilianos e carotenóides ( $p < 0,05$ ), indicando que esses organismos constituem uma componente importante para explicar a variabilidade do fitoplâncton.

As diatomáceas e cocolitoforídeos também apresentaram correlações com as clorofilas *a* e *c*, e, no caso das diatomáceas, com a densidade celular total, indicando também que a contribuição desses organismos é importante para explicar a variabilidade do fitoplâncton. Esses grupos também estiveram positivamente correlacionadas com as águas mais salinas e quentes, enquanto que dinoflagelados não apresentaram correlação com as variáveis hidrológicas.

A análise de componentes principais confirmou as observações apontadas pelos gráficos de distribuição e pela análise de correlação (Figura 5.4.1-11). Assim, no eixo principal (eixo I), que explicou 40,41% da variabilidade, apareceram na porção positiva as amostras associadas às maiores temperaturas, salinidades, densidades do fitoplâncton (total, micro e nanoplanctônico) assim como aos maiores valores de biomassa clorofiliana. Diatomáceas, cocolitoforídeos e cianobactérias, além da riqueza específica, apareceram também na porção positiva do eixo I. Em sua porção negativa apareceram os nutrientes inorgânicos dissolvidos (nitrogênio, silicato, fosfato e razão N:P), associados às amostras de fundo de todas as estações. O eixo secundário (eixo II) explicou 12,89% da variabilidade da distribuição. Sua porção positiva foi caracterizada pelos flagelados (tanto micro quanto nanoplanctônicos), amônia e maiores valores de diversidade e equitatividade, enquanto que na sua porção negativa apareceram os valores máximos de dinoflagelados.

Não foi observado um padrão específico que caracteriza-se as estações dos blocos BM-C37 e BM-C-38, mas sim características similares entre as amostras de cada profundidade. Assim, a maior parte das amostras de superfície estiveram relacionadas com elevados valores de biomassa e densidade fitoplanctônica, além de valores de temperatura ( $> 20,0$  °C) e salinidade ( $> 36,0$ ) típicos da Água Tropical (AT). As amostras de fundo, por outro lado, estiveram associadas às maiores porcentagens de dinoflagelados e maiores concentrações de nutrientes, assim como a temperaturas de  $< 18$ °C e salinidades  $< 36$  típicas da Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

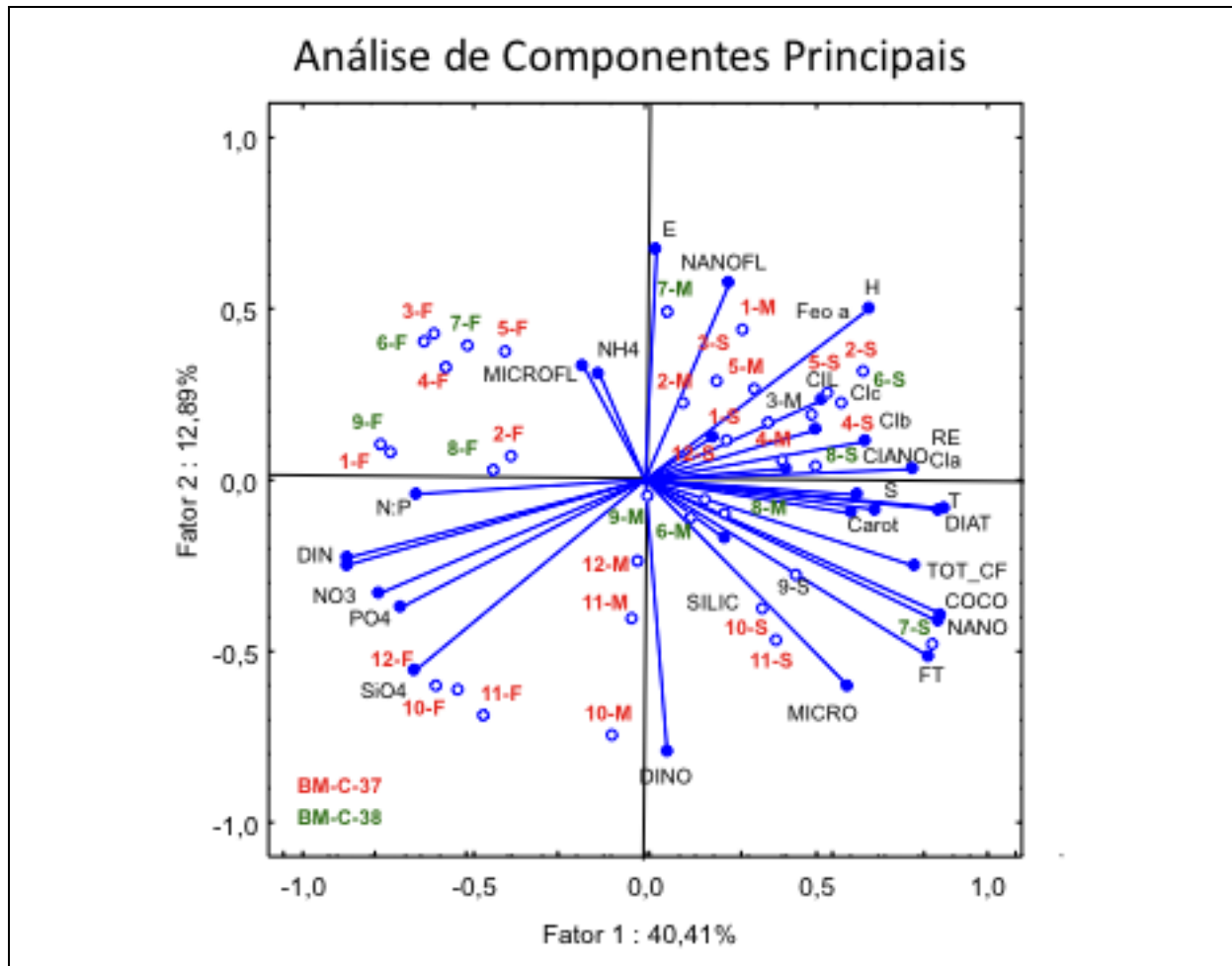


Figura 5.4.1-11 – Análise de componentes principais com as variáveis ambientais e do fitoplâncton. Campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Os resultados obtidos durante a campanha de monitoramento dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, 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 2009.

Em relação à campanha anterior houve uma mudança na estrutura da comunidade, na presente campanha dominaram em abundância nanoflagelados, cocolitoforídeos, dinoflagelados e diatomáceas (nano e microplanctônicas), 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. Houve uma relação inversa entre o predomínio de diatomáceas-cocolitoforídeos e de dinoflagelados. Enquanto que diatomáceas e dinoflagelados apresentaram maior contribuição na superfície, associadas a águas mais cálidas e salinas (AT), os dinoflagelados aumentaram sua contribuição no fundo, com águas mais ricas em nutrientes, características da



ACAS. Apesar de maiores concentrações de nutrientes, nessa profundidade foram encontradas as menores biomassas clorofilianas e densidades fitoplanctônicas, indicando que provavelmente o fitoplâncton se encontrava limitado por luz.

A comunidade fitoplanctônica na área de estudo dos blocos BM-C-37 e BM-C38, na região de Cabo Frio (Bacia de Campos), durante o mês de junho de 2012 caracterizou-se por apresentar uma concentração de clorofila-a variando entre 0,01 e 0,39 $\mu\text{g/L}$ , valores uma ordem de magnitude inferiores aos encontrados durante o mês de setembro de 2009 na mesma região (PiR2/Maersk, 2009), que caracterizou-se por apresentar uma concentração de clorofila-a variando entre 0,07 e 6,07 $\mu\text{g/L}$ , e por Gonzalez-Rodriguez *et al.* (1992) e Gonzalez-Rodriguez (1994) entre (0,5 e 6  $\mu\text{g/L}$ ) também para a mesma região. A densidade celular de fitoplâncton seguiu um padrão similar ao da biomassa, sendo observado entre ambas variáveis uma elevada correlação ( $r = 0,495$ ;  $p < 0,01$ ) indicando que possivelmente responderam às mesmas forçantes hidrográficas.

A relação entre o fitoplâncton e a hidrodinâmica de Cabo Frio é considerado o aspecto mais bem estudado na planctologia brasileira (Gaeta & Brandini, 2006; Brandini, 2006). Foram os dados levantados nas décadas de 70 à 90, em estações fixas na região que possibilitaram o maior conhecimento sobre a dinâmica desses organismos em relação à hidrodinâmica local (Valentin, 1980, 1989; Valentin *et al.* 1986, 1987).

A ressurgência em Cabo Frio não é constante sendo marcadamente sazonal e ocorrendo com maior frequência no verão (Miranda, 1982). Durante o inverno a ACAS afasta-se em direção à quebra da plataforma continental (Castro *et al.* 1987) De acordo com Gonzalez Rodriguez *et al.* (1992), podem ser distinguidas 3 fases hidrográficas no ecossistema pelágico de Cabo Frio, sendo a Fase 1, a ressurgência propriamente dita, com valores de biomassa fitoplanctônica normalmente abaixo de 1 $\mu\text{g/L}$ . A Fase 2 corresponde ao período de interrupção da ressurgência, com o aumento da temperatura e o crescimento e o acúmulo da biomassa fitoplanctônica normalmente dominada por poucas diatomáceas, típicas dos estágios iniciais de sucessão. A Fase 3 ocorre com a inversão dos ventos e retenção da Água Tropical oligotrófica, causando a dispersão da biomassa acumulada durante a Fase 2, e o domínio de dinoflagelados típicos da Água Tropical. O estudo atual poderia corresponder com a Fase 3, dado a presença da AT em superfície, baixas concentrações de nutrientes, baixa biomassa clorofiliana e o predomínio de dinoflagelados e cocolitoforídeos.

O grupo dos cocolitoforídeos, segundo grupo taxonômico mais abundante durante o estudo, foi representado principalmente por organismos nanoplanctônicos. De uma forma geral, as maiores densidades deste grupo foram encontradas principalmente em amostras de superfície e meia-água, onde foram registradas as maiores temperaturas e salinidades, relacionadas à dominância da Água Tropical. A maioria das espécies de cocolitoforídeos identificadas *Discosphaera tubifera*, *Florisphaera*



*profunda*, *Calciosolenia murrayi* e *Umbilicosphaera sibogae*, são formadoras de associações de águas quentes e comumente encontradas na Corrente do Brasil (Boeckel *et al.*, 2006).

A maioria das diatomáceas dominantes na região formava cadeias, como: *Chaetoceros* spp., *Guinardia striata*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Thalassionema nitzschiodes* e *Thalassiosira* spp. A dominância de diatomáceas em cadeia pode estar relacionada a uma série de fatores, como por exemplo, a uma pressão seletiva de forrageio do zooplâncton, devido às grandes dimensões das cadeias que dificultam a predação (Harris, 1986). Além disso, a morfologia, como presença de setas, alongamento e/ou achatamento das células, pode ajudar a diminuir a taxa de afundamento, devido à maior área superficial de atrito com a água e otimizar a absorção de nutrientes (Hasle & Syvertsen, 1997).

As diatomáceas mais abundantes evidenciadas nesse trabalho são caracterizadas por serem cosmopolitas, e freqüentemente encontradas em maiores abundâncias nas regiões costeiras (Hasle & Syvertsen, 1997). Com relação às espécies menos abundantes identificadas, são características de águas quentes ou cosmopolitas, e algumas espécies são comuns de ambientes temperados.

Entre os dinoflagelados destacou a espécie *Oxytoxum variabile*, espécie encontrada em maiores abundâncias em ambientes oceânicos tropicais, e na camada superficial (Taylor; Pollinger, 1987).

De uma forma geral, no presente estudo, os valores de temperatura e salinidade nas águas superficiais e intermediárias foram altos e as concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos e de clorofila-a foram baixos, resultados estes que caracterizaram a região como oligotrófica durante o estudo. Além dos fatores ambientais, o fitoplâncton observado nesta região é típico de regiões oligotróficas, como a maioria das espécies de coccolitoforídeos e de dinoflagelados.

#### 5.4.2. 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 zooplânctívoros e por outros organismos carnívoros tais como as medusas. Além disso, os organismos mesozooplânctônicos 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 zooplânctônica 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 150 táxons, número superior aos encontrados durante o estudo de baseline realizado anteriormente nos mesmos blocos, quando foi encontrado um total de 108 táxons (PIR2/Maersk, 2009). Dentre os táxons registrados na presente campanha, 36 são relativos a organismos meroplânctônicos e a grande maioria, 114 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 holoplânctônicos, 80 foram identificados em nível de espécie. Copepoda foi o grupo com a maior riqueza, com 44 espécies, sendo seguido pelas Appendicularia e Chaetognatha, respectivamente representados por 12 e 11 espécies.

Além desses grupos zooplânctônicos, 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 e Doliolidae) também foram registrados.

Pode-se ressaltar a ocorrência de diferenças na composição da comunidade zooplânctônica, em relação à campanha de setembro de 2009, como a ocorrência dos grupos dos Heteropoda e dos Cephalochordata na presente campanha.

Dentre as espécies identificadas, 14 foram encontradas em todas as estações de coleta, tais como os branquiópodes *Penilia avirostris* e *Pseudevadne tergestina*; os copépodes *Temora turbinata*, *Corycaeus giesbrechti* e *Oncaea venusta*; os quetognatos *Krohnitta pacifica*, *Flaccisagitta enflata* e *Parasagitta friderici*; as apendiculárias *Fritillaria formica*, *Oikopleura fusiformis*, *Oikopleura longicauda* e *Oikopleura rufescens*; e os taliáceos *Thalia democratica* (salpídeo) e *Doliolum nationalis* (doliólídeo). Duas espécies (o copépe *Temora stylifera* e a apendiculária *Fritillaria pellucida*) ocorreram em 11 estações de coleta. As espécies *Penilia avirostris* (branquiópode); *Flaccisagitta enflata* e *Parasagitta friderici* (quetognatos); *Oikopleura longicauda* (apendiculária); *Thalia democratica* (salpídeo) e *Doliolum nationalis* (doliólídeo) já tinham sido assinaladas em todas as estações de amostragem na campanha de setembro de 2009 (Tabela 5.4.2-1).

Outras espécies foram encontradas somente em uma estação, como o branquiópode *Pleopsis polyphemoides*; os copépodes *Acartia danae*, *Calanoides carinatus*, *Candacia bipinnata*,





*Ctenocalanus vanus*, *Subeucalanus subtenuis*, *Pleuromamma piseki*, *Paracalanus parvus*, *Oithona setigera*, *Lubbockia squillimana*, *Copilia mirabilis* e *Clytemnestra scutellata*; os decápodes *Stenopus hispidus* e *Exhippolysmata oplophoroides*; o quetognato *Decipisagitta sibogae*; a salpa *Brooksia rostrata* e o doliólídeo *Doliolum denticulatum* (Tabela 5.4.2-I).

TABELA 5.4.2-I Frequência de ocorrência das espécies coletadas durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Táxons		
Número de ocorrências		
12 Estações	11 Estações	10 Estações
<i>Penilia avirostris</i> <i>Pseudevadne tergestina</i> <i>Temora turbinata</i> <i>Corycaeus giesbrechti</i> <i>Oncaea venusta</i> <i>Krohnitta pacifica</i> <i>Flaccisagitta enflata</i> <i>Parasagitta friderici</i> <i>Fritillaria formica</i> <i>Oikopleura fusiformis</i> <i>Oikopleura longicauda</i> <i>Oikopleura rufescens</i> <i>Thalia democratica</i> <i>Doliolum nationalis</i>	<i>Temora stylifera</i> <i>Fritillaria pellucida</i>	<i>Clausocalanus furcatus</i> <i>Oithona plumifera</i> <i>Farranulla gracilis</i>
9 Estações	8 Estações	7 Estações
<i>Ctenocalanus citer</i> <i>Mesosagitta minima</i>	<i>Corycaeus speciosus</i>	<i>Triconia conifera</i> <i>Pterosagitta draco</i>
6 Estações	5 Estações	4 Estações
<i>Evadne spinifera</i> <i>Nannocalanus minor</i> <i>Acrocalanus longicornis</i> <i>Calocalanus contractus</i> <i>Calocalanus pavoninus</i> <i>Oithona similis</i> <i>Macrosetella gracilis</i> <i>Fritillaria haplostoma</i> <i>Fritillaria sargassi</i> <i>Fritillaria tenella</i> <i>Oikopleura cophocerca</i>	<i>Undinula vulgaris</i> <i>Clausocalanus arcuicornis</i> <i>Dolioletta gegenbauri</i>	<i>Subeucalanus pileatus</i> <i>Lucicutia flavicornis</i> <i>Pleuromamma gracilis</i> <i>Mecynocera clausi</i> <i>Oithona tenuis</i> <i>Flaccisagitta hexaptera</i> <i>Salpa fusiformis</i>
3 Estações	2 Estações	1 Estação ( * )





<i>Pareucalanus sewelli</i> <i>Paracalanus quasimodo</i> <i>Ferosagitta hispida</i> <i>Fritillaria fraudax</i> <i>Oikopleura cornutogastra</i>	<i>Centropages furcatus</i> <i>Euchaeta marina</i> <i>Pleuromamma abdominalis</i> <i>Paracalanus aculeatus</i> <i>Scaphocalanus curtus</i> <i>Scolecithrix danae</i> <i>Oncaea media</i> <i>Sapphirina nigromaculata</i> <i>Krohnitta subtilis</i> <i>Pseudosagitta lyra</i> <i>Oikopleura intermedia</i> <i>Doliolina mülleri</i>	<i>Pleopsis polyphemoides</i> (2) <i>Acartia danae</i> (3) <i>Calanoides carinatus</i> (8) <i>Candacia bipinnata</i> (3) <i>Ctenocalanus vanus</i> (11) <i>Subeucalanus subtenuis</i> (7) <i>Pleuromamma piseki</i> (6) <i>Paracalanus parvus</i> (2) <i>Oithona setigera</i> (8) <i>Lubbockia squillimana</i> (4) <i>Copilia mirabilis</i> (8) <i>Clytemnestra scutellata</i> (1) <i>Stenopus hispidus</i> (6) <i>Exhippolysmata oplophoroides</i> (4) <i>Decipisagitta sibogae</i> (8) <i>Brooksia rostrata</i> (6) <i>Doliolum denticulatum</i> (1)
* número da estação em que a espécie ocorreu		

O maior número de espécies exclusivas foi encontrado na estação 8, com quatro espécies, seguida pela estação 6 com três espécies exclusivas. Nas estações 7 e 11 foram encontradas somente uma espécie exclusiva, enquanto que nas estações 1, 2, 3 e 4 foram encontradas duas espécies exclusivas (Tabela 5.4.2-1). A estação 8 também foi uma das estações que apresentou o maior número de espécies exclusivas na campanha de setembro de 2009 (PIR2/Maersk, 2009).

Os valores de densidade zooplanctônica foram inferiores aos registrados na campanha de baseline realizada em setembro de 2009, quando foram encontrados valores que variaram entre 504,80 (estação 8) e 4.043,22 ind.m<sup>-3</sup> (estação 5).

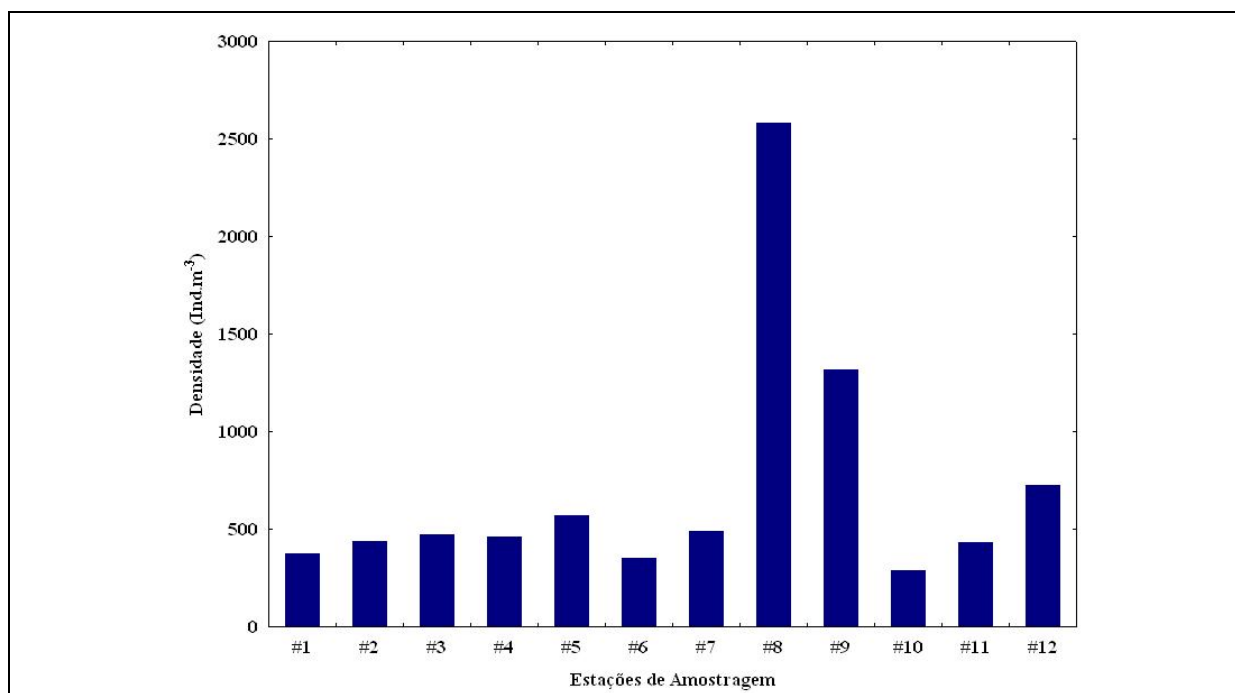


FIGURA 5.4.2-1

Densidade do zooplâncton coletado durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

O grupo dos Copepoda foi o mais abundante entre as estações de coleta (Anexo Zooplâncton). Os Copepoda apresentaram uma densidade média de  $527,34 \text{ ind.m}^{-3}$  e uma abundância relativa de 75% do total do zooplâncton coletado. O intervalo de máxima e mínima densidade, observado respectivamente nas estações 8 ( $1.718,64 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e 10 ( $227,20 \text{ ind.m}^{-3}$ ), encontra-se dentro da dispersão esperada dos valores de abundância total dos Copepoda ao longo da campanha. Copepoda foi o grupo que apresentou a maior dispersão dos valores em relação à média. A este grupo seguiram-se o das Appendicularia, que apresentaram uma densidade média de  $52,54 \text{ ind.m}^{-3}$ , o dos Branchiopoda, com uma densidade média de  $44,75 \text{ ind.m}^{-3}$  e o das larvas de Mollusca, com uma densidade média de  $39,72 \text{ ind.m}^{-3}$  (Figura 5.4.2-2). Os quatro grupos de organismos zooplanctônicos (Copepoda, Appendicularia, Branchiopoda e Mollusca) somados representaram 94% do total de zooplâncton coletado. A abundância dos grupos dominantes no zooplâncton se manteve semelhante ao da campanha de setembro de 2009, com os Copepoda como grupo dominante seguidos pelos Salpida, Doliolida, Branchiopoda, Appendicularia e Mollusca (PIR2/Maersk, 2009).

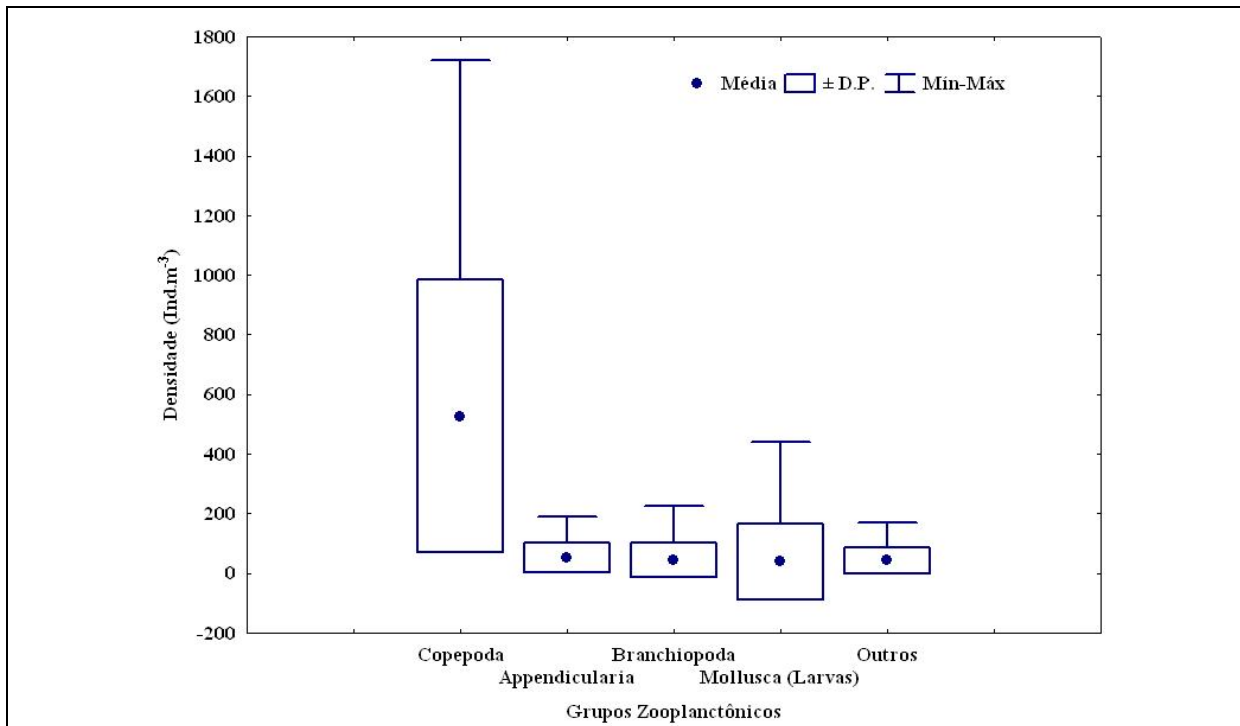


FIGURA 5.4.2-2

Densidade média (ind.m<sup>-3</sup>), desvio padrão e intervalo mínimo-máximo dos grupos zooplantônicos mais abundantes coletados a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Os copépodes mais abundantes foram os representantes da família Clausocalanidae, principalmente as formas jovens da família (797,22ind.m<sup>-3</sup>) e as espécies *Clausocalanus furcatus* (339,30ind.m<sup>-3</sup>) e *Ctenocalanus citer* (101,31ind.m<sup>-3</sup>), seguida por *Oncaea venusta* (1.406,18ind.m<sup>-3</sup>), os representantes da família Temoridae, principalmente *Temora turbinata* (499,20ind.m<sup>-3</sup>), *Temora stylifera* (217,91ind.m<sup>-3</sup>), os representantes da família Corycaeidae, principalmente *Corycaeus giesbrechti* (247,48ind.m<sup>-3</sup>), *Corycaeus speciosus* (117,51ind.m<sup>-3</sup>) e *Farranulla gracilis* (109,64ind.m<sup>-3</sup>), os representantes da família Oithonidae, principalmente *Oithona plumifera* (236,91ind.m<sup>-3</sup>), os representantes da família Paracalanidae, principalmente as formas jovens do gênero *Paracalanus* (59,16ind.m<sup>-3</sup>), *Calocalanus pavoninus* (91,10ind.m<sup>-3</sup>) e *Acrocalanus longicornis* (61,46ind.m<sup>-3</sup>), e os representantes da família Eucalanidae, principalmente *Subeucalanus pileatus* (236,84ind.m<sup>-3</sup>) (Figura 5.4.2-3). Estes táxons somados representaram 63% do zooplâncton coletado na área de estudo. *Temora turbinata*, *Corycaeus giesbrechti* e *Oncaea venusta* ocorreram em todas as estações de amostragem.

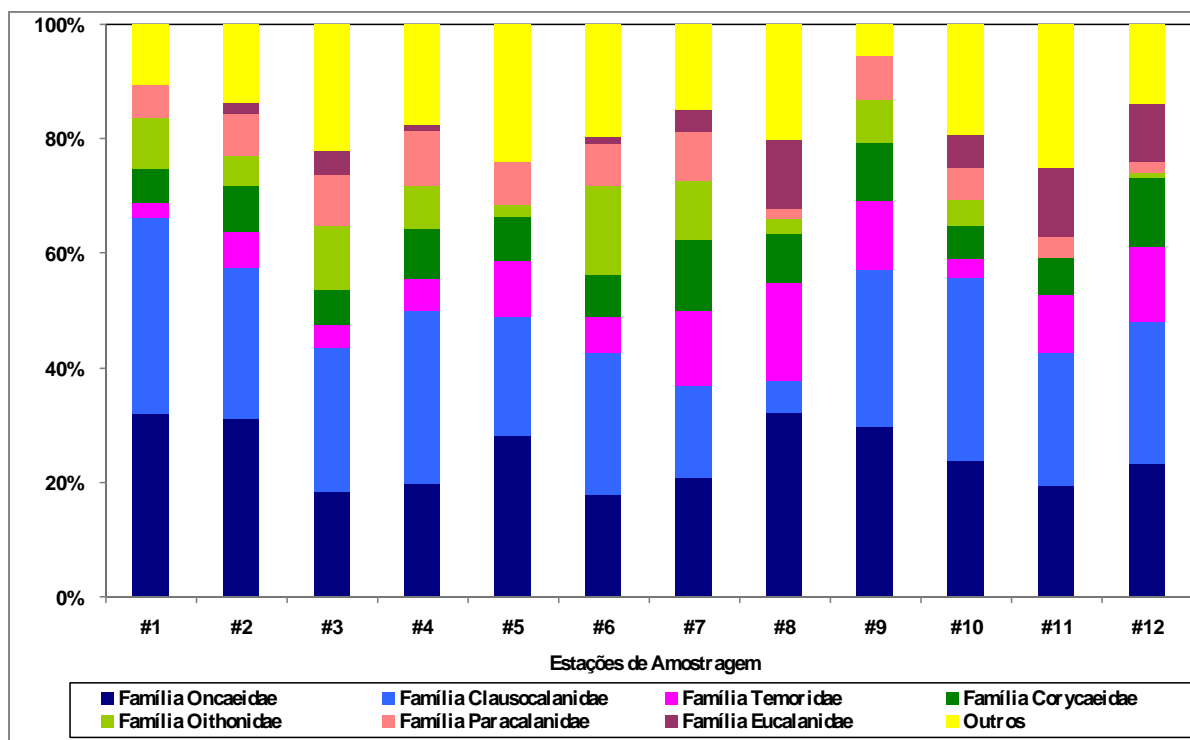


FIGURA 5.4.2-3 Abundância (%) dos copépodos dominantes durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Dentre as espécies de copépodos menos abundantes pode-se citar *Candacia bipinnata*, *Ctenocalanus vanus*, *Subeucalanus subtenuis*, *Pleuromamma piseki*, *Lubbockia squillimana* e *Clytemnestra scutellata* (menos de 5ind.m<sup>-3</sup>).

As apendiculárias, segundo grupo em abundância, apresentaram uma variação na densidade entre 8,07ind.m<sup>-3</sup> (estação 10) e 189,36ind.m<sup>-3</sup> (estação 12). Das 12 espécies encontradas *Oikopleura longicauda* (321,35ind.m<sup>-3</sup>) foi a mais abundante, seguida por *Oikopleura fusiformis* (140,08ind.m<sup>-3</sup>), sendo registradas em todas as estações (Anexo Zooplâncton). *Oikopleura intermedia* teve a sua ocorrência restrita apenas duas estações de amostragem (estações 8 e 10) (Anexo Zooplâncton).

Os branquiópodes, terceiro grupo em abundância, apresentaram uma variação na densidade entre 9,58ind.m<sup>-3</sup> (estação 6) e 224,68ind.m<sup>-3</sup> (estação 8). Das quatro espécies de branquiópodes identificadas, a mais abundante foi *Penilia avirostris* (453,86ind.m<sup>-3</sup>) seguida por *Pseudevadne tergestina* (76,91ind.m<sup>-3</sup>), sendo encontradas em todas as estações *Pleopsis polyphemoides* teve sua ocorrência restrita a estação 2 (Anexo Zooplâncton).

Outro grupo abundante foi o dos quetognatos apresentaram uma densidade média de 10,77ind.m<sup>-3</sup>, sendo identificado um total de 11 espécies. A espécie mais abundante foi *Flaccisagitta enflata* (66,94ind.m<sup>-3</sup>), seguida por *Parasagitta friderici* (33,93ind.m<sup>-3</sup>), com ocorrência registrada em todas as



estações de amostragem. *Decipisagitta sibogae* teve sua ocorrência restrita a estação 8 (Anexo 3.2-1).

Das quatro espécies de doliolídeos identificadas, a mais abundante foi *Doliolum nationalis* (5,71ind.m<sup>-3</sup>), sendo encontrada em todas as estações de amostragem. *Doliolum denticulatum* (0,02ind.m<sup>-3</sup>) só não foi registrada na estação 1, enquanto que a outra espécie de doliolídeo, *Doliolina mülleri* (0,09ind.m<sup>-3</sup>), foi encontrada apenas nas estações 2 e 4 (Anexo Zooplâncton).

O salpídeo mais abundante foi *Thalia democratica* (11,58ind.m<sup>-3</sup>), com ocorrência registrada em todas as estações de amostragem. *Brooksia rostrata* (0,02ind.m<sup>-3</sup>), foi registrado apenas na estação 6 (Anexo Zooplâncton).

Os grupos meroplanctônicos somados apresentaram uma densidade de 522,64ind.m<sup>-3</sup>, o que representa menos de 7% do zooplâncton total. Dentre os grupos meroplanctônicos, as larvas de Mollusca, principalmente as larvas de Bivalvia com média de 38,03ind.m<sup>-3</sup>, foi o grupo dominante, apresentando uma maior dispersão dos valores de densidade em torno da média. A este grupo seguiram-se o das larvas de Decapoda, com média de 1,78ind.m<sup>-3</sup>, seguidas pelas larvas de Polychaeta, com média de 1,00ind.m<sup>-3</sup> (Figura 5.4.2-4).

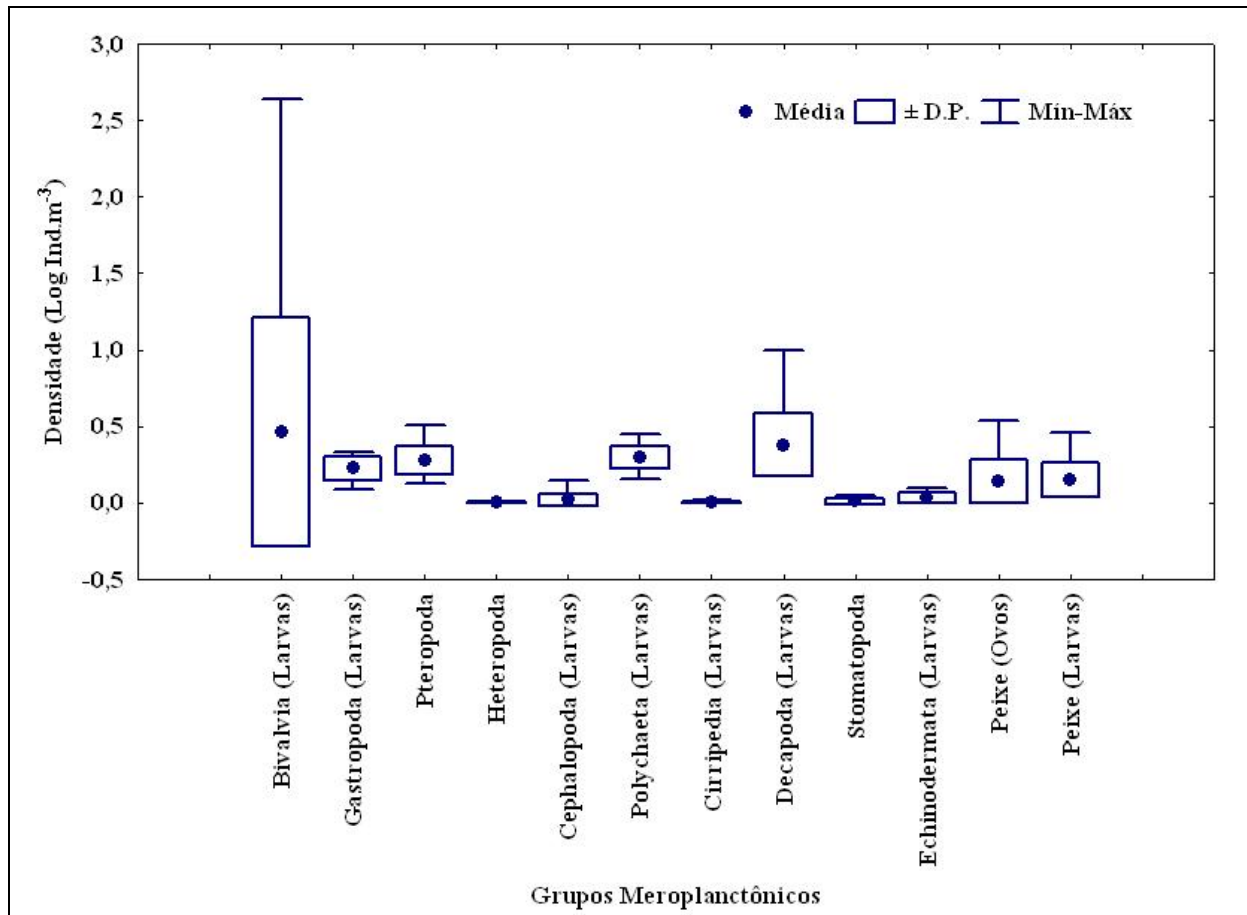


FIGURA 5.4.2-4

Densidade dos grupos meroplancônicos coletados durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38 Bacia de Campos.

A densidade total do grupo Decapoda foi de 21,41 ind.m<sup>-3</sup>. A maior e a menor abundância foram encontradas, respectivamente, na estação 8, com 8,93 ind.m<sup>-3</sup> e na estação 9, com 0,68 ind.m<sup>-3</sup>. Dentre as famílias de Decapoda, os Brachyura (“caranguejos”), Callianassidae (*Callianassa* ou “corruptos”), e os Luciferideos foram as mais abundantes, com densidades médias de 0,58 ind.m<sup>-3</sup>, 0,38 ind.m<sup>-3</sup> e 0,29 ind.m<sup>-3</sup>, respectivamente. As densidades médias das outras famílias de Decapoda não foram superiores a 0,10 ind.m<sup>-3</sup>.

Os valores do índice de diversidade específica variaram de 3,41 na estação 9, a 4,32 na estação 3 (Tabela 5.4.2-II). O menor valor de diversidade foi registrado na estação 9, devido à dominância dos Copepoda *Oncaea venusta* e *Temora turbinata*. Os valores de equitabilidade acompanharam a variação da diversidade específica. Tanto os valores de diversidade como os de equitabilidade foram superiores aos registrados na campanha de setembro de 2009, quando variaram entre 1,80 e 4,18.



TABELA 5.4.2-II - Valores de diversidade e de equitabilidade nas estações durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Índices ecológicos		
estações	H'	J'
1	3,65	0,74
2	3,88	0,74
3	4,32	0,81
4	4,15	0,81
5	4,13	0,78
6	4,10	0,78
7	4,29	0,80
8	3,70	0,69
9	3,41	0,69
10	3,74	0,76
11	4,17	0,83
12	4,16	0,81

Deve-se destacar, também, a ocorrência de uma pequena diferença na composição específica, observada entre as estações de amostragem. A estação 9, que apresentou o menor valor de diversidade, apresentou o menor número de espécies identificadas (30), em comparação com a estação 3, que apresentou 40 espécies.

A análise das estações, com base na matriz de similaridade calculada para as 80 espécies identificadas, mostrou a formação de dois grupos com similaridade a 55%: o primeiro grupo (**A**) foi formado pelas estações 1, 2, 3, 4, 5 e 10 (localizadas na área do bloco BM-C-37) e pela estações 6 e 7 (localizadas na área do bloco BM-C-38) (Figura 5.4.2-5). Dezesete espécies explicaram 80% da similaridade neste grupo (teste de SIMPER), a saber, *Oncaea venusta*, *Penilia avirostris*, *Oikopleura longicauda*, *Temora turbinata*, *Oithona plumifera*, *Corycaeus giesbrechti*, *Clausocalanus furcatus*, *Flaccisagitta enflata*, *Oikopleura fusiformis*, *Temora stylifera*, *Farranulla gracilis*, *Oithona similis*, *Parasagitta friderici*, *Ctenocalanus citer*, *Pseudevadne tergestina*, *Calocalanus contractus* e *Fritillaria pellucida*. Nessas estações foram encontrados os menores valores médios de densidade zooplanctônica (265,47 ind.m<sup>-3</sup>) e os maiores valores médios de diversidade (4,03).

O segundo grupo (**B**) foi formado pelas estações 8 e 9 (localizadas na área do bloco BM-C-38, ao sul da área de estudo), e pelas estações 11 e 12 (localizadas na área do bloco BM-C-37, ao norte da área de estudo) (Figura 5.4.2-5). As espécies *Oncaea venusta*, *Temora stylifera*, *Penilia avirostris*, *Oikopleura longicauda*, *Clausocalanus furcatus*, *Temora turbinata*, *Corycaeus giesbrechti*, *Oikopleura fusiformis*, *Flaccisagitta enflata*, *Acrocalanus longicornis*, *Subeucalanus pileatus*, *Corycaeus speciosus*, *Undinula vulgaris*, *Farranulla gracilis*, *Pseudevadne tergestina*, *Oikopleura rufescens* e



*Macrosetella gracilis* foram as responsáveis pela formação deste grupamento. Nessas estações foram encontrados os maiores valores médios para a densidade zooplanctônica (892,43 ind.m<sup>-3</sup>) e os menores valores médios para a diversidade (3,86).

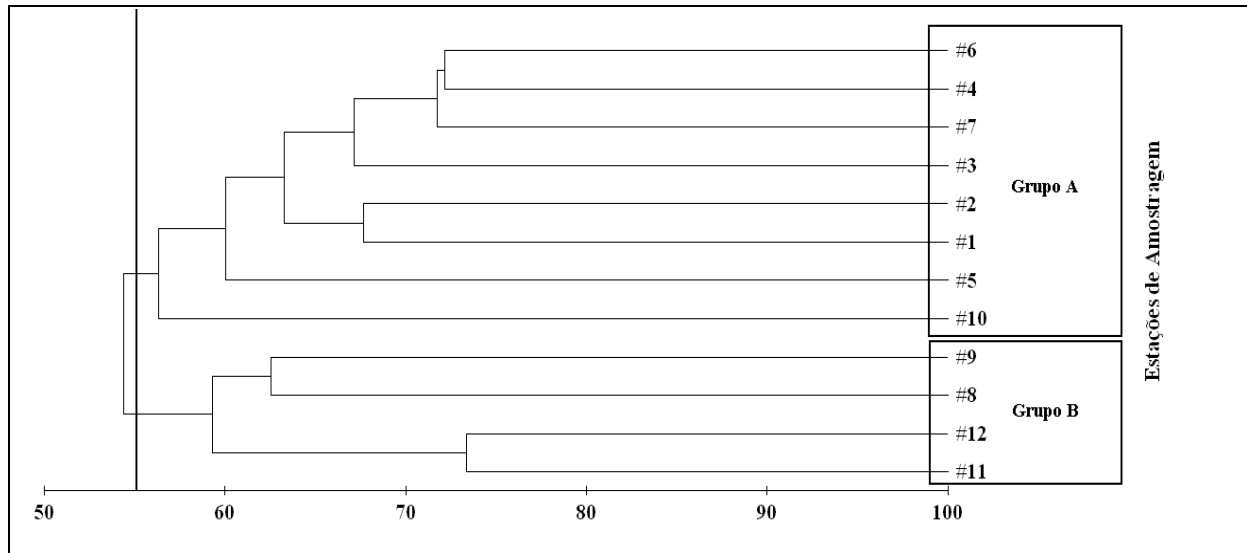


FIGURA 5.4.2-5

Dendrograma de similaridade das estações de coleta durante a campanha de monitoramento ambiental regional realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos, com base na matriz de similaridade (Bray-Curtis) calculada para as 80 espécies do zooplâncton coletadas e as 12 estações, com similaridade superior a 55,0%.

Os dois grupamentos foram separados pela abundância de *Oncaea venusta*, *Penilia avirostris* e *Clausocalanus furcatus*, e pela ausência das espécies *Scolecithrix danae*, *Euchaeta marina*, *Copilia mirabilis*, *Oithona setigera* e *Calanoides carinatus* (Grupo A) e abundância de *Oncaea venusta* e *Temora turbinata*, e pela ausência das espécies *Oithona similis*, *Calocalanus contractus*, *Paracalanus cuasimodo*, *Mecynocera clausi*, *Oithona tenuis* e *Evadne spinifera* (Grupo B).

O zooplâncton do sistema oceânico da Bacia de Campos, na área dos blocos BM-C-37 e BM-C-38, apresentou uma baixa densidade e uma grande riqueza taxonômica. Foi observada uma diminuição na densidade zooplanctônica, em comparação com a coleta realizada durante a campanha de baseline. Entretanto, é necessário ter cautela ao comparar as campanhas de amostragem, pois se deve considerar a heterogeneidade do esforço de coleta. Ao contrário da campanha anterior quando foram realizadas coletas em nove estações, na presente campanha foram realizadas coletas em 12 estações. Além disso, devemos considerar que as campanhas foram realizadas em épocas diferentes: primavera de 2009 (setembro) e inverno de 2012 (inverno).





A dominância dos grupos holoplanctônicos (Copepoda, Appendicularia e Branchiopoda) e meroplanctônicos (larvas de Mollusca), que juntos representaram 94% do total, reforça a caracterização da comunidade zooplanctônica como tipicamente oceânica.

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 as Appendicularia, 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 zooplanctônica 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*, as espécies *Clausocalanus furcatus*, *Ctenocalanus citer* (espécie típica de águas oceânicas frias, de ressurgência, sendo encontrada em águas antárticas e subantárticas), *Oncaea venusta*, *Temora turbinata*, *Temora stylifera*, *Corycaeus giesbrechti*, *Corycaeus speciosus*, *Farranulla gracilis*, *Oithona plumifera*, *Calocalanus pavoninus*, *Acrocalanus longicornis* e *Subeucalanus pileatus*, que representaram 63% do zooplâncton coletado. Entre as espécies mais abundantes e frequentes dos outros grupos zooplanctônicos, podemos citar *Flaccisagitta enflata* e *Parasagitta friderici* (quetognatos); *Oikopleura longicauda* e *Oikopleura fusiformis* (apendiculárias); *Penilia avirostris* (branquiópode); *Thalia democratica* (salpa) e *Doliolum nationalis* (doliolídeo). Com exceção do *P. avirostris*, *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).

Além de *C. citer*, outros exemplos de táxons de zooplâncton associados a eventos de ressurgência no litoral sudeste brasileiro, e que foram encontrados na área dos blocos BM-C-37 e BM-C-38 são o copépode *Calanoides carinatus*, a apendiculária *Fritillaria pellucida* e o quetognato *Krohnitta subtilis* (Avila *et al.*, 2006; Bonecker & Carvalho, 2006; Dias & Araujo, 2006), o que reforça a ocorrência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na área de estudo.

Foi encontrada uma grande riqueza, com a ocorrência de 150 táxons e 80 espécies ao longo do período de coleta. Este número foi superior ao encontrado na campanha de setembro de 2009 e 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, ao compararmos a riqueza de táxons, devemos levar em consideração a heterogeneidade dos ambientes e a diferença existente entre o esforço de coleta e o equipamento utilizado.

A diversidade foi alta (média de 3,97), indicando uma comunidade complexa e com 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. Os valores referentes a diversidade encontrados nesta campanha foram superiores aos registrados na campanha de baseline, quando foi encontrado um valor médio de 3,11.

A análise de agrupamento revelou uma variação espacial entre as estações. A variação da densidade das espécies é um fator importante e que determina as mudanças na comunidade zooplânctônica. As estações localizadas ao norte (estações 11 e 12) e ao sul (estações 8 e 9) da área dos blocos BM-C-37 e BM-C-38, foram separadas das demais estações, em função das assembleias zooplanctônicas apresentadas, que foram determinadas, principalmente, pela abundância dos copépodes *Oncaea venusta*, *Temora turbinata* e *Clausocalanus furcatus* e do branquiópode *Penilia avirostris*. Vale a pena ressaltar que as estações 8 e 9, localizadas ao sul da área dos blocos BMC-37 e BMC-38, também foram separadas das demais estações, durante a campanha de setembro de baseline.

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 assembleias 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 geradas por processos hidrológicos comuns de regiões próximas da quebra da plataforma continental.



A área dos blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos, apresenta uma grande riqueza taxonômica. O zooplâncton foi basicamente composto por organismos holoplanctônicos, principalmente Copepoda, Appendicularia e Branchiopoda, e meroplanctônicos (larvas de Mollusca, Bivalvia principalmente) que somados representaram 94% do zooplâncton.

As espécies mais abundantes dos principais grupos zooplanctônicos, como as formas jovens dos copépodes *Clausocalanus* e *Paracalanus*, e as espécies *Clausocalanus furcatus*, *Ctenocalanus citer* (espécie típica de água fria), *Oncaea venusta*, *Temora turbinata*, *Temora stylifera*, *Corycaeus giesbrechti*, *Corycaeus speciosus*, *Farranulla gracilis*, *Oithona plumifera*, *Calocalanus pavoninus*, *Acrocalanus longicornis* e *Subeucalanus pileatus*; os quetognatos *Flaccisagitta enflata* e *Parasagitta friderici*; as apendiculárias *Oikopleura longicauda* e *Oikopleura fusiformis*; o branquiópode *Penilia avirostris*; o doliolídeo *Doliolum nationalis* e a salpa *Thalia democratica* são espécies epi- e mesopelágicas, encontradas em águas tropicais, em ambientes costeiros e oceânicos e frequentes em toda costa brasileira. Além disso, a diversidade foi compatível com a encontrada em outros sistemas oceânicos da costa brasileira.

Foram encontradas diferenças em relação à variação espacial das estações em função das assembléias zooplanctônicas apresentadas, determinadas, principalmente pela abundância dos copépodes *Oncaea venusta*, *Temora turbinata* e *Clausocalanus furcatus* e do branquiópode *Penilia avirostris*.

A ocorrência da ACAS na área de estudo, evidenciada pela presença das espécies *C. citer* e *C. carinatus* (copépodes), *F. pellucida* (apendiculária) e *K. subtilis* (quetognato), assim como sua provável movimentação em direção à costa, próxima ao fundo, influenciou a formação das assembléias zooplanctônicas.

#### 5.4.3. ICTIOPLÂNCTON

Foram coletados 1302 ovos de peixes e 1326 larvas de peixes com as duas malhas da rede bongô (malhas de 330 e 550µm). Nas amostras foram identificados ovos de Anguilliformes, Trichiuridae, Synodontidae e Sternoptychidae (*Maurolicus stehmanni*). Em relação às larvas de peixes foram registradas 41 famílias e 55 espécies.

Não foi observada uma grande variação em relação à distribuição espacial dos táxons identificados em cada estação de coleta. Entretanto, observou-se uma tendência de aumento do número de táxons nas estações 6 e 7 (Figura 5.4.3-1).

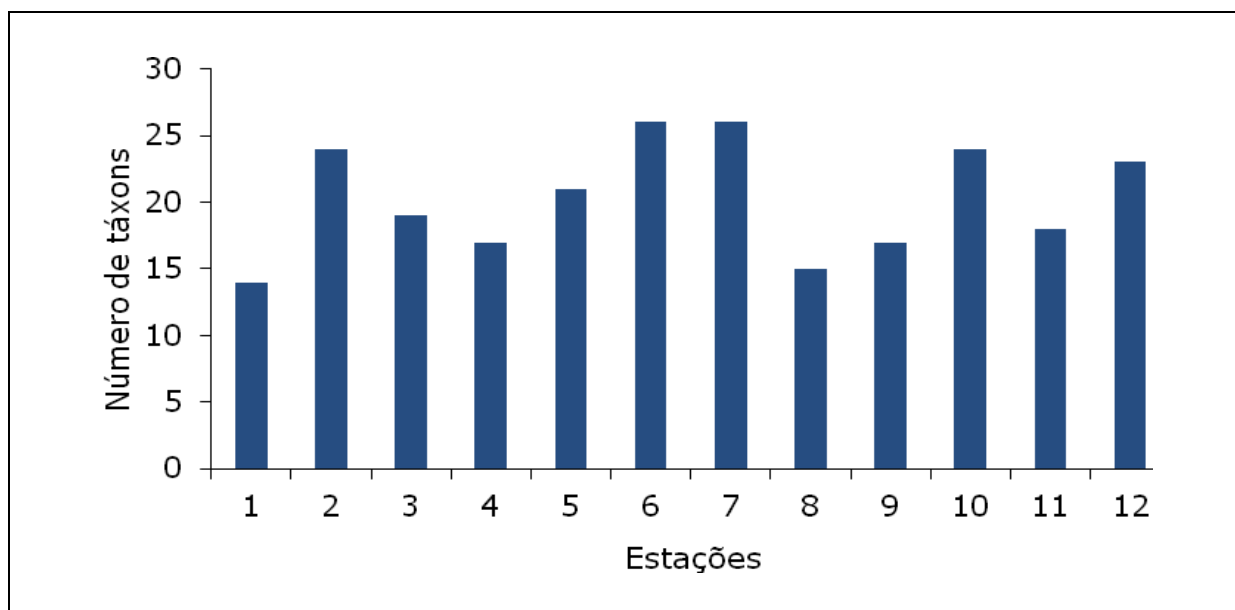


FIGURA 5.4.3-1 Número de táxons em cada estação de coleta durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Apenas as larvas de *Maurolicus stehmanni*, Myctophidae e *Bregmaceros cantori* ocorreram em todas as estações de coleta (vide anexo ictiofauna). A maioria dos táxons ocorreu em mais de uma estação, entretanto, alguns foram exclusivos de uma estação de coleta: *Gobiosoma parri* (1); *Synodus synodus* (2); *Echiodon dawsoni* (3); *Parablennius pilicornis* (4); Ophidiidae, Hemiramphidae, *Gempylus serpens*, Tetraodontidae (5); *Myctophum* sp., *Anthias* sp., *Selar crumenophthalmus*, *Malacanthus plumieri*, *Lopholatilus* sp., *Ctenogobius saepepallens* (6); *Mugil curema*, Triglidae (7); *Chiasmodon niger* (8); *Sphyraenops bairdianus* (10); *Bregmaceros* n sp., Gobiidae, *Thyrsitops lepidopoides* (11); *Lestidium atlanticum*, *Diapterus* sp., *Coryphopterus* sp., *Symphurus kyropterygium* (12)

De maneira geral, as densidades de ovos ( $< 60$  ovos.100m<sup>-3</sup>) e larvas ( $< 100$  larvas.100m<sup>-3</sup>) de peixes foram baixas na área estudada, assim como já observado anteriormente no estudo de baseline realizado anteriormente nos mesmos blocos (Tabelas 5.4.3-I e 5.4.3-II). Observou-se uma tendência de maiores densidade de ovos na estação 9 (Figura 5.4.3-2) e de larvas de peixes na estação 10 (Figura 5.4.3-3).



Monitoramento Ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e  
BM-C38, Bacia de Campos (junho de 2012)



TABELA 5.4.3-I

Valores de volume de água filtrada ( $m^3$ ), número e densidade de ovos de peixes (ovos.100  $m^{-3}$ ), número e densidade de larvas de peixes (larvas.100  $m^{-3}$ ), coletados com a malha de 330 $\mu m$  da rede bongô durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Densidades – 330 $\mu m$					
estação	volume	nº de ovos	densidade	nº de larvas	densidade
1	237,29	20	8,43	67	28,24
2	180,33	62	34,38	87	48,25
3	155,53	41	26,36	35	22,50
4	169,14	47	27,79	29	17,15
5	172,42	52	30,16	88	51,04
6	183,44	24	13,08	80	43,61
7	263,76	53	20,09	58	21,99
8	143,34	12	8,37	15	10,46
9	115,64	120	103,77	77	66,59
10	81,95	44	53,69	74	90,30
11	159,80	33	20,65	48	30,04
12	219,05	40	18,26	25	11,41

TABELA 5.4.3-II

Valores de volume de água filtrada ( $m^3$ ), número e densidade de ovos de peixes (ovos.100  $m^{-3}$ ), 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 realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

Densidades – 500 $\mu m$					
estação	volume	nº de ovos	densidade	nº de larvas	densidade
1	224,25	37	16,50	28	12,49
2	184,74	51	27,61	62	33,56
3	233,56	79	33,82	82	35,11
4	199,66	53	26,55	37	18,53
5	218,29	52	23,82	89	40,77
6	180,93	24	13,26	47	25,98
7	151,50	66	43,57	50	33,00
8	196,69	110	55,93	57	28,98
9	262,35	154	58,70	60	22,87
10	199,66	66	33,06	51	25,54
11	210,10	40	19,04	21	10,00
12	134,17	22	16,40	59	43,97

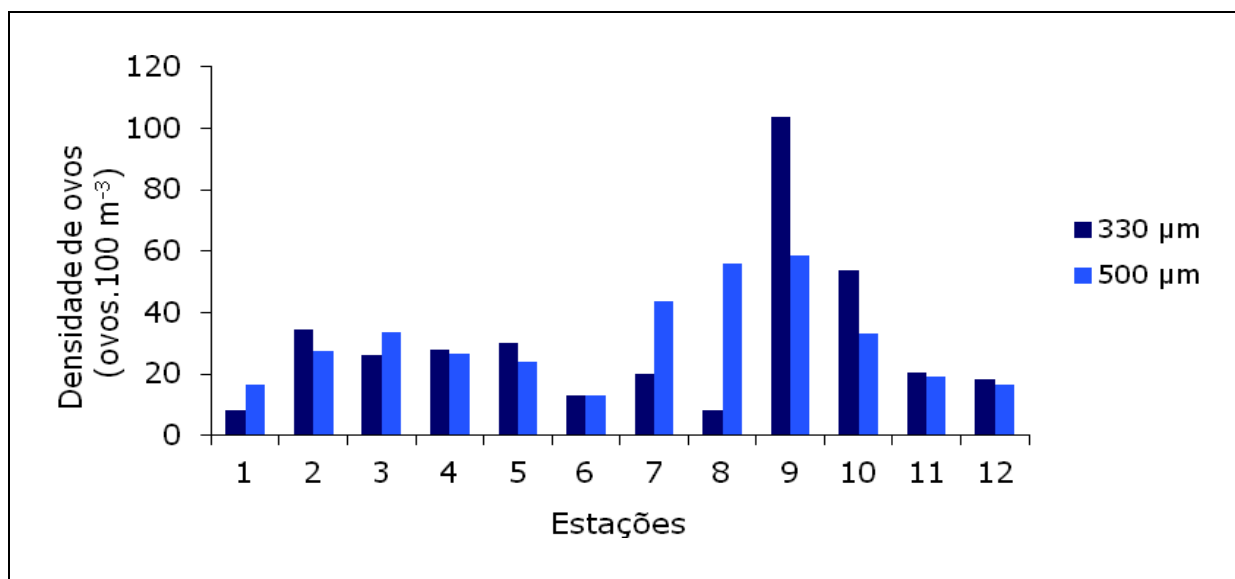


FIGURA 5.4.3-2

Densidade de ovos de peixes (ovos.100 m<sup>-3</sup>) coletados com as malhas de 330 e 500 μm em cada estação durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38 Bacia de Campos.

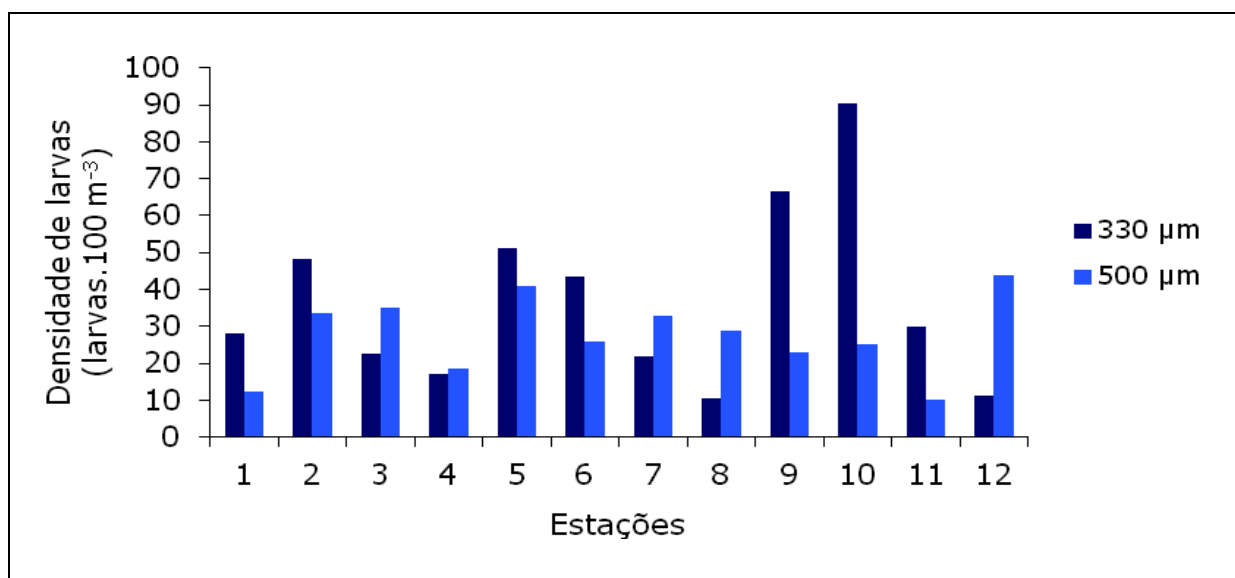


FIGURA 5.4.3-3

Densidade de larvas de peixes (larvas.100 m<sup>-3</sup>) coletados com as malhas de 330 e 500 μm em cada estação durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

As larvas das famílias Myctophidae e Sternoptychidae foram as mais abundantes contribuindo, respectivamente, com 34,4% e 27,4% na malha de 330μm; e com 18,1% e 37,5% da densidade total de larvas identificadas na malha de 500μm. A família Myctophidae foi representada por seis espécies (*Benthoosema suborbitale*, *Hygophum reinhardtii*, *Myctophum* sp., *Myctophum affine*, *Diaphus* sp., *Lepidophanes guentheri*) e Sternoptychidae pela espécie *Maurolicus stehmanni*.



Em relação ao hábito de vida das famílias identificadas observou-se que apesar das famílias demersais (22 táxons) terem ocorrido em maior número, as larvas das famílias pelágicas (11 táxons) e meso-batipelágicas (8 táxons) foram mais abundantes, representando respectivamente, 15% e de 68% do total de larvas identificadas na malha de 330 $\mu$ m (Figura 5.4.3-4) e 16% e 63% na malha de 500 $\mu$ m (Figura 5.4.3-5).

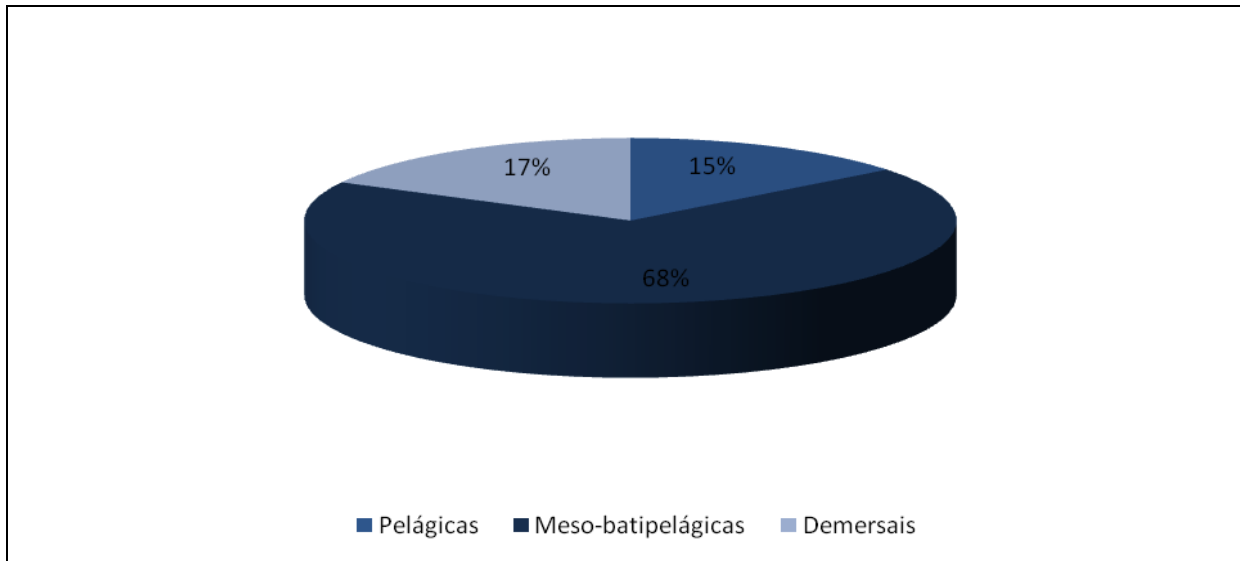


FIGURA 5.4.3-4 Percentual da densidade de larvas de peixes pelágicas, meso-batipelágicas e demersais coletadas com a malha de 330 $\mu$ m durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.

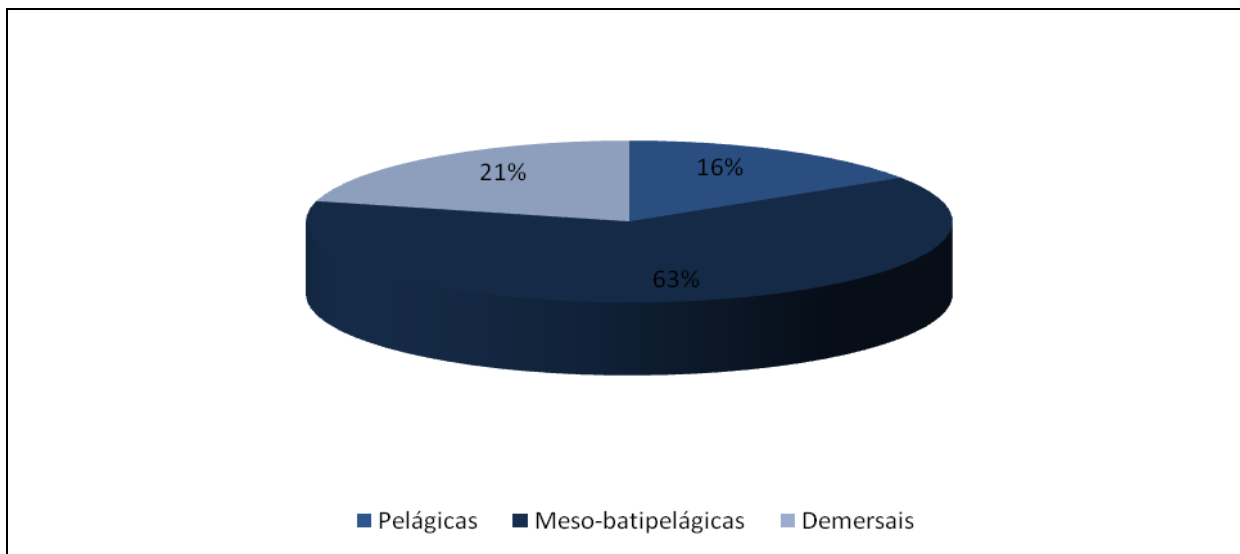


FIGURA 5.4.3-5 Percentual da densidade de larvas de peixes pelágicas, meso-batipelágicas e demersais coletadas com a malha de 500 $\mu$ m durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos.



Na análise do dendrograma foi possível verificar a formação de quatro grupos a um nível de similaridade de 40% (Figura 5.4.3-6). O grupo A foi formado pelas estações 4 e 12, que registraram os menores valores de larvas de *M. stehmanni*. O grupo B englobou as estações 1, 7 e 8; e o grupo C foi formado pelas estações 3 e 6 devido a presença exclusiva de *Pterelotris randalii*. O grupo D incluiu as estações 2, 5, 9, 10 e 11 que registraram de maneira geral as maiores densidades de *M. stehmanni*.

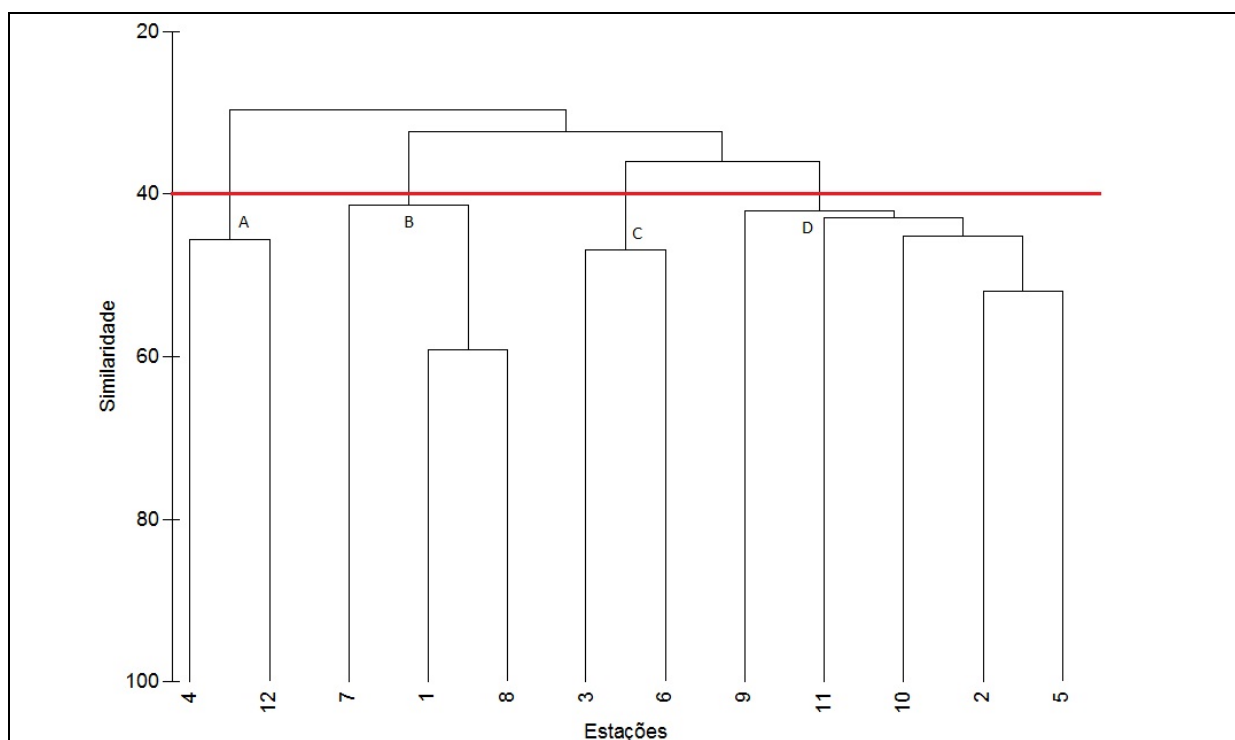


FIGURA 5.4.3-6

Análise de agrupamento das amostras obtidas com a malha de 330 µm da rede bongô durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C38, Bacia de Campos.

Existe pouca literatura contemplando a descrição dos ovos de peixes, o que torna muito difícil a identificação dos mesmos. Porém, alguns ovos apresentam características muito particulares permitindo a identificação, em alguns casos, até espécie. Entre os ovos coletados nesse estudo estão os da família Synodontidae que possuem a membrana externa ornamentada na forma de polígonos (Stevens & Moser, 1996) e os ovos da espécie *Maurolicus stehmanni* (Sternoptychidae) que possuem ornamentações hexagonais na membrana externa (Richards, 2006). Os ovos de Trichiuridae são grandes e possuem uma coloração rosada no espaço perivitelínico e pigmentos característicos no embrião (Sandknop & Watson, 1996). Na campanha realizada em setembro de 2009, além dos ovos descritos também foram registrados os de Clupeidae.





O número de táxons de larvas de peixes encontrado na área dos blocos BM-C-37 e BM-C-38 nesse estudo foi alto e superior ao registrado anteriormente na mesma área. Nenhuma espécie coletada é endêmica dessa região ou está ameaçada de extinção (DOU, 2004). Todas as espécies identificadas já tinham sido registradas na costa brasileira, durante o estágio larval e/ou adulto (Figueiredo *et al.*, 2002; Menezes *et al.*, 2003; Bonecker & Castro, 2006; Castro, 2006). Neste estudo foram identificados 44 táxons que não ocorreram na campanha de setembro de 2009. Portanto, esse estudo permitiu ampliar a lista de táxons de larvas de peixes registradas na área dos blocos BM-C-37 e BM-C-38.

As larvas de *Maurolicus stehmanni* e Myctophidae que foram mais frequentes e mais abundantes também se destacaram em estudos desenvolvidos na costa sudeste brasileira (Nonaka *et al.*, 2000; Bonecker *et al.*, 2007; Castro *et al.*, 2010). As larvas da família Myctophidae normalmente são dominantes 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; Castro *et al.*, 2010). No oceano Índico, as larvas de Myctophidae representam aproximadamente 47% da captura total e a biomassa total dessa família pode corresponder a mais de 600 milhões de toneladas (Moser & Ahlstrom, 1996; Moser & Watson, 2006).

O predomínio de alguns táxons é um fato comum na comunidade de larvas de peixes (Houde & Lovdal, 1984; Katsuragawa *et al.*, 1993). No estudo de 2009 realizado nessa área, além de *M. stehmanni* também foi observada uma dominância e alta frequência de larvas de *Engraulis anchoita* (Engraulidae). Nessa campanha as larvas de Engraulidae ocorreram apenas nas estações 2, 4, 6 e 12.

Entre as famílias identificadas, algumas apresentam importância comercial como manjubas, cavalinha, trilha, solha, abrótea, pirá, parati, tira-vira e peixe-espada (Szpilman, 2000). Apesar das espécies meso-batipelágicas não serem comercializadas, são consideradas um elo trófico importante na cadeia alimentar oceânica (Okiyama, 1971). Por exemplo, 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 (Angel & Pugh, 2000; Angel, 2003). Além disso, servem como alimento para algumas espécies que possuem importância comercial como os atuns e os bonitos (Nafpaktitis *et al.*, 1977; Castro *et al.*, 2010).

Os hábitos das famílias de larvas de peixes coletadas são muito variados, e algumas são pelágicas, meso-batipelágicas e demersais. Os representantes das famílias Engraulidae, Blenniidae, Sciaenidae, Carangidae, Scorpaenidae, Serranidae e Gobiidae possuem uma distribuição mais costeira (Figueiredo & Menezes, 1978, 1980; Nonaka *et al.*, 2000) e as famílias Myctophidae, Gonostomatidae, Stomiidae, Chlorophthalmidae, Phosichthyidae, Paralepididae, Sternoptychidae e



Scombridae são mais oceânicas (Menezes & Figueiredo, 1980; Figueiredo & Menezes, 2000; Richards, 2006; Bonecker & Castro, 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; Castro *et al.*, 2010) assim como registrado no presente estudo e na campanha de baseline realizada na área anteriormente (PIR2/Maersk, 2009).

A presença de larvas mesopelágicas próximo da quebra da plataforma, como registrado nesse estudo, é uma evidência da influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e/ou da migração vertical diária realizada por algumas espécies. Os dados de temperatura e salinidade registrados nesse estudo mostraram a presença da ACAS chegando aproximadamente a 77 metros de profundidade.

As baixas densidades de ovos e larvas de peixes encontrados podem estar relacionadas à sazonalidade e a oligotrofia da região. A baixa produtividade, que é típica da Bacia de Campos, reflete uma baixa densidade de organismos zooplânctônicos e conseqüentemente baixa densidade de ovos e larvas de peixes. Entretanto, a área onde foram realizadas as coletas pode ser influenciada também pela ressurgência de Cabo Frio. Um estudo desenvolvido na região de Cabo Frio sugeriu que os eventos de ressurgência e subsidência nessa área promoveriam variações principalmente nas densidades das famílias de peixes (Lopes, 2006; Lopes *et al.*, 2006). Esse estudo sugere que o padrão de distribuição do ictioplâncton nessa área é determinado em parte pela ACAS, Água Costeira e pela concentração de clorofila. De acordo com Valentin (2001), o fluxo da ACAS sobre a plataforma continental influencia a composição e a abundância dos peixes demersais. Segundo o autor, espécies que são típicas de ambientes mais profundos podem chegar a regiões mais costeiras (30 a 60 m de profundidade) junto com a ACAS.

Coletas de ictioplâncton realizadas durante o inverno, geralmente registram baixas densidades de ovos e larvas, como foi observado neste estudo e na campanha de setembro de 2009. Geralmente, a maioria das espécies de peixes desova durante as épocas mais quentes do ano e em regiões tropicais, o período reprodutivo se estende do início da primavera até o final do verão (Vazzoler, 1992). Estudos desenvolvidos e em outras áreas da costa brasileira registraram maiores densidades de ovos e larvas de peixes durante o verão (Bonecker *et al.*, 1992/93; Katsuragawa *et al.*, 1993; Lopes *et al.*, 2006). Monteiro-Ribas & Mureb (1986) estudaram o ictioplâncton na zona de influência da ressurgência de Cabo Frio (profundidade máxima de 48 m) e observaram maiores densidades de ovos e larvas de peixes durante o mês de outubro. Lopes (2006) também realizou um estudo na região de Cabo Frio e observou maiores densidades de ovos durante o verão e menores densidades no inverno apesar das diferenças não terem sido consideradas significativas. O mesmo estudo destacou que há também uma redução das densidades de ovos de peixes nas estações oceânicas em relação às neríticas.



A análise de agrupamento realizada evidenciou a formação de quatro assembléias de larvas de peixes. Entretanto, quando comparamos com as assembléias formadas na campanha de baseline realizada em setembro de 2009 fica evidente que ainda não é possível estabelecer um padrão de distribuição espacial dos táxons. Observou-se, porém uma semelhança entre as estações 3, 6 e 7, 1, em relação à composição taxonômica, nas duas campanhas realizadas nessa área. A continuidade de amostragens nessa área poderá auxiliar a definir se há algum padrão espacial e sazonal de distribuição da comunidade ictioplanctônica na 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-aquasos (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).

A relação total dos indivíduos de cada táxon encontrado em cada uma das réplicas das estações desta campanha encontra-se no anexo correspondente à macrofauna. Para facilitar o reconhecimento das espécies e táxons identificados e não sobrecarregar as tabelas com várias divisões taxonômicas foi elaborada uma listagem em ordem filogenética, com a relação de todas as espécies e gêneros encontrados e seus respectivos descritores.

No total, foram registrados 4124 organismos nas 36 amostras coletadas nesta campanha. Houve uma variação considerável na densidade média da macrofauna bentônica entre as estações de coleta, de  $79,0 \pm 37,0$  inds/3L (est. 11) a  $167,0 \pm 111,1$  inds/3L (est. 3), embora as diferenças não tenham sido significativas ( $p=0,37$ ) (Figura 5.3.4-1).

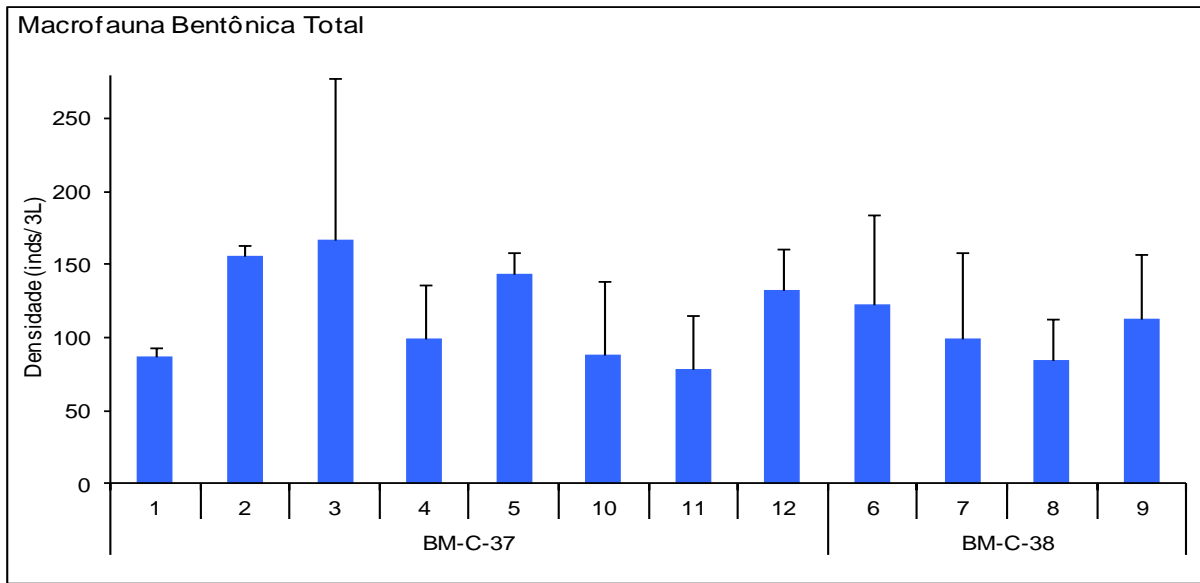


FIGURA 5.3.4-1 Densidade média (+DP) de organismos por estação de coleta, durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C38, Bacia de Campos.

Foram encontrados 8 filos animais (cnidários, nemertíneos, nematódeos, sipunculídeos, anelídeos, artrópodos, moluscos e equinodermes), sendo que os anelídeos poliquetas foram dominantes (69,9% do total), seguidos pelos crustáceos peracáridos (17,8%), equinodermes (2,2%) e nematódeos (2,2%). Os demais grupos taxonômicos representaram 7,9% da comunidade (Figura 5.3.4-2). A relação das espécies/morfo-espécies/grupos é encontrada em tabelas no anexo correspondente.

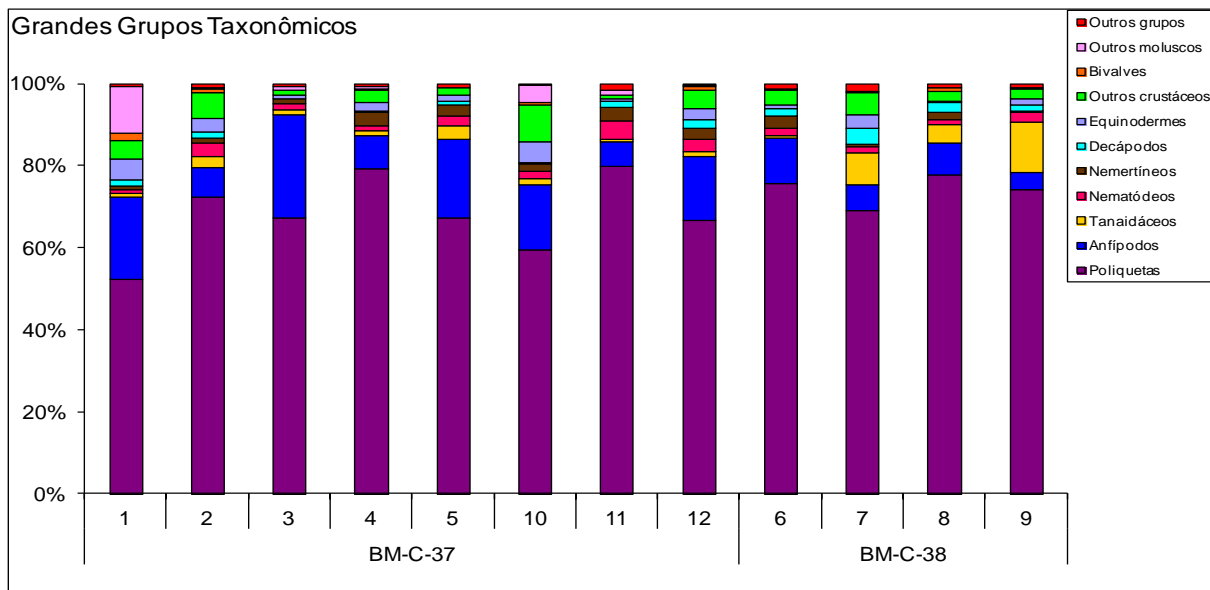


FIGURA 5.3.4-2 Freqüência relativa dos principais grupos taxonômicos em cada uma das estações de coleta, durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C38, Bacia de Campos.



A média do número de espécies por estação de coleta variou de  $23,7 \pm 3,1$  (estação 1) a  $40,3 \pm 6,7$  espécies/3L (estação 2) (Figura 5.3.4-3). Não houve diferença significativa entre o número de espécies das diferentes estações de coleta ( $p=0,34$ ).

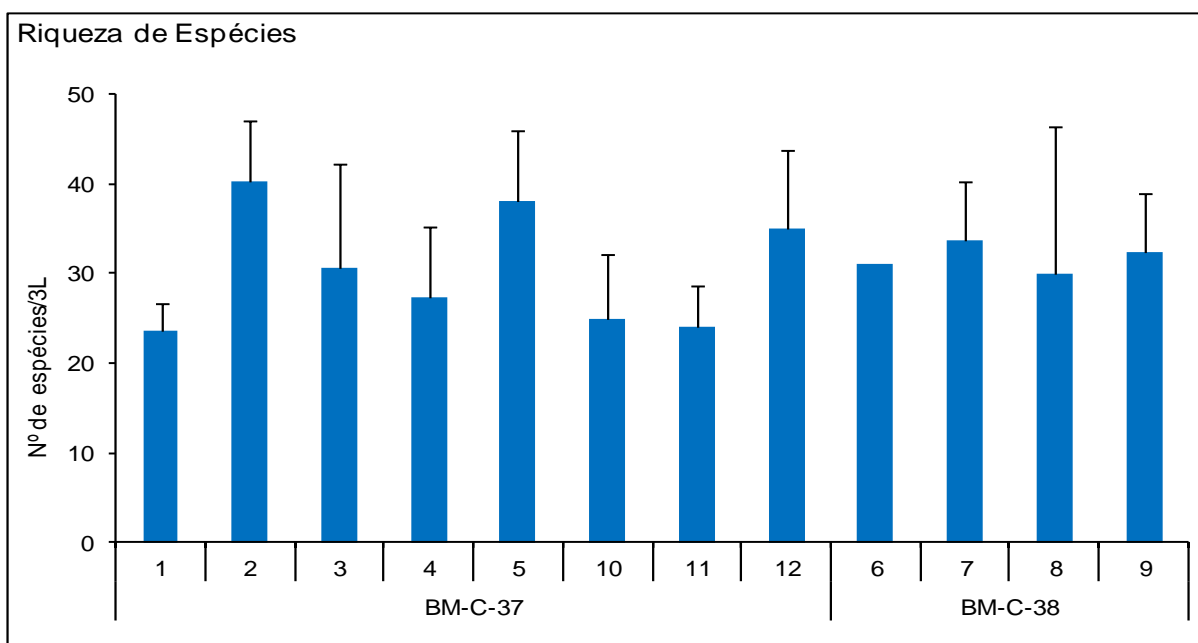


FIGURA 5.3.4-3 Média do número de espécies (+DP) por estação de coleta, durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C38, Bacia de Campos.

Em relação à diversidade (Shannon & Weaver, 1949) os valores foram relativamente altos e variaram de  $3,52 \pm 0,73$  (estação 3) a  $4,75 \pm 0,89$  bits/ind (estação 2) (Figura 5.3.4-4). Da mesma forma que para a riqueza de espécies, não houve diferença significativa entre a diversidade de espécies das estações de coleta ( $p=0,13$ ).

Quanto à equitatividade, os valores estiveram entre 0,73 (estação 3) e 0,94 (estações 7 e 10) (Figura 5.3.4-4), sendo que os valores das estações 7 e 10 foram significativamente maiores que os valores das estações 3, 4, 5, 9 e 12 ( $p=0,003$ ).

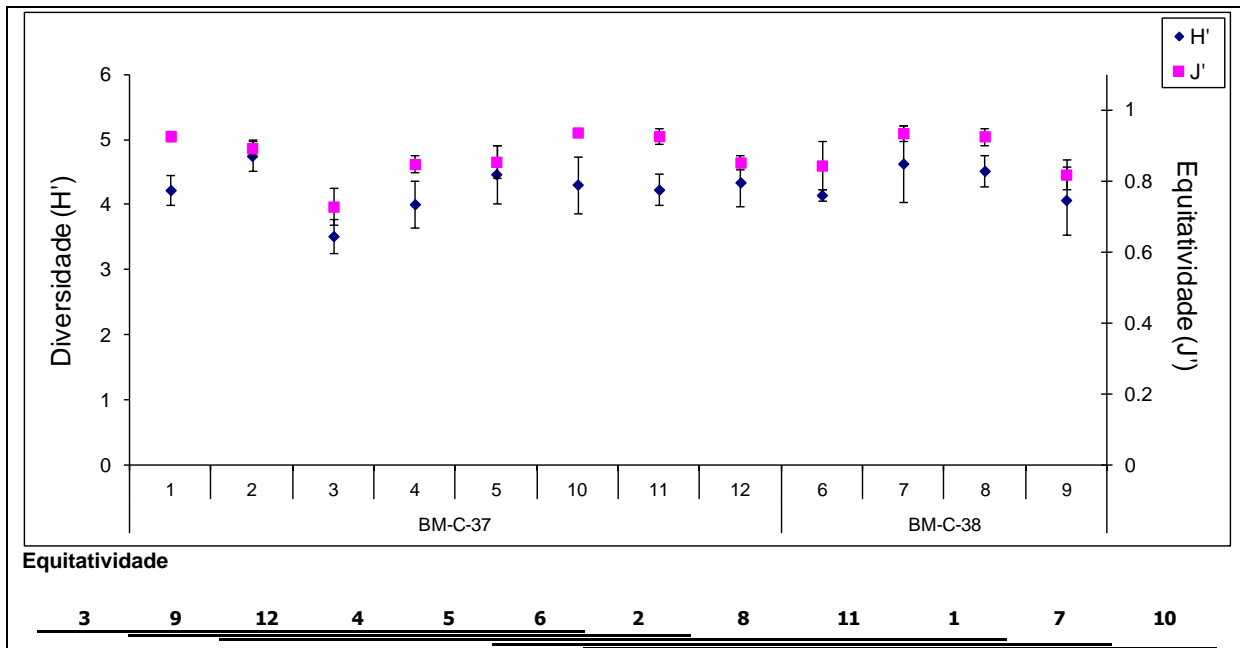


FIGURA 5.3.4-4 Diversidade de Shannon (+DP) e equitatividade (+DP) por estação de coleta. As barras horizontais representam os resultados obtidos pela comparação múltipla, a partir da constatação de diferenças significativas pela Análise de Variância ( $p < 0,05$ ), apontando as estações semelhantes entre si.

Dos grupos identificados em níveis taxonômicos inferiores foram encontrados pelo menos 161 táxons diferentes, um valor relativamente alto para o número de organismos encontrados. Estes resultados refletiram em valores altos de diversidade e equitatividade em grande parte das estações de coleta. Das dez espécies mais abundantes, oito foram poliquetas e duas anfípodos, representando 42,3% do total de organismos. Os poliquetas *Kinbergonuphis orenzansi* (12,3%) e *Spiophanes duplex* (7,3%) foram os mais abundantes e ocorreram em todas as estações de coleta. As duas espécies de anfípodos representaram 6,9% do total de organismos encontrados.

O dendrograma resultante da análise de agrupamento da matriz de associações entre as estações (modo "Q") (Figura 5.3.4-5) e a análise de ordenação MDS (Figura 5.3.4-6) mostraram uma separação entre seis estações do Bloco BM-C-37, sendo que as estações 2 e 5 (Bloco BM-C-37) se agruparam com as do Bloco BM-C-38. Essa separação deve estar muito ligada às diferenças no tipo de sedimento. O sedimento das estações do bloco BM-C-38 foram classificados como areia média, juntamente com o da estação 2, enquanto que o sedimento das demais estações foram classificadas como areia fina ou muito fina.

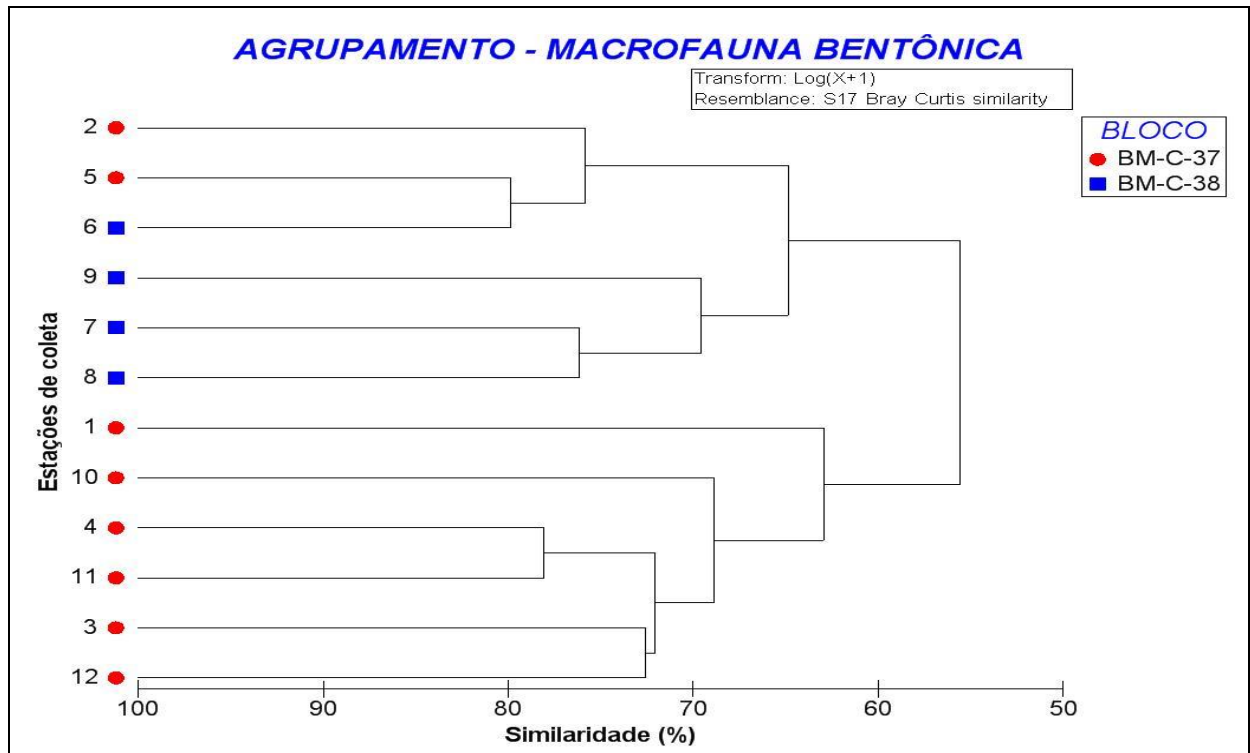


FIGURA 5.3.4-5 Dendrograma resultante da análise de agrupamento da matriz de associações entre as estações (modo "Q").

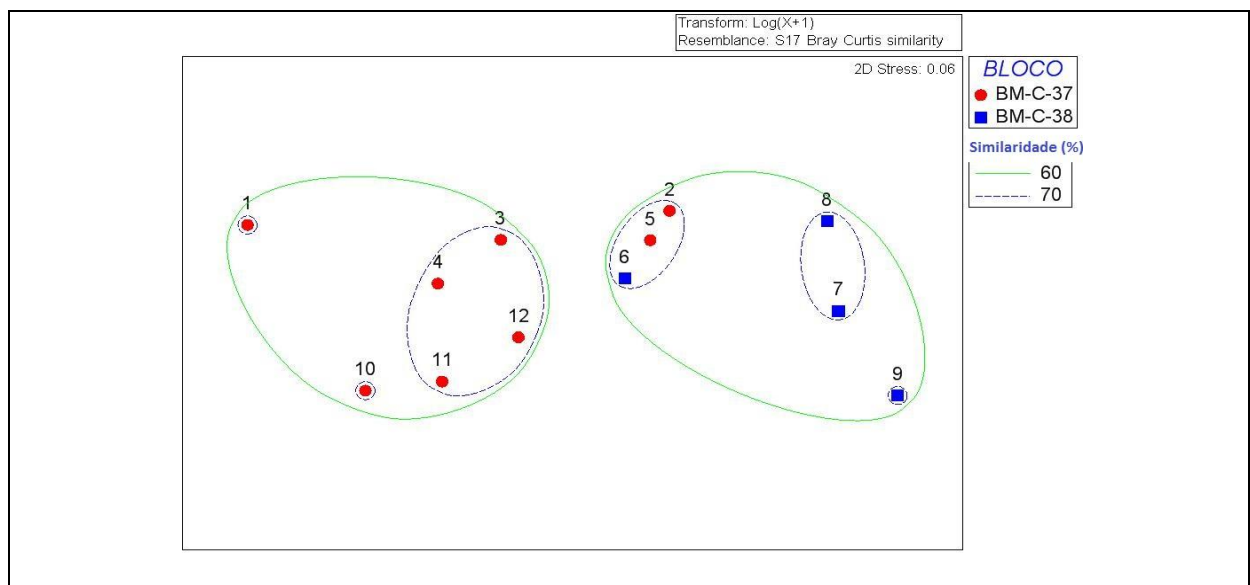


FIGURA 5.3.4-6 Diagrama MDS com os resultados da análise das associações de espécies das estações de coleta, durante a campanha de monitoramento ambiental realizada nos blocos BM-C-37 e BM-C38, Bacia de Campos.

A similaridade entre as estações do Bloco BM-C-37 (65,7%) foi próxima à similaridade entre as estações do Bloco BM-C-38 (68,0). Como as diferenças não foram significativas entre as estações,





com exceção da equitatividade, observa-se que os valores médios de densidade, diversidade, riqueza e equitatividade de espécies de ambos os blocos foram muito semelhantes. No entanto, em relação às espécies que mais contribuíram no grupo de estações de cada um dos blocos, apenas duas espécies de poliquetas foram comuns aos dois grupos: *Kinbergonuphis orensanzi* e *Ampharete sp* (Tabela 5.3.4-I).

TABELA 5.3.4-I Contribuição das espécies para cada um dos blocos, segundo os resultados do SIMPER.

Resultados SIMPER – Blocos BM-C-37 e BM-C-38			
Similaridade no Bloco BM-C-37 = 65,7%			
Estações de coleta: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11 e 12			
Espécie	Abundância Média	Similaridade Média	Contribuição (%)
<i>Kinbergonuphis orensanzi</i>	3,66	5,24	7,98
<i>Spiophanes duplex</i>	3,09	4,54	6,91
<i>Paramphinome besnardii</i>	2,35	3,58	5,44
<i>Exogone sp</i>	2,59	3,51	5,35
<i>Sigambra grubii</i>	2,14	3,17	4,82
<i>Ampharete sp</i>	2,09	3,01	4,59
<i>Ampelisca youngi</i>	2,21	2,92	4,44
<i>Nephtys sp II</i>	2,14	2,76	4,20
Densidade média = 119,2 ± 52,2 inds/3L		Diversidade Poliquetas = 4,23 ± 0,44 bits/ind	
Riqueza Poliquetas = 30,5 ± 9,0 espécies/3L		Equitatividade = 0,87 ± 0,07	
Similaridade no Bloco BM-C-38 = 65,7%			
Estações de coleta 6, 7, 8 e 9			
Espécie	Abundância Média	Similaridade Média	Contribuição (%)
<i>Spiophanes duplex</i>	3,26	5,15	7,58
<i>Kinbergonuphis orensanzi</i>	3,00	4,12	6,07
<i>Aphelochaeta sp</i>	2,44	4,12	6,06
<i>Galathowenia sp</i>	2,38	3,88	5,71
<i>Spiophanis bombyx</i>	2,32	3,68	5,41
<i>Eunice rubra</i>	2,33	3,64	5,36
<i>Goniada littorea</i>	2,05	3,22	4,73
<i>Notomastus lobatus</i>	2,01	3,13	4,60
<i>Cherasmus marginatus</i>	1,93	3,13	4,60
<i>Ampharete sp</i>	2,09	3,09	4,55
Densidade média = 105,3 ± 45,1 inds/3L		Diversidade Poliquetas = 4,34 ± 0,43 bits/ind	
Riqueza Poliquetas = 31,8 ± 9,3 espécies/3L		Equitatividade = 0,88 ± 0,06	

Foi efetuada a correlação linear de Spearman entre a densidade total, de poliquetas e de anfípodos, diversidade, equitatividade e riqueza da macrofauna bentônica com as porcentagens das diferentes frações granulométricas, matéria orgânica, carbono orgânico total e do carbonato de cálcio presente no sedimento. As correlações obtidas foram relativamente fracas: a densidade total e a diversidade de espécies apresentaram correlação positiva com a porcentagem de areia grossa, a densidade de poliquetas apresentou correlação positiva com a porcentagem de areia muito grossa, areia grossa e



CaCO<sub>3</sub> e negativa com a porcentagem de areia muito fina, a riqueza de espécies apresentou correlação positiva com a porcentagem de areia muito grossa, grossa e média e negativa com areia fina e muito fina. A equitatividade de espécies apresentou correlação positiva com a porcentagem de areia muito fina e negativa com a porcentagem de carbono total e matéria orgânica (Tabela 5.3.4-II).

TABELA 5.3.4-II

Correlação entre os parâmetros das variáveis ambientais com os parâmetros estruturais da comunidade: densidade total, de poliquetas e de anfípodos, diversidade (H'), equitatividade (J') e riqueza de espécies, baseada no coeficiente de correlação de Spearman ( $p < 0,05$ ). Positivas em azul e negativas em vermelho.

Correlação de Spearman						
parâmetros	dens. total	dens. Pol.	dens. Anf.	H	J	Riqueza
cascalho						
areia muito grossa	0,34	0,43		0,34		0,42
areia grossa		0,36				0,46
areia média						0,34
areia fina						- 0,36
areia muito fina		- 0,42			0,33	- 0,47
silte						
argila						
carbonatos		0,40				0,44
carbono total					- 0,38	
matéria orgânica					- 0,50	

Em relação ao ambiente, a profundidade e as características do sedimento foram semelhantes na grande parte das estações, principalmente no que se refere à dominância de frações arenosas e aos altos teores de carbonato de cálcio. A análise da fração grossa do sedimento revelou a presença de fragmentos de algas calcárias, corais, briozoários, tubos de poliquetas e conchas de moluscos. O substrato disponível para a colonização dos animais foi formado efetivamente pela grande quantidade de fragmentos calcários, que foi similar em todas as estações amostradas. Nas regiões nordeste e leste da costa brasileira, o domínio dessas formações de substratos calcários diminui em direção à região sul, ficando confinada a áreas da plataforma externa sob forma de manchas isoladas, em alternância com fundos predominantemente lamosos, sendo que sua formação está associada a eventos regressivos do nível do mar (Kempf, 1972).

Não foram observadas diferenças significativas em relação à densidade total e de poliquetas, diversidade e riqueza de espécies entre os dois blocos de estações desta campanha. Apesar da ausência de diferenças nos valores de densidade e de índices ecológicos, houve uma separação evidenciada pela análise de agrupamento e MDS, onde estações com sedimento um pouco mais grosso (principalmente do Bloco BM-C-38) se separaram das demais. Essa influência do sedimento



sobre alguns valores da comunidade, pode ser evidenciada, embora fracamente, pelas correlações obtidas, onde o sedimento mais grosso, teve correlação positiva com valores de densidade, diversidade e riqueza de espécies. Em termos de composição específica, das oito espécies mais importantes para a caracterização de cada um dos blocos (Análise Simper), apenas as duas mais importantes (*Kinbergonuphis orensanzi* e *Spiophanes duplex*) foram comuns aos dois blocos. Em relação à composição específica é importante ressaltar que não houve dominância acentuada de espécies consideradas oportunistas ou indicadoras de algum tipo de distúrbio ambiental.

Os valores relativamente altos de diversidade específica, a ausência de diferenças significativas entre densidades, diversidade e riqueza de espécies para as diversas estações e a ausência de dominância de espécies indicadoras de algum tipo de distúrbio sugerem que a área em questão aparentemente encontra-se numa situação estável, sem indícios de perturbações que afetem a estrutura da comunidade bentônica presente.

A comparação entre os valores observados na campanha de baseline (setembro de 2009) realizada apenas para as estações em comum nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, mostra que houve um aumento considerável nos valores de densidade total e de poliquetas e de diversidade e riqueza das espécies nas estações de ambos os blocos (Figura 5.3.4-7).

Com exceção da equitatividade, todos os demais valores referentes à campanha atual foram significativamente maiores que os da campanha de “baseline”: densidade total ( $p=0,0003$ ), densidade de poliquetas ( $p=0,0003$ ), diversidade de espécies ( $p=0,01$ ) e riqueza de espécies ( $p=0,0004$ ).

Em relação à composição específica, a espécie mais abundante de cada uma das campanhas é um poliqueta do gênero *Kinbergonuphis*: *Kinbergonuphis fauchaldi* na campanha de baseline e *Kinbergonuphis orensanzi* na campanha atual. Das 15 espécies mais abundantes de cada uma das campanhas, apenas os poliquetas *Spiophanes duplex*, *Sigambra grubii* e *Goniada littorea* foram comuns às duas campanhas.



Monitoramento Ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e BM-C38, Bacia de Campos (junho de 2012)

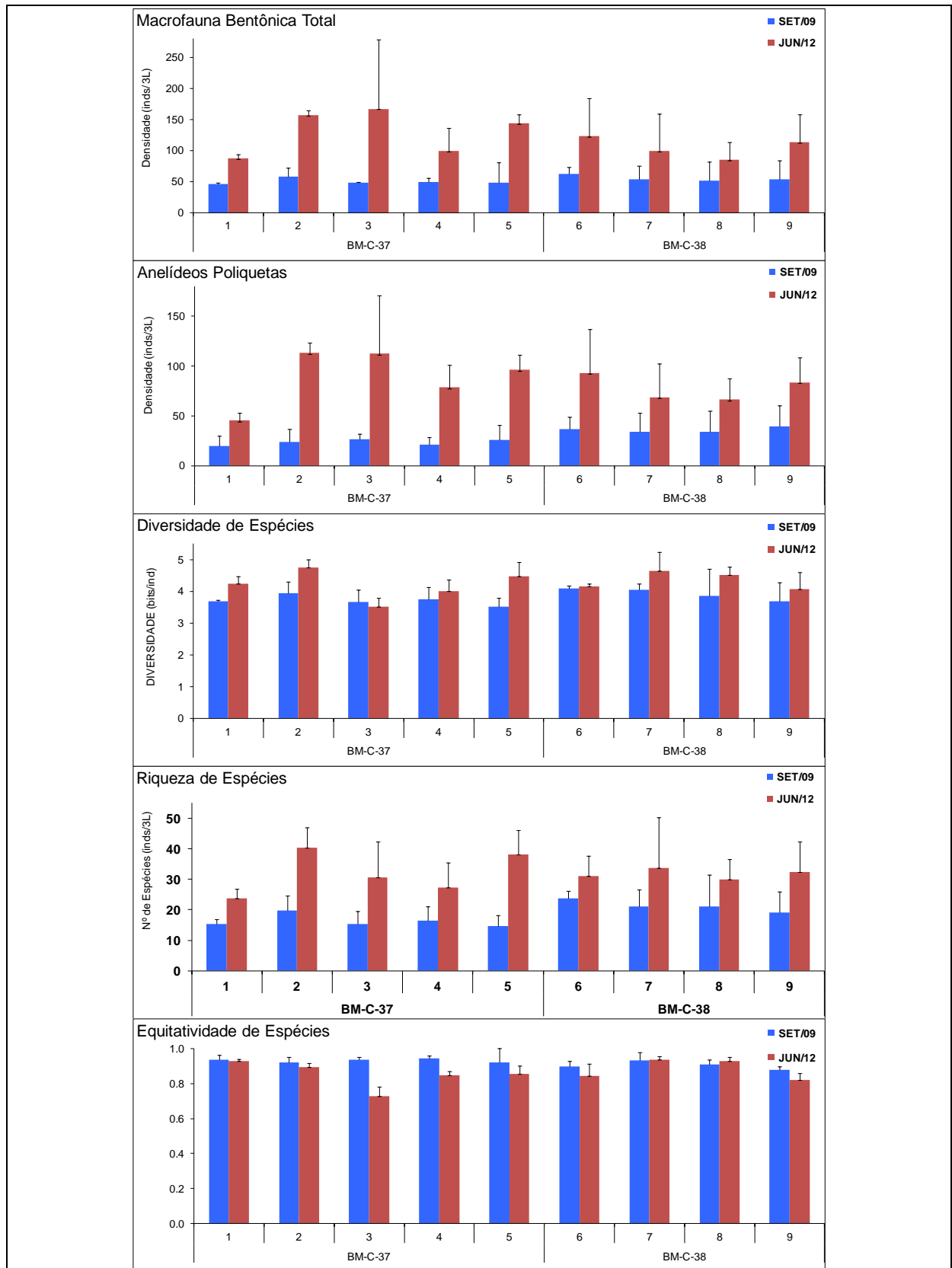


FIGURA 5.3.4-7 Comparação entre os valores obtidos na campanha de “baseline” e na campanha atual.



Esse aumento nos valores descritores da comunidade já havia sido observado quando foi realizada a comparação entre os valores da campanha de baseline dos blocos BM-C-37 e BM-C-38 (Tabela 5.3.4-III).

TABELA 5.3.4-III Comparação dos valores máximos e mínimos obtidos na análise da macrofauna bentônica da campanha de "baseline" e atual dos Blocos BMC-37 e BMC-38, Bacia de Campos.

Comparação entre as campanhas realizadas nos blocos				
CAMPANHA	BMC-37 ("BASELINE") SETEMBRO 2009	BMC-38 ("BASELINE") SETEMBRO 2009	BMC-38 JUNHO 2012	BMC-37 JUNHO 2012
Número de estações de coleta	5	4	4	8
Densidade média total (inds/3L)	46,3±2,1 a 58,3±13,7	51,3±30,1 a 62,0±11,4	85,3±27,9 a 123,0±61,0	79,0±37,0 a 167,0±111,1
Densidade média total sem nematódeos (inds/3L)	44,7±3,2 a 56,7±14,2	49,3±31,5 a 59,0±10,4	84,3±27,0 a 120,7±60,5	75,7±34,8 a 164,7±109,0
Densidade média de poliquetas (inds/3L)	20,0±10,1 a 26,7±5,5	34,0±18,7 a 39,7±20,6	66,3±21,4 a 93,0±44,0	45,3±7,4 a 113,0±10,4
Número total de táxons de poliquetas	43	50	70	83
Diversidade média de poliquetas (bits/ind)	2,67±0,57 a 3,14±0,21	3,31±0,58 a 3,74±0,22	3,75±0,46 a 4,35±0,24	3,30±0,18 a 4,42±0,26
Equitatividade média de poliquetas	0,90±0,12 a 0,95±0,04	0,87±0,03 a 0,92±0,05	0,80±0,05 a 0,94±0,02	0,73±0,03 a 0,94±0,00
Riqueza de poliquetas (nº de espécies/3L)	8,7±4,6 a 10,3±1,5	14,7±4,9 a 17,7±3,5	24,0±5,0 a 26,7±10,6	17,0±1,7 a 31,0±5,3
Espécies dominantes de poliquetas	<i>Kinbergonuphis fauchaldi</i> <i>Sigambra grubii</i> <i>Lumbriclymene cf. minor</i> <i>Nephtys sp</i> <i>Myriochele sp</i> <i>Paralacydonia cf. paradoxa</i> <i>Prionospio sp</i> <i>Brania sp</i> <i>Anobothrus cf. paleatus</i> <i>Spiochaetopterus sp</i>	<i>Spiophanes duplex</i> <i>Kinbergonuphis fauchaldi</i> <i>Myriochele sp</i> <i>Lumbriclymene cf. minor</i> Cirratulidae sp 1 <i>Phyllochaetopterus sp</i> <i>Goniada littorea</i> <i>Notomastus sp</i> <i>Prionospio sp</i> <i>Aricidea sp 1</i>	<i>Kinbergonuphis orenzansi</i> <i>Spiophanes duplex</i> <i>Mesochaetopterus sp</i> <i>Aphelochaeta sp</i> <i>Galathowenia sp</i> <i>Eunice rubra</i> <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Ampharete sp</i> <i>Paramphinome besnardii</i> <i>Goniada littorea</i>	<i>Kinbergonuphis orenzansi</i> <i>Spiophanes duplex</i> <i>Exogone sp</i> <i>Nephtys sp 2</i> <i>Paramphinome besnardii</i> <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Sigambra grubii</i> <i>Ampharete sp</i> <i>Diopatra tridentata</i> <i>Aphelochaeta sp</i>

Com exceção dos valores de equitatividade, em todos os demais a maior média observada na campanha de baseline corresponde ou é menor à menor média observada para o monitoramento dos blocos. Em relação à composição específica dos poliquetas, das dez espécies mais abundantes das



estações pertencentes ao Bloco BM-C-37, apenas o gênero *Kinbergonuphis* foi coincidente nos dois períodos de campanha. Quanto ao Bloco BM-C-38, o gênero *Kinbergonuphis* e a espécie *Spiophanes duplex* foram mais abundantes em ambas as campanhas. Não houve coincidência entre as oito demais mais importantes de cada uma das campanhas

Algumas questões importantes devem ser levantadas nessa comparação. A primeira delas é considerar o esforço amostral de cada uma das campanhas em relação ao Bloco BM-C-37. Para a campanha de baseline foram amostradas apenas 5 estações, enquanto que na campanha atual foram 8 estações. Essa menor quantidade de estações na campanha de baseline restringe principalmente o número de táxons registrados. Mesmo assim, as diferenças são bastante acentuadas e, em relação ao Bloco BM-C-37, evidenciam que houve uma manutenção desses valores mais altos na campanha atual em relação aos obtidos durante o baseline.

Essas comparações reforçam a afirmação anterior em relação à estrutura da macrofauna bentônica da área, confirmando valores relativamente altos de densidade total, diversidade e riqueza específica, a ausência de dominância de espécies indicadoras de algum tipo de distúrbio, o que sugere a área em questão aparentemente encontra-se numa situação estável, sem indícios de perturbações que afetem a estrutura da comunidade bentônica presente.

## 6. CONSIDERAÇÕES

As considerações aqui elaboradas são válidas, uma vez que os procedimentos de coleta e análise dos dados seguiram os bons procedimentos de coleta que são utilizados em programas desse cunho ao redor do mundo e dessa forma, fornecem informações importantes não somente da qualidade da água e do sedimento, como também da estrutura das comunidades biológicas analisadas, antes de iniciada a implementação das atividades de E&P nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, localizados na Bacia de Campos.

### 6.1. Oceanografia e Água

As amostragens da coluna d'água durante o monitoramento ambiental realizado nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, 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° 357 para água salina classe 1. 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 dos 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. Os resultados de nutrientes encontrados na presente campanha, mostraram na sua maioria concentrações usuais e condizentes com a região estudada, além de similares às encontradas durante o baseline realizado anteriormente na região e inferiores aos limites máximos permitidos para águas salinas de classe 1, segundo a resolução CONAMA 357/2005. Ressalta-se ainda que em todas as estações as maiores concentrações dos nutrientes foram encontradas sempre no estrato mais profundo e, como explicado, acima, tal fato reforça a presença da ACAS durante a realização das coletas. 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.

Como observado durante a campanha de baseline realizada nos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, na Bacia de Campos, as concentrações de carbono orgânico particulado e dissolvido foram similares ou inferiores as já encontradas na área estudada (PIR2/Maersk, 2009). Ademais, nenhuma diferença espacial expressiva pôde ser observada.

As concentrações dos diferentes metais quantificados nas amostras de água durante os monitoramentos realizados até o presente nos blocos foram baixas e, em sua maioria não detectados e são características de águas oceânicas. 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 2009 (PIR2/Maersk, 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 (PIR2/Maersk, 2009).

Considerando os 16 HPAs prioritários, também não foram detectadas concentrações desse composto nas amostras de água analisadas. O fato de não terem sido encontradas concentrações detectáveis de hidrocarbonetos totais (HTP) ou aromáticos (HPAs) nas amostras de água através dos esforços implementados para este projeto indica que o ambiente, pelo menos nas condições amostradas, não encontra-se impactado pelas atividades de perfuração realizadas na área. Contudo, isso não quer dizer que esses compostos não existam na área, mas apenas que pelo limite de detecção do método utilizado, assim como pelo esforço amostral empregado (três estações), esses compostos não foram detectados ao longo da coluna d'água.

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, uma vez que são esperadas variações nos parâmetros analisados quando são realizadas coletas em diferentes períodos. Ressalta-se que a maioria das variações observadas nos parâmetros analisados na coluna d'água foram mais influenciados pela presença das massas de água predominantes durante a coleta em suas profundidades características, sendo que todos os parâmetros analisados na água situaram-se dentro dos limites aceitáveis estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas de classe 1.

## 6.2. Sedimento





Os parâmetros físico-químicos analisados no sedimento das estações amostradas durante a caracterização ambiental do Template de Produção mostraram valores em sua maioria usuais ao ambiente e dentro dos limites esperados para a região. Importantes indicadores ambientais como os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) e hidrocarbonetos totais (HTP) não foram detectados no presente monitoramento. Os resultados mostraram concentrações de metais totais e biodisponíveis no sedimento abaixo da TEL (*Threshold Effect Level* - limite abaixo do qual os efeitos tóxicos irão ocorrer raramente) e as concentrações dos hidrocarbonetos poliaromáticos 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. 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 inseridos.

A análise granulométrica revelou a predominância das frações mais arenosas em todas as estações e apesar de algumas diferenças pontuais não pôde ser observada nenhuma variação espacial expressiva na granulometria das estações analisadas e situadas nos blocos, indicando uma composição granulométrica mais homogênea na área correspondente a malha amostral utilizada. Comparando a composição granulométrica do sedimento amostrado nas estações durante a presente campanha, com os resultados obtidos durante os monitoramentos realizados anteriormente na área dos Blocos BM-C-37 e 38, podemos perceber que as frações arenosas foram as mais expressivas em ambas as campanhas, sendo que não houve grande variação entre a granulometria analisada na área. Contudo, algumas diferenças temporais eram esperadas uma vez que as malhas amostrais e a escala de coleta de alguns dos monitoramentos foram diferentes.

Os carbonatos apresentaram uma representatividade média expressiva no sedimento das amostras durante a presente campanha. Em todas as estações foram obtidos percentuais de carbonato superiores a 49%, sendo similares às concentrações encontradas durante o baseline (PIR2/Maersk, 2009). A distribuição espacial das frações sedimentares exemplifica a homogeneidade sedimentar encontrada em todas as estações amostradas.

Todas as concentrações de fósforo total obtidas na presente campanha de caracterização dos blocos foram similares às concentrações encontradas durante o baseline (PIR2/Maersk, 2009). A distribuição espacial de ambos os parâmetros durante a presente campanha não mostraram diferenças significativas. Precisa-se ainda levar em consideração, que tanto os resultados de nitrogênio quanto de fósforo total obtidos, encontram-se não somente abaixo do limite máximo estabelecido na CONAMA N°344 para níveis de classificação de material a ser dragado, de 4800mg/kg (0,48%) para nitrogênio Kjeldahl total e de 2000mg/kg (0,2%) para fósforo total, como estão em consonância com



as concentrações encontradas anteriormente na área, devendo corresponder a valores usuais de background da região.

Tanto os percentuais de MOT quanto de COT foram similares ou inferiores aos obtidos na campanha realizada anteriormente na área (PIR2/Maersk, 2009). Já que não existe nenhum limite estabelecido para COT pela legislação, utilizamos a CONAMA N°344 como referência para indicar a qualidade do sedimento, sendo assim, todos os percentuais de COT estiveram abaixo do limite estabelecido na CONAMA N°344 para níveis de classificação de material a ser dragado (10% para COT). Apesar de algumas diferenças espaciais e temporais, não pôde ser observado nenhum padrão de distribuição das concentrações encontradas das frações orgânicas analisadas durante a presente campanha, o que indica que as concentrações encontradas devem ser provavelmente usuais ao sedimento, considerando os locais e períodos das coletas realizadas.

Os resultados mostraram uma grande variação nas concentrações de sulfetos encontradas nas estações entre as campanhas realizadas na área, porém nenhum padrão espacial claro, pôde ser observado. Tal fato, parece indicar que essas concentrações devem fazer parte do background natural desta região, associadas as características pontuais (e.g. tipo de sedimento predominante, interações biogeoquímicas, taxas de oxi-redução, e de decomposição da matéria orgânica entre outras) dos locais onde foram coletadas as amostras.

Dos metais analisados durante a presente caracterização ambiental, 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); Vaguería (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. Os dados encontrados no presente monitoramento durante a campanha realizada antes de implementada qualquer atividade de E&P nos referidos blocos 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. Mesmo as concentrações de bário total, que de acordo com a literatura é um dos principais indicadores das atividades de E&P que podem ser encontrados no sedimento mostraram ainda concentrações similares e equivalentes aos resultados obtidos durante o baseline (PIR2/Maersk, 2009).



A falta de uma correlação espacial das concentrações encontradas de todos os metais em função da posição das estações não aponta para uma elevação significativa dos metais em função das campanhas realizadas, como pode ser observado como exemplo para as concentrações de bário encontradas entre as campanhas (Figura 5.3.5-5). Comparando-se também as concentrações encontradas de bário com estudos da literatura fica evidente que as concentrações encontradas até o momento são usuais para a região e o tipo de sedimento analisado e devem fazer parte do background regional.

Reforçando essa hipótese, 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 (limite acima do qual podem ser observados efeitos na biota) para o sedimento marinho pela NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration; NOAA, 1999) ou ainda aos níveis 1 (limite abaixo do qual não devem ser observados efeitos na biota) e 2 (limite acima do qual devem ser observados efeitos na biota) estipulados pela resolução CONAMA 344 de 2004, para sedimentos de origem salobra-salina, que dispõe sobre procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado, única resolução brasileira que estabelece concentrações limite de alguns poluentes em sedimento.

Os resultados obtidos com apenas algumas estações analisadas, parecem indicar que não existem qualquer tipo de contribuição das frações dos hidrocarbonetos totais (HTP) ou poliaromáticos (HPA) no ambiente analisado dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38. O fato de não terem sido encontradas concentrações detectáveis de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) ou de suas frações nas amostras de sedimento através dos esforços implementados para este projeto indica que o ambiente, pelo menos nas condições amostradas, não encontra-se impactado por esses compostos antes de iniciadas as atividades de E&P na área. Contudo, isso não quer dizer que esses compostos não existam na área, mas apenas que pelo limite de detecção do método analítico utilizado, assim como pelo esforço amostral empregado (uma réplica por estação), esses compostos não foram detectados e mantiveram-se abaixo dos limites de detecção analíticos utilizados.

## 6.3. Comunidades Biológicas

### 6.3.1. FITOPLÂNCTON E PIGMENTOS CLOROFILIANOS

Os resultados obtidos durante a campanha de monitoramento dos Blocos BM-C-37 e BM-C-38, 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 2009. Enquanto que diatomáceas e dinoflagelados apresentaram maior



contribuição na superfície, associadas a águas mais cálidas e salinas (AT), os dinoflagelados aumentaram sua contribuição no fundo, com águas mais ricas em nutrientes, características da ACAS. Apesar de maiores concentrações de nutrientes, nessa profundidade foram encontradas as menores biomassas clorofilianas e densidades fitoplanctônicas, indicando que provavelmente o fitoplâncton se encontrava limitado por luz.

A comunidade fitoplanctônica na área de estudo dos blocos BM-C-37 e BM-C38, na região de Cabo Frio (Bacia de Campos), durante o mês de junho de 2012 caracterizou-se por apresentar uma concentração de clorofila-a variando entre 0,01 e 0,39µg/L, valores uma ordem de magnitude inferiores aos encontrados durante o mês de setembro de 2009 na mesma região (PiR2/Maersk, 2009). A densidade celular de fitoplâncton seguiu um padrão similar ao da biomassa, sendo observado entre ambas variáveis uma elevada correlação indicando que possivelmente responderam às mesmas forçantes hidrográficas.

Quanto à composição em grandes grupos fitoplanctônicos, os coccolitoforídeos, os dinoflagelados e as diatomáceas foram os dominantes. Em relação à campanha anterior houve uma mudança na estrutura da comunidade, na presente campanha dominaram em abundância nanoflagelados, coccolitoforídeos, dinoflagelados e diatomáceas (nano e microplanctônicas), 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. Houve uma relação inversa entre o predomínio de diatomáceas-coccolitoforídeos e de dinoflagelados. Enquanto que diatomáceas e dinoflagelados apresentaram maior contribuição na superfície, associadas a águas mais cálidas e salinas (AT), os dinoflagelados aumentaram sua contribuição no fundo, com águas mais ricas em nutrientes, características da ACAS. Apesar de maiores concentrações de nutrientes, nessa profundidade foram encontradas as menores biomassas clorofilianas e densidades fitoplanctônicas, indicando que provavelmente o fitoplâncton se encontrava limitado por luz.

Não foi observado um padrão específico que caracteriza-se as estações dos blocos BM-C37 e BM-C-38, mas sim características similares entre as amostras de cada profundidade. Assim, a maior parte das amostras de superfície estiveram relacionadas com elevados valores de biomassa e densidade fitoplanctônica, além de valores de temperatura (> 20,0 °C) e salinidade (>36,0) típicos da Água Tropical (AT) . As amostras de fundo, por outro lado, estiveram associadas às maiores porcentagens de dinoflagelados e maiores concentrações de nutrientes, assim como a temperaturas de <18°C e salinidades <36 típicas da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). De uma forma geral, no presente estudo, os valores de temperatura e salinidade nas águas superficiais e intermediárias foram altos e as concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos e de clorofila-a foram baixos, resultados estes que caracterizaram a região como oligotrófica durante o estudo. Além dos fatores ambientais, o



fitoplâncton observado nesta região é típico de regiões oligotróficas, como a maioria das espécies de coccolitoforídeos e de dinoflagelados.

### 6.3.2. ZOOPLÂNCTON

O zooplâncton do sistema oceânico da Bacia de Campos, na área dos blocos BM-C-37 e BM-C-38, apresentou uma baixa densidade e uma grande riqueza taxonômica. Foi observada uma diminuição na densidade zooplanctônica, em comparação com a coleta realizada durante a campanha de baseline (PIR2/Maersk, 2009). Entretanto, é necessário ter cautela ao comparar as campanhas de amostragem, pois se deve considerar a heterogeneidade do esforço de coleta. Ao contrário da campanha anterior quando foram realizadas coletas em nove estações, na presente campanha foram realizadas coletas em 12 estações. Além disso, devemos considerar que as campanhas foram realizadas em épocas diferentes: primavera de 2009 (setembro) e inverno de 2012 (inverno).

A dominância dos grupos holoplanctônicos (Copepoda, Appendicularia e Branchiopoda) e meroplanctônicos (larvas de Mollusca), que juntos representaram 94% do total, reforça a caracterização da comunidade zooplanctônica como tipicamente oceânica.

As espécies mais abundantes dos principais grupos zooplanctônicos, como as formas jovens dos copépodes *Clausocalanus* e *Paracalanus*, e as espécies *Clausocalanus furcatus*, *Ctenocalanus citer* (espécie típica de água fria), *Oncaea venusta*, *Temora turbinata*, *Temora stylifera*, *Corycaeus giesbrechti*, *Corycaeus speciosus*, *Farranulla gracilis*, *Oithona plumifera*, *Calocalanus pavoninus*, *Acrocalanus longicornis* e *Subeucalanus pileatus*; os quetognatos *Flaccisagitta enflata* e *Parasagitta friderici*; as apendiculárias *Oikopleura longicauda* e *Oikopleura fusiformis*; o branquiópode *Penilia avirostris*; o doliolídeo *Doliolum nationalis* e a salpa *Thalia democratica* são espécies epi- e mesopelágicas, encontradas em águas tropicais, em ambientes costeiros e oceânicos e frequentes em toda costa brasileira. Além disso, a diversidade foi compatível com a encontrada em outros sistemas oceânicos da costa brasileira.

Foram encontradas diferenças em relação à variação espacial das estações em função das assembléias zooplanctônicas apresentadas, determinadas, principalmente pela abundância dos copépodes *Oncaea venusta*, *Temora turbinata* e *Clausocalanus furcatus* e do branquiópode *Penilia avirostris*.

A ocorrência da ACAS na área de estudo, evidenciada pela presença das espécies *C. citer* e *C. carinatus* (copépodes), *F. pellucida* (apendiculária) e *K. subtilis* (quetognato), assim como sua provável movimentação em direção à costa, próxima ao fundo, influenciou a formação das assembléias zooplanctônicas.



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

### 6.3.3. ICTIOPLÂNCTON

Foram coletados 1302 ovos de peixes e 1326 larvas de peixes com as duas malhas da rede bongô (malhas de 330 e 550 $\mu$ m). Nas amostras foram identificados ovos de Anguilliformes, Trichiuridae, Synodontidae e Sternoptychidae (*Maurolicus stehmanni*). Em relação às larvas de peixes foram registradas 41 famílias e 55 espécies. Não foi observada uma grande variação em relação à distribuição espacial dos táxons identificados em cada estação de coleta. Apenas as larvas de *Maurolicus stehmanni*, Myctophidae e *Bregmaceros cantori* ocorreram em todas as estações de coleta.

De maneira geral, as densidades de ovos (< 60 ovos.100m<sup>-3</sup>) e larvas (< 100 larvas.100m<sup>-3</sup>) de peixes foram baixas na área estudada, assim como já observado anteriormente no estudo de baseline realizado anteriormente nos mesmos blocos.

As larvas das famílias Myctophidae e Sternoptychidae foram as mais abundantes contribuindo, respectivamente, com 34,4% e 27,4% na malha de 330 $\mu$ m; e com 18,1% e 37,5% da densidade total de larvas identificadas na malha de 500 $\mu$ m. A família Myctophidae foi representada por seis espécies (*Benthoosema suborbitale*, *Hygophum reinhardtii*, *Myctophum* sp., *Myctophum affine*, *Diaphus* sp., *Lepidophanes guentheri*) e Sternoptychidae pela espécie *Maurolicus stehmanni*. Em relação ao hábito de vida das famílias identificadas observou-se que apesar das famílias demersais (22 táxons) terem ocorrido em maior número, as larvas das famílias pelágicas (11 táxons) e meso-batipelágicas (8 táxons) foram mais abundantes.

O número de táxons de larvas de peixes encontrado na área dos blocos BM-C-37 e BM-C-38 nesse estudo foi alto e superior ao registrado anteriormente na mesma área. Nenhuma espécie coletada é endêmica dessa região ou está ameaçada de extinção (DOU, 2004). Todas as espécies identificadas já tinham sido registradas na costa brasileira, durante o estágio larval e/ou adulto (Figueiredo *et al.*, 2002; Menezes *et al.*, 2003; Bonecker & Castro, 2006; Castro, 2006). Neste estudo foram identificados 44 táxons que não ocorreram na campanha de setembro de 2009. Portanto, esse estudo permitiu ampliar a lista de táxons de larvas de peixes registradas na área dos blocos BM-C-37 e BM-C-38.





As larvas de *Maurolicus stehmanni* e Myctophidae que foram mais frequentes e mais abundantes também se destacaram em estudos desenvolvidos na costa sudeste brasileira (Nonaka *et al.*, 2000; Bonecker *et al.*, 2007; Castro *et al.*, 2010). As larvas da família Myctophidae normalmente são dominantes 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; Castro *et al.*, 2010). No oceano Índico, as larvas de Myctophidae representam aproximadamente 47% da captura total e a biomassa total dessa família pode corresponder a mais de 600 milhões de toneladas (Moser & Ahlstrom, 1996; Moser & Watson, 2006).

Entre as famílias identificadas, algumas apresentam importância comercial como manjubas, cavalinha, trilha, solha, abrótea, pirá, parati, tira-vira e peixe-espada (Szpilman, 2000). Apesar das espécies meso-batipelágicas não serem comercializadas, são consideradas um elo trófico importante na cadeia alimentar oceânica (Okiyama, 1971). Por exemplo, 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 (Angel & Pugh, 2000; Angel, 2003). Além disso, servem como alimento para algumas espécies que possuem importância comercial como os atuns e os bonitos (Nafpaktitis *et al.*, 1977; Castro *et al.*, 2010).

A presença de larvas mesopelágicas próximo da quebra da plataforma, como registrado nesse estudo, é uma evidência da influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e/ou da migração vertical diária realizada por algumas espécies. Os dados de temperatura e salinidade registrados nesse estudo mostraram a presença da ACAS chegando aproximadamente a 77 metros de profundidade.

As baixas densidades de ovos e larvas de peixes encontrados podem estar relacionadas à sazonalidade e a oligotrofia da região. A baixa produtividade, que é típica da Bacia de Campos, reflete uma baixa densidade de organismos zooplancônicos e conseqüentemente baixa densidade de ovos e larvas de peixes.

A análise de agrupamento realizada evidenciou a formação de quatro assembléias de larvas de peixes. Entretanto, quando comparamos com as assembléias formadas na campanha de baseline realizada em setembro de 2009 fica evidente que ainda não é possível estabelecer um padrão de distribuição espacial dos táxons. Observou-se, porém uma semelhança entre as estações 3, 6 e 7, 1, em relação à composição taxonômica, nas duas campanhas realizadas nessa área. A continuidade de amostragens nessa área poderá auxiliar a definir se há algum padrão espacial e sazonal de distribuição da comunidade ictioplanctônica na região.



#### 6.3.4. MACROFAUNA

No total, foram registrados 4124 organismos nas 36 amostras coletadas nesta campanha. Houve uma variação considerável na densidade média da macrofauna bentônica entre as estações de coleta, de  $79,0 \pm 37,0$  inds/3L (est. 11) a  $167,0 \pm 111,1$  inds/3L (est. 3), embora as diferenças não tenham sido significativas. Foram encontrados 8 filos animais (cnidários, nemertíneos, nematódeos, sipunculídeos, anelídeos, artrópodos, moluscos e equinodermes), sendo que os anelídeos poliquetas foram dominantes (69,9% do total), seguidos pelos crustáceos peracáridos (17,8%), equinodermes (2,2%) e nematódeos (2,2%). Os demais grupos taxonômicos representaram 7,9% da comunidade.

Dos grupos identificados em níveis taxonômicos inferiores foram encontrados pelo menos 161 táxons diferentes, um valor relativamente alto para o número de organismos encontrados. Estes resultados refletiram em valores altos de diversidade e equitatividade em grande parte das estações de coleta. Das dez espécies mais abundantes, oito foram poliquetas e duas anfípodos, representando 42,3% do total de organismos. Os poliquetas *Kinbergonuphis orensansi* (12,3%) e *Spiophanes duplex* (7,3%) foram os mais abundantes e ocorreram em todas as estações de coleta. As duas espécies de anfípodos representaram 6,9% do total de organismos encontrados.

A similaridade entre as estações do Bloco BM-C-37 (65,7%) foi próxima à similaridade entre as estações do Bloco BM-C-38 (68,0). Como as diferenças não foram significativas entre as estações, com exceção da equitatividade, observa-se que os valores médios de densidade, diversidade, riqueza e equitatividade de espécies de ambos os blocos foram muito semelhantes. No entanto, em relação às espécies que mais contribuíram no grupo de estações de cada um dos blocos, apenas duas espécies de poliquetas foram comuns aos dois grupos: *Kinbergonuphis orensansi* e *Ampharete* sp. Em relação à composição específica, a espécie mais abundante de cada uma das campanhas é um poliqueta do gênero *Kinbergonuphis*: *Kinbergonuphis fauchaldi* na campanha de baseline e *Kinbergonuphis orensansi* na campanha atual. Das 15 espécies mais abundantes de cada uma das campanhas, apenas os poliquetas *Spiophanes duplex*, *Sigambra grubii* e *Goniada littorea* foram comuns às duas campanhas.

Não foram observadas diferenças significativas em relação à densidade total e de poliquetas, diversidade e riqueza de espécies entre os dois blocos de estações desta campanha. Apesar da ausência de diferenças nos valores de densidade e de índices ecológicos, houve uma separação evidenciada pela análise de agrupamento e MDS, onde estações com sedimento um pouco mais grosso (principalmente do Bloco BM-C-38) se separaram das demais. Essa influência do sedimento sobre alguns valores da comunidade, pode ser evidenciada, embora fracamente, pelas correlações obtidas, onde o sedimento mais grosso, teve correlação positiva com valores de densidade, diversidade e riqueza de espécies. Em termos de composição específica, das oito espécies mais importantes para a caracterização de cada um dos blocos (Análise Simper), apenas as duas mais





importantes (*Kinbergonuphis orensanzi* e *Spiophanes duplex*) foram comuns aos dois blocos. Em relação à composição específica é importante ressaltar que não houve dominância acentuada de espécies consideradas oportunistas ou indicadoras de algum tipo de distúrbio ambiental.

Algumas questões importantes devem ser levantadas nessa comparação. A primeira delas é considerar o esforço amostral de cada uma das campanhas em relação ao Bloco BM-C-37. Para a campanha de baseline foram amostradas apenas 5 estações, enquanto que na campanha atual foram 8 estações. Essa menor quantidade de estações na campanha de baseline restringe principalmente o número de táxons registrados. Mesmo assim, as diferenças são bastante acentuadas e, em relação ao Bloco BM-C-37, evidenciam que houve uma manutenção desses valores mais altos na campanha atual em relação aos obtidos durante o baseline.

Os valores relativamente altos de diversidade específica, a ausência de diferenças significativas entre densidades, diversidade e riqueza de espécies para as diversas estações e a ausência de dominância de espécies indicadoras de algum tipo de distúrbio sugerem que a área em questão aparentemente encontra-se numa situação estável, sem indícios de perturbações que afetem a estrutura da comunidade bentônica presente.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboussouan, A. 1969. Sur une petite collection de larves de teleosteens récoltés au large du Brésil (Campagne "Calypso" 1962). **Vie et Milieu**, **20(3A)**: 595-610.
- 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.
- Aidar, E.; Ehrlich, R.; Asano, C.S. & Sigaud, T.C.S. 1991. Variação da composição química do meio de cultura e da bioquímica celular de *Phaeodactylum tricornutum*, em cultivos estanques. **Bolm. Inst. oceanogr., São Paulo**, **39(2)**: 131-139.
- Aidar, E.; Gaeta, S.A.; Ganesela-Galvão, S.M.F.; Kutner, B. & Teixeira, C. 1993. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publicação especial Instituto Oceanográfico, São Paulo**, (10) 9:43.
- 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.
- Amaral, A.C.Z. & Rossi-Wongtschowski, C.L.B. 2004. **Biodiversidade bentônica da região sudeste-sul do Brasil, plataforma externa e talude superior**. Série Documentos Revizee: Score Sul, Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, 216p.
- Amaral, A.C.Z. & Morgado, E.H. 1994. Alteraciones en la fauna de anelidos poliquetos de Araçá, São Sebastião (SP – Brasil). **Rev. Acad. Colomb. Cienc.** **19**: 3-8.



- Amaral, A.C.Z.; Morgado, E.H. & Salvador, L.B. 1998. Poliquetas indicadores de poluição orgânica em praias paulistas. **Rev. Brasil. Biol.** **58**: 307-316.
- Aminot, A. & Chaussepied, M., 1983. **Manuel des analyses chimiques en mi-lieu marin**. Brest: Centre National pour l'Éxploration 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.
- Angel, M.V. & Pugh, P.R., 2000. Quantification of diel vertical migration by micronektonic taxa in the Northeast Atlantic. **Hydrobiologia** **440**:161-179.
- Ankley, G. T.; Di Toro, D. M., Hansen, D. J., Berry, W. J.; (1996). Technical Basis and Proposal for Deriving Sediment Quality Criteria for Metals. **Environ. Toxicol. Chem.** **15 (12)**: 2056-2066.
- Arcos, D. F. & Salamanca, M. A. 1984. Distribucion de clorofila y condiciones oceanográficas superficiales frente a Chile Central. **Biología Pesquera**, **13**: 5--14.
- Attolini, F. S. 2002. **Padrões de distribuição de poliquetas macrobentônicos na região de plataforma externa e talude superior entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC), costa sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, USP. São Paulo, 115p.
- 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**, Série de livros, pp. 165-185.
- Back, S. H.; Shimode, S. & Han, M. S.; Kikuchi, T. (2008). Growth of dinoflagellates, *Ceratium furca* and *Ceratium fusus* in Sagami Bay, Japan: The role of nutrients. **Harmful Algae**, **7**: 729--739.
- 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) – análise e síntese do conhecimento. *In*: Silva, S. H. G. & Lavrado, H. P. (Eds.). **Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro**. Série Oecologia Brasiliensis VII. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro. Brasil: 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 com el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, 935p.
- Boltovskoy, D. 1999. *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden. 1705pp.
- Bonecker, A.C.T. & Castro, M.S., 2006. **Atlas de larvas de peixes da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Museu Nacional Série Livros n. 19, Rio de Janeiro, 216p.
- Bonecker, S.L.C. & Carvalho, P.F. 2006. Appendicularia *In*: Bonecker, S.L.C. (ed.). **Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira**, Série de livros, pp. 185 - 203.



- 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**, Série de livros, pp. 185 - 203.
- 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**, Série de livros.
- 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. p. 102-125.
- Bonecker, A.C.T.; Castro, M.S.; Namiki, C.; Bonecker, F.T.; Barros, F.B.A.G.; Monteiro-Ribas, W.M. 2006. Ictioplâncton. *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: 141-159.
- Bonecker, S.L.C.; Nogueira, C.R.; Bonecker, A.C.T.; Santos, L.H.S.; Reynier, M.V. & Tenenbaum, D.R. 1992/93. Estudo hidrográfico e planctonológico da região entre Cabo Frio (Rio de Janeiro) e o Arquipélago de Abrolhos (BA). **Nerítica 7(1-2)**: 71-86.
- Bonecker, S.L.C.; Bonecker, A.C.T.; Nogueira, C.R.; Santos, L.H.S.; Reis, J.M.L.; Dias, C.O. & Dias, A.S. 1990. Distribution and diversity of zooplankton off Rio de Janeiro (Brazil). II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Estrutura, função e manejo. **ACIESP 71**: 171-185.
- Botelho, A.P. 2008. **Taxonomia e Distribuição de Sabatieria Rouville, 1903 (Comesomatidae - Nematoda) no Talude da Bacia de Campos – Rio de Janeiro – Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Biologia Animal. Universidade Federal de Pernambuco. 100 pp.
- Botelho, A.P., Silva, M.C. da, Esteves, A.M. & Fonsêca-Genevois, V. 2007 Four new species of *Sabatieria* Rouville, 1903 (Nematoda, Comesomatidae) from the Continental Slope of Atlantic Southeast. **Zootaxa, 1402**: 39–57.
- Botelho, A.P.; Sobral, L.D.T.; Silva, M.C. & Fonseca-Genevois, V. 2009. Two new species of *Sabatieria* Rouville (Nematoda, Comesomatidae) with conical-cylindrical tails, from Campos Basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Zootaxa, 2096**: 82-98.
- Bradford-Grieco, J.M.; Markhaseva, E.L.; Rocha, C.E.F. & Abiahl, B. 1999. Copepoda. *In*: Boltovskoy, D. (ed.) **South Atlantic Zooplankton**. Backhuys Publishers, Leiden. Vol. II, pp. 869-1098.
- 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. 2006. Hidrografia e Produção Biológica na região Sudeste-Sul do Brasil no contexto do programa REVIZEE. *In*: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. & Madureira, L. S. P. (org). O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na região Sudeste-Sul do Brasil. **EDUSP, 8**: 459.
- 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)**.
- Brusca, R.C. & Brusca, G.J. 2003. **Invertebrates**. Sunderlands, Sinauer Associates, 922p.



- Bustos-Baez, S. & Frid, C. 2003. Using indicator species to assess the state of macrobenthic communities. **Hydrobiologia** **496**: 299-309.
- 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. 190p.
- Castro, B.M. & Miranda, L.B. 1998. **Physical oceanography of the Western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S, coastal segment (4,W)**. In: Robinson, A.R., Brink, K.H. (Eds.), *The Sea*, Vol. 11. Wiley, New York.
- Castro, B.M.; Miranda, L.B.; Miyao, S.Y., 1987. Condições Hidrográficas na Plataforma Continental ao Largo de Ubatuba: Variações Sazonais e em Média Escala. **Bol. Inst. Oceanogr., São Paulo**, **35(2)**: 135—151.
- Cavalcanti, E.A.H. & Larrazabal, 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**, **21(3)**: 467–475.
- Cavalcanti, M.F.; Silva, M.C. & Fonseca-Genevois, V. 2009. *Spirodesma magdae* nov. gen. nov. sp. (Nematoda: Desmodoridae) from the Brazilian deep sea (Campos Basin, Rio de Janeiro, Brazil). **Zootaxa**, **2096**: 109-118.
- Ciotti, A.M. & Kampel, M., 2001. Concurrent observations of ocean color and sea surface temperature between Cabo Frio e Cabo São Tomé. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10. (SBSR), 2001, Foz do Iguaçu. **Anais**. São José dos Campos: INPE, p. 785-791. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00016-1. (INPE-8222-PRE/4011). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.12.21>>. Acesso em: 02 nov. 2009.
- Ciotti, A.M. ; Gonzalez-Rodriguez, E. ; Andrade, L. ; Paranhos, R. & Carvalho, W.F. 2007. Clorofila a, medidas bio-ópticas e produtividade primária. In: Jean L. Valentin. (Org.). **Características hidrobiológicas da região da Zona Econômica Exclusiva Brasileira**. 1 ed. Brasília: 2007, v. 1, p. 61-72.
- 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 Environment Council, Plymouth Laboratories, Plymouth.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 2001. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, PRIMER-E Ltd.
- 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**.



- Cruz-Motta, J.J. & Collins, J. 2004. Impacts of dredged material disposal on a tropical soft-bottom benthic assemblage. **Mar. Pol. Bul.** **48**: 270-280.
- Dahms, H-U.; Harder, T.; QIAN, P.Y. 2007. Selective attraction and reproductive performance of a harpacticoid copepod in a response to biofilms. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **341**: 228–238.
- David, C. J. 2003. **Distribuição da Biomassa Microfitobentônica na Baía de Santos (SP, Brasil) com ênfase para a Região do Emissário Submarino. Aspectos da Produção Primária e da Florística.** Tese (Doutorado), Instituto Ocenográfico, Universidade de São Paulo. 222 p.
- David, C.J.; Skowronski, R.S.P.; Sousa, E.C.P.M; Corbisier, T.N.; Eichler, B.B. & Ghiselli, R. O. 2003. Microphytobenthic biomass gradient along the beach face and shoreline profiles at Pernambuco Beach, Guarujá, **Journal of Coastal Research.** SI 35: 426-430.
- David, C.J.; SOUSA, E.C.P.M.; TOMMASI, L.R. 2009.- Microphytobenthic biomass in the coastal region of Baixada Santista and São Sebastião Chanel, SP, BR: LOESS Project. *In*: BRAGA, E. S. (Org.) **Oceanografia e mudanças globais** – Proceedings III SOB Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 4-8 Dezembro de 2006, São Paulo, IOUSP Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. 784 p. 133-144 - ISBN 978-85-98729-24-4.
- De Jonge, V.N. & Van Beusekom, J.E.E. 1992. Contribution of resuspended microphytobenthos to total phytoplankton in the Ems estuary and its possible role for grazers. **Neth. J. Sea Res.**, **30**:91-105.
- De Léo, F.C. 2003. **Estrutura e dinâmica da fauna bêntica em regiões de plataforma e talude superior do atlântico sudoeste.** Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, USP. São Paulo, 169p.
- De Léo, F.C. & Pires-Vanin, A.M.S. 2006. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between na upwelling and a non-upwelling ecosystem. **Journal of Marine Systems** **60**: 268-284.
- De Ley, P; Decraemer, W. & Abebe, E. 2006. Introduction: summary of present knowledge and research addressing the ecology and taxonomy of freshwater nematodes *In* Eyualem-Abebe, W. Traunspurger, and I. Andrassy (Eds), **Freshwater Nematodes, Ecology and Taxonomy.** CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom, pp 225-292.
- 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, pp. 23 - 101.
- Dugdale, R.C. & Holm-Hansen, O. 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary production. **Limnology Oceanography**, **4**: 454-466.
- Efefttheriou, 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 produtividade 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 Aerosóis 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. 1956. Relatório e resultados físicos e químicos de três cruzeiros oceanográficos em 1956. **Inst. oceanog. USP, Sér. oceanog. Física**, **1**: 1-70.
- Emilson, I. 1959. Alguns aspectos físicos e químicos das águas marinhas brasileiras. **Ciência Cult., São Paulo**, **11 (2)**: 44-54.
- Emilson, I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **11(2)**: 101-112.
- Estrada, M. 1980. Phytoplankton biomass and production in the upwelling region of NW África. **Tethys**: **6**, 247-260.
- 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. 23 - 101.
- Fielman, K.T.; Woodin, S.A. & Lincoln, D.E. 2001. Polychaete indicator species as a source of natural halogenated organic compounds in marine sediments. **Env. Toxic. Chem.** **20**: 738-747.
- 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, 244p.
- Fonseca-Genevois, V.; Esteves, A.M.; Silva, M.C.; Botelho, A.P.; Filho, A.L.L.; Guilherme, B.C.; Castro, F.J.V.; Miranda, G.V.; Santos, G.A.P.; Bártholo, G.M.; Lins, L.; Sobral, L.D.T.; Cavalcanti, M.F.; Silva, N.R.R.; Alves, O.F.S; Neres, P.F.; Filho, P.B.P.; Lima, R.C.C.; Pinto, T.K.O.; Alves, T.N.C.; Oliveira, V.S.; Venekey, V.; Lira, V.L. & Saraiva, W. 2009b. **Nematoda do Talude da Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil: Catálogo de Gêneros**. Fadurpe, Recife. 197 pp.



- Fraser, J.H. 1968. The history of plankton sampling. *In*: Tranter, D.J. (ed.) **Zooplankton sampling**. Paris, Unesco Press. p. 11-18.
- Freitas, D. M. & Muelbert, J. H. 2004. Ichthyoplankton distribution and abundance off southeastern and southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. **47(4)**: 601-612.
- Frontier, S. 1981. Cálculo del error em el recuento de organismos zooplanctónicos. *In*: Boltovskoy, D. (ed.). **Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. INIDEP, Mar del Plata, Argentina, p. 163-167.
- Gabardo, I.T., 2007. **Caracterização química e toxicológica da água produzida descartada em plataformas de óleo e gás na costa brasileira e seu comportamento dispersivo no mar**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 235p.
- Gaeta, S.A. & Brandini, F. . 2006. Produção Primária do Fitoplâncton na Região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). *In*: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. & Madureira, L. S. P. (org). O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na região Sudeste-Sul do Brasil. **EDUSP, 4**: 219-265.
- Gage, J.D. 2001. Deep-sea benthic community and environmental impact assessment at the atlantic fronties. **Continental Shelf Res.** **21**: 957-986.
- Galéron, J.; Sibuet, M.; Mahaut, M.L. & Dinet, A. 2000. Variation in the structure and biomass of benthic communities at three contrasting sites in the tropical Northeast Atlantic. **Marine Ecology Progress Series**, **197**: 121-137.
- Giere, O. 2009. **Meiobenthology: The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments**. Second edition. Springer-Verlag, Berlin. 547 pp.
- Garcia-Baptista, M. 1995. The distribution of psammic algae on marine beach at Praia Azul, Brazil. Biopress, Bristol. *In* **13TH INTERNATIONAL DIATOM SYMPOSIUM**, 1994, Maratea - Italy, pp183-205.
- Glibert, P.M.; Heil, C.A.; O'neil, J. .; William C.; Dennison, I. & O'donohue, M.J.H. 2006. Nitrogen, Phosphorus, Silica, and Carbon in Moreton Bay, Queensland, Australia: Differential Limitation of Phytoplankton Biomass and Production. **Estuaries and Coasts**, **29(2)**: 209--221.
- 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, USP. São Paulo, 89p + anexos.
- Gonzalez-Rodriguez, E. 1994. Yearly variation in primary productivity of marine phytoplankton from Cabo Frio (RJ, Brazil) region. **Hydrobiologia** **294**: 145-156.
- Gonzalez- Rodriguez, E.; Valentin, J.L., André , D.L. & Jacob, S.A. 1992. Upwelling and downwelling at Cabo frio (Brazil): Comparison of biomass and primary production responses. **J. Plankton Res.**, **14(2)**: 289-306.
- Gray, J.S.; Clarke, K.R.; Warwick, R.M. & Hobbs, G. 1990. Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea. **Mar Ecol. Progr. Ser.** **66**: 285-299.
- Gross, M.G. & Gross, E. 1996. **Oceanography, a view of earth**. New Jersey, Prentice Hall, 472pp.
- Guilherme, B.C.; Silva, M.C. & Esteves, A.M. 2009. Description of new species of *Epacanthion* (Thorascotomopsidae, Nematoda) from Brazil and a modified key for species identification. **Zootaxa**, **2096**: 99-108.



- Gurney, R. 1924. Crustacea Part IX – Decapod Larvae Br. Antarct. Terra Nova Expd. 1910. **Zoology**, **8**: 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**, **25**: 17- 30.
- Harris, G.P., 1986. Phytoplankton ecology: Structure, function and fluctuation. London: Chapman and Hall.
- Hasle, G.R.; Syvertsen, E.E., 1997. Marine Diatoms. In: TOMAS, C.R. Identifying Marine Phytoplankton. New York: Academic Press, p. 5--385.
- Hayward, T.L. & Mantyla, A.W. 1990. Physical, chemical and biological structure of coastal eddy near Cape Mendocino. **Journal Marine Research**, **48**: 825-850.
- Heil, C.A.; Glibert, P.M. & Fan, C. 2005. *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller A review of a harmful algal bloom species of growing worldwide importance. **Harmful Algae**, 449--470.
- 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, 70p.
- 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.; Kâ, 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
- Huys, R.; Gee, J. M.; Moore, C. G. & Hamond, R. 1996. **Marine and Brackish Water Harpacticoid Copepods. Part 1**. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association, London, 352 pp.
- Kampel, M. 2003. **Estimativa da produção primária e biomassa fitoplanctônica através de sensoriamento remoto da cor do oceano e dados "in situ"**. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- Kanaust, D. 2010. Remarkably preserved benthic organisms and their traces from a Middle Triassic (Muschelkalk) mud flat. **Lethaia** **43**: 344–356.
- 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.
- Kempf, M.; Lissalde, J.P. & Valentin, J. 1974. O plâncton na ressurgência de Cabo Frio (Brasil)- Modalidade e técnicas de trabalho no mar. **Publicações Inst. Pesq. Marin.**, **81**: 1-13.
- Kendall, A.W.; Ahlstrom, E.H. & Moser, H.G. 1984. Early Life History Stages of Fish and their Characters. 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. Department 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.
- Lang K. 1948. **Monographie der Harpakticiden**. Ed. Nordiska Bokhandeln, Stockholm, 1628 pp.
- Lavrado, H.P. & Brasil, A.C.S. (Orgs.) 2010. **Biodiversidade da região oceânica profunda da Bacia de Campos: Macrofauna**. Rio de Janeiro: SAG Serv. 232 p.
- Lavrado, H.P. & Ignacio, B.L. (Eds.) 2006. **Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 389 p. (Série livros).
- Lavrado, H.P. & Viana, M.S. (Eds.) 2007. **Atlas de invertebrados marinhos da região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira, parte 1**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 258 p. (Série livros 25).
- Léo, F.C. 2003. **Estrutura e dinâmica da fauna bêntica em regiões de plataforma e talude superior do atlântico sudoeste**. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, USP. São Paulo, 169 p.
- Léo, F.C. & Pires-Vanin, A.M.S. 2006. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between na upwelling and a non-upwelling ecosystem. **Journal of Marine Systems** **60**: 268-284.
- Lima, R.C.C.; Lins, L.; Silva, M.C. & Esteves, A.M. 2009. Four new species of *Syringolaimus* De Man, 1888 (Nematoda, Ironidae) from the Southeast Atlantic (Brazil), with redefinition of valid species and the proposal of a new key. **Zootaxa**, **2096**: 119-136.
- 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: 209p.
- Lopes, R.M.; Vale, R. & Brandini, F.P. 1998. Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e o verão de 1994. **Revista Brasileira de Oceanografia**, **46**: 195-211.
- 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: na overview. **Scientia Marina** **70(2)**: 189-202.
- Lorenzen, S. 1994. **The phylogenetic systematic of free-living nematodes**. Ray Society, London, 383 pp.
- Lorenzetti, J.A. & Gaeta, S. . 1996. The Cape Frio upwelling effect over the South Brazil Bight northern sector shelf waters: a study using AVHRR images. **International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing**. **XXXI B7**: 448-453.
- Lucena, A. 1994. **Caracterização do meiobentos e mixobentos da plataforma continental do Norte e Nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco. 120 pp.



- Macintyre, H.L.; Geider, R.J. & Miller, D.C. 1996. Microfitobenthos: The ecological role of the "Secret Garden" of unvegetated, shallow-water marine habitats. I. Distribution, abundance and primary production. **Estuaries**, **19(2)**: 186-201.
- Magliocca, A.; Miranda, L.B. & Signorini, R. 1979. Physical and Chemical aspects of transient stages of the upwelling at southwest of Cape Frio. **Bolm Ints. oceanogr., São Paulo**, **28(2)**: 37-46.
- 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. 1974. **Ecologia**. Omega, Barcelona. 951 p.
- Margalef, R. 1983. **Limnologia**. Barcelona: Ediciones Omega S.S. 1010p.
- Margalef, R. 1989. **Ecologia**. Barcelona: Ediciones Omega S.S. 951p.
- Margalef, R. 1997. Turbulence and marine life. Marrasé, C.; Saiz, E.; Redondo, J.M. (eds.). Lectures on plankton and turbulence. **Sci. Mar.** **61 (Supl. 1)**: 109-123.
- Marrugan, A.E., 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press. Princeton, 200 p.
- Marrugan, A.E., 1988. **Ecological diversity and its measurements**. Princeton University Press. Princeton, 200 p.
- Matsuura, Y. 1975. A study of the life history of Brazilian sardines, *Sardinella brasiliensis*. III. Development of sardine larvae. **Bolm Inst. oceanogr., São Paulo**, **24**: 17-29.
- 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. 1982. Distribution and abundance of skipjack (*Katsuwonus pelamis*) larvae in Eastern Brazilian waters. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, **31(2)**: 5-7.
- Matsuura, Y. & Olivar, M. P. 1999. Fish larvae. In: Boltovskoy, D. (ed.). **South Atlantic Zooplankton**. v. 2, Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1445-1496.
- 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 Meteorology, Geophys and Bioklimatology**, (Ser. A), n. 7, p. 502-527.
- Méndez, N. 2002. Annelid assemblages in soft bottoms subjected to human impact in the Urías estuary (Sinaloa, Mexico). **Oceanol. Acta** **25**: 139-147.
- Menezes, N.A.; Buckup, 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, 160p.
- Ministério do Meio Ambiente. 2002. **Avaliações e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha**. Fundação Bio-Rio, Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Pará. Brasília: MMA/SBF. 72p.
- 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., 1982. Análise de Massas de Água de Plataforma Continental e da Região Oceânica Adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) à Ilha de São Sebastião (SP). USP, Instituto Oceanográfico, Tese de Livre Docência, 194 pp.
- Mohtadi, M.; Hebbeln, D. & Marchant, M. 2005. Upwelling and productivity along the Peru–Chile Current derived from faunal and isotopic compositions of planktic foraminifera in surface sediments. **Marine Geology**, **216. 3(30)**: 107-126.
- Monteiro-Ribas, W.M. & Mureb, M.A. 1986. Ictioplâncton da zona de influência da ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Acta Biologica Leopoldensia, Ano VIII, 2**: 231-244.
- Moreira da Silva, P.C. 1968. O fenômeno da ressurgência na costa meridional brasileira. **Publicações Inst. Pesq. marin., Brasil, 24**: 1-38.
- Moreira da Silva, P.C. 1973a. A variação dos gradientes na ressurgência e na subsidência. **Publicações Inst. Pesq. marin., Brasil, 79**: 1-26.
- Moreira da Silva, P.C. 1973b. A ressurgência em Cabo Frio. **Publicações Inst. Pesq. marin., Brasil, 79**: 1-55.
- Moreira da Silva, P.C. & Fonseca-Mendonça, C. 1977. Origem da água da ressurgência de Cabo Frio. **Inst. de Pesq. da Mar, 144**: 1-11.
- Moser, H.G. 1996. **The Early Stages of Fishes in the California Current Region**. La Jolla, Calcofi. Atlas n° 33: 1505 p.
- Mozeto, A. A.; Jardim, W. F.; (2002). A Química Ambiental no Brasil. **Quim. Nova. 25**: 7-11.
- 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.
- Nelson, J.R. 2006. **Fishes of the World**. John Wiley & Sons. 4<sup>th</sup> edition.
- 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, v. 42**, n. 11, p. 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.
- Nybakken, J.W. & Bertness, M.D. 2005. Marine Biology: an ecological approach. Sexta ed. CA: Benjamin Cummings, São Francisco.
- Odum, E. P. 1988. **Fundamentos da Ecologia**, 4ª ed. Fun. Calouste Gulbenkian, Lisboa. 927 p.
- Okiyama, M. 1971. Studies on the early history of the gonostomatid fish, *Maurolicus muelleri* (Gmelin), in the Japan Sea. **Bull. Sea Reg. Fish Res. Lab.** **23**: 21-53.
- Okuda, T. 1962. Physical and chemical oceanography over continental shelf between Cabo Frio and Vitória (Central Brazil). **J. Oceanogr. Soc. Japan.** **20<sup>th</sup> Anniversary Volume**, 514-540.
- 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.
- Pereira, A.; Belém, A.L.; Castro, B.M. & Geremias, R. 2005. Tide-topography interaction along the eastern Brazilian shelf. **Continental Shelf Research**, **25**: 1521 – 1539.
- 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.
- PIR2/Maersk 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 Técnico PIR2-Maersk-01.09.03-3. 146p.
- PIR2/OGX, 2011. Programa de Monitoramento Regional dos Blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos. Relatório Técnico PIR2-OGX-01.09.02-6. 72p.
- 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.
- Plante-Cuny, M.R. 1978. Pigments photosynthétiques et production primaire des fonds meubles néritiques d'une région tropicale (Nosy-Bé, Madagascar). **Trav. Doc. ORSTOM**, **96**:1-359.
- Plante-Cuny, M.R. 1984. Le microphytobenthos et son rôle à l'échelon primaire dans le milieu marin. **Oceanis**, **10(4)**:417-427.



- Platt, H. M. & Warwick, R. M. 1983. **Free-living marine nematodes. Part 1. British Enoplids.** Cambridge University Press, 307 pp.
- 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.
- 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.
- Ryther, J.H. & Dunstan, W.M. 1971. Nitrogen, phosphorus and eutrophication in the coastal marine environment. **Science, 171: 1008-1012.**
- Sánchez-Velasco, L.; Avalos-García, 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.**
- Shannon, C.E. 1948. Mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, n. 27, p. 379-423, 623-656.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. 1949. **The mathematical theory of communication.** Urbana. Univ. Illinois Press, 125p.
- Signorine, S.R. 1974. **Contribuição ao estudo da circulação e do transporte de volume da corrente do Brasil, entre Cabo São Tomé e a Baía de Guanabara.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 102 pp.
- Silva, M.C.; Castro, F.J.V.; Cavalcanti, M.F. & Fonseca-Genevois, V. 2009. *Spirinia lara* sp. n. and *Spirinia sophia* sp. n. (Nematoda, Desmodoridae) from the Brazilian continental margin (Campos Basin, Rio de Janeiro). **Zootaxa**, 2081: 31-45.
- 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. 1995. Nematode assemblages of deep-sea and shelf break sites in the North Atlantic and Mediterranean Sea. **Marine Ecology Progress Series, 125: 171-183.**
- Soetaert, K.; Herman, P.M.J. & Middelburg, J.J. 1996. A model of early diagenetic processes from the shelf to abyssal depths. **Geochim. Cosmochim. Acta, 60(6): 1019-1040.**
- Soetaert, K., Heip, C., Vincx, M., 1991. Diversity of nematode assemblages along a Mediterranean deep-sea transect. **Marine Ecology Progress Series 75: 275-282.**
- Sousa, E.C.P.M., Tommasi, L.R. & David, C.J. 1998. Microphytobenthic primary production, biomass, nutrients and pollutants of Santos Estuary (24°S, 46°20'W). São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology. 41 (1): 27-36.**
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. 1997. Biometry. New York: WH Freeman.





- Souza, R.B. & Robinson, I.S. 2004. Lagrangian and satellite observation of the Brazilian coastal current. **Continental Shelf Research**, **24**: 241 – 262.
- Sumida, P.Y.G. & Pires-Vanin, A.M.S. 1997. Benthic associations of the shelfbreak and upper slope off Ubatuba-sp, southeastern Brazil. **Estuar. Coast. Shelf. Sci.** **44**: 779-784.
- Sverdrup, H.U.; Johnson, M. W. & Fleming, R.H. 1942. **The Ocean: Their physics, chemistry and general biology**. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1087p.
- Szpilman, M. 2000. **Peixes Marinhos do Brasil: guia prático de identificação**. 288p.
- Tenenbaum, D. ; Villac, M.C.; Viana, S.C.; Matos, M.; Hatherly, M.; Lima, I. V. & Menezes, M. 2004. **Phytoplankton Atlas of Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil**. 1<sup>st</sup> ed. Londres, IMO, pp. 132.
- Taylor, F. J. R.; Pollinger, U., 1987. Ecology of Dinoflagellates. In: Taylor, F. J. R. The biology of Dinoflagellates. Blackwell Scientific Publication, p 398--502
- Tomas, C.R. 1997. **Identifying marine phytoplankton**. Academic Press, San Diego, CA, USA, pp. 858.
- Utermöhl, U. 1958. Perfeccionamiento del metodo cuantitativo de fitoplancton. **Comun. Assoc. Int. Limnol. Teor. Apl. Michigan**, **(9)**: 1-89.
- United Nations Environmental Programme (UNEP), 1991. **Determinations of petroleum hydrocarbons in sediments. reference methods for marine pollution studies**. N. 20, 97p.
- Valentin, J.L. 1974. O plâncton na ressurgência de Cabo Frio (Brasil)- primeiras observações sobre a estrutura física, química e biológica das águas da estação fixa. **Publicações Instituto de Pesquisas Marinhas**, **84**: 1-11.
- Valentin, J.L. 1980. L'écosystème d'upwelling à Cabo Frio (Brésil). Analyse en composantes principales du plâncton à une station fixe. **Oceanologica Acta.**, **3(1)**: 43-49.
- Valentin, J.L. 1989. A dinâmica do plâncton na ressurgência de Cabo Frio- RJ. In: Brandini, F. P. (org). **III Encontro Brasileiro de Plâncton, Caiobá –PR**. Fundação da Universidade Federal do Paraná, pp. 26-35.
- Valentin, J.L. 1992. Modeling of the vertical distribution of marine Primary biomass in the Cabo Frio Upwelling region. **Ciência e Cultura**, **44**: 178-183.
- Valentin, J.L. 2000. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência. 117pp.
- Valentin, J.L. 2001. The Cabo Frio upwelling system. Brazil. In: U. Seeliger and B. Kjerfve (Eds). **Ecological Studies 144. Coastal Marine Ecosystems of Latin América**: 97-105.
- Valentin, J.L & Coutinho, R. 1990. Modelling Maximum Chlorophyll in the Cabo Frio (Brazil) Upwelling: A Preliminary Approach. **Ecol. Model.**, **52**: 103-113.
- Valentin, J.L.; Lins da Silva, N. M.; Monteiro-Ribas, W.M.; Mureb, M.A.; Bastos, C.T.B.; Tenenbaum, D. R.; André, D. L.; Jacob, S. A. & Pessoti, E. 1986. Le plancton dans l'upwelling de Cabo Frio (Brésil): Microrepartition spatio-temporale a une station fixe. **Mar. Biol.**, **62 (1)**: 117-135.
- Valentin, J.L.; André, D.L. & Jacob, S.A. 1987. Hydrobiology in the Cabo Frio (Brazil) upwelling: two dimensional structure and variability during a wind cycle. **Continental Shelf Research**, **7 (1)**: 77-88.



- 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.
- Vanaverbeke, J., Martinez Arbizu, P., Dahms, Hans-U., Schminke, Horst, K. 1997. The metazoan meiobenthos along a depth gradient in the Arctic Laptev Sea with special attention to nematode communities. **Polar Biology**, **18**: 391-401.
- Vanhove, S.; Arntz, A. & Vincx, M. 1999. Comparative study of the nematode communities on the southeastern Wedell Sea shelf and slope (Antarctica). **Marine Ecology Progress Series**, **181**: 237-256.
- 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.
- Vanreusel A. Vincx M, Van Gansbeke D, Gijssels W. 1992. Structural analysis of the meiobenthos communities of the shelf break area in two stations of the Gulf of Biscay (NE Atlantic). **Belgian Journal of Zoology**, **122**: 185-202.
- Vanreusel, A.; Clough, L.; Jacobsen, K.; Ambrose, W.; Jivaluk, J.; Ryheul, V.; Herman, R.L. & Vincx, M. 2000. Meiobenthos of the central Arctic Ocean with special emphasis on the nematode community structure. **Deep-Sea Research I**, **47**: 1855-1879.
- Vazzoler, A.E.M. 1992. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI.
- Wandeness, A. P. 2009. **Ecologia e taxonomia da associação de Copepoda Harpacticoida no Talude da Bacia de Campos, RJ, Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco. 154 pp.
- 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.; Platt, H.M.; Clarke, K.R.; Agard, J. & Gobin, J. 1990. Analysis of macrobenthic and meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton harbour, Bermuda. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **138**: 119-142.
- Warwick, R. M.; Platt, H. M. & Somerfield, P. J. 1998. **Free-living marine nematodes. Part 3. British Monohysterid**. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association, London, 296 pp.
- 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: pragmatism considerations. **Australian Journal Ecology** **18**: 63-80.
- Wells, J. B. J. 1976. **Keys to aid in the identification of marine harpacticoid copepods**. Ed. University of Aberdeen, Aberdeen, U.K.: 204 p.
- Weiss, G.; Hubold, G. & Bonecker, A.C.T. 1988. Eggs and larvae of *Mauroliticus muelleri* (Gmelin, 1789) (Teleostei, Sternoptychidae) in the southwest Atlantic. **Meeresforsch.** **32**: 53-60.



- Wieser, W. 1953. Die Beziehung zwischen Mundhoehलगstalt, Ernaehrungsweise und Vorkommen bei frelebenden marinen Nematoden. Eine oekologisch – morphologische studie. **Ark. Zool.**, ser. II, **4**: 439-484.
- 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: pragmatcal considerations. **Australian Journal Ecology 18**: 63-80.
- Wild C, Rasheed M, Jantzen C, Cook P, Stuck U, Huettel M, Boetius A. 2005. Benthic metabolism and degradation of natural particulate organic matter in carbonate and silicate reef sands of the northern Red Sea. **Marine Ecology Progress Series 298**: 69–78.
- 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. 1996. **Biostatistical analysis**. 3rd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 662 p. e anexos.
- Zar, J.H., 1999. **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall, Inc, USA, 662.





## 8. EQUIPE E RESPONSABILIDADE TÉCNICA

As amostragens foram realizadas sob a coordenação do Biólogo Rafael Marino Rodrigues Fernandes, e por uma equipe multidisciplinar, para a realização das coletas biológicas, químicas e físicas, nos compartimento água, sedimento e plâncton.

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 dos projetos.

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
Tito Almeida	Analista Ambiental	Auxílio Técnico	-	5521177

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

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

Equipe de Coleta		
empresa/profissional	registro de classe	CTFAIDA/IBAMA (*)
Rafael Marino Rodrigues Fernandes	CRBio-2 55.292/02	1808498
Vitor Palma Ribeiro	-	5360208
Gustavo Matos Silva de Souza	CRBio-2 65.991/02	2539775
Michael Kengo Itagaki	CRBio-1 47609/01-D	638070

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

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, HTP e HPA) e água (turbidez, BTEX, Fenóis totais, HTP e HPA)
Laboratório de Limnologia - UFRJ	Dr. Claudio Cardoso Marinho	CRBio-2 23.057/01/02	CNP, matéria orgânica e sulfeto (sedimento)
Laboratório de Biogeoquímica - UFRJ	Dr. Ricardo Pollery	CRBio-2 32.221/02-D	Sedimento (granulometria e carbonatos) e água (nutrientes, COD e COT)
-	Dr. José Juan Barrera Alba	-	pigmentos clorofilianos e fitoplâncton
-	Dra. Monica Angélica Varela Petty	CFBio 01471/84	Macrofauna bentônica