



| Relatório          |  |        |            |
|--------------------|--|--------|------------|
| Título             | Caracterização Ambiental (Baseline) dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos |        |            |
| Número de controle | PIR2-OGX-01.08.02-3  | Data   | 13/01/2009 |
|                    |  | Versão | 00         |

| Cliente |                         |  |
|---------|-------------------------|--|
|         | OGX Petróleo e Gás Ltda |  |
|         | contato                 | Gloria Marins  |
|         | cargo                   | Gerente de Licenciamento Ambiental e Saúde e Segurança |

| Responsabilidade Técnica         |                          |  |
|----------------------------------|--------------------------|--|
| Paula Vieira Castellões, MSc.    | e-mail paula@PIR2.com.br |  |
| PIR2 Consultoria Ambiental       | CRBio 29.526/02/05       |  |
| Diretora Executiva               | CTFAIDA IBAMA 216354     |  |
| Rui Guedes, Bel                  | e-mail rui@PIR2.com.br   |  |
| PIR2 Consultoria Ambiental       | CRBio 38.170/02          |  |
| Diretor de Operações e Logística | CTFAIDA IBAMA 216598     |  |

| Parcerias   |
|---|
| Fugro Oceansatpeg S.A.  |
| High Resolution Technology and Petroleum Ltda (HRT-Petroleum) |

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



em branco





## SUMÁRIO

A PIR2 Consultoria Ambiental tem a satisfação de apresentar à OGX Petróleo e Gás Ltda. este relatório de caracterização ambiental (*baseline*) dos blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, localizados na Bacia de Campos. O presente relatório ambienta o estudo, apresentando seus objetivos, as metodologias de coleta, os registros de execução da campanha ambiental, a descrição de todas as atividades realizadas, assim como os resultados obtidos e as discussões advindas.

Este projeto foi executado por uma parceria entre as empresas FUGRO Oceansatpeg S.A. e PIR2 Consultoria Ambiental Ltda. Esta parceria foi firmada visando atender à OGX Petróleo e Gás Ltda. com a melhor relação custo benefício, aproveitando os diferenciais das duas empresas, na realização das atividades de campo e na realização de estudos de caracterização ambiental, respectivamente.

A seguir são apresentados os principais resultados encontrados, comparados, sempre que possível, com os valores máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA N°357/2005 para águas salinas classe 1 (amostras de água) e outras normas e melhores internacionais indicadas para avaliar os parâmetros do sedimento.

A coluna d'água 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.

As concentrações de amônia observadas nas amostras analisadas foram bastante baixas, todas muito abaixo do valor máximo estabelecido pela resolução CONAMA (op cit.). Para o nitrito, assim como para a amônia não foi observado nenhum padrão de estratificação. Também não foi distinguido qualquer padrão de distribuição espacial horizontal (entre as estações) e a concentração dos nutrientes e da amônia. Para o fósforo total, os valores encontrados estão em consonância com os valores observados por outros autores para a região sul-sudeste do Brasil, embora a grande maioria das concentrações observadas nas amostras de fundo tenha sido superior ao valor máximo estabelecido pela resolução CONAMA (op cit.) O carbono orgânico total (COT) apresentou, em todas as estações, concentrações abaixo do limite máximo estabelecido pela CONAMA (op cit.). Dentre os metais analisados, apenas o zinco foi detectado em todas as estações nos três estratos amostrados. Por outro lado, o bário, cádmio, chumbo, cobre, níquel, vanádio e o mercúrio não foram detectados em nenhuma das amostras de água analisadas.

As análises realizadas não detectaram a presença de n-alcanos, mistura complexa não resolvida (MCNR) ou hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP), assim como dos 16HPAs (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) prioritários e dos compostos BTEX, em nenhuma das amostras de água

coletadas. Fenóis variou de não detectáveis em todos os estratos a até 4µg/L para as amostras de sub-superfície, a até 7µg/L para as amostras de 60m de profundidade e até 5µg/L para as amostras de próximo ao fundo.

A análise do perfil de oxigênio no sedimento não foi observada em nenhuma das estações, provavelmente devido ao tipo de sedimento encontrado, que foi predominantemente areia e cascalho. A análise granulométrica do sedimento revelou a predominância de areia em praticamente todas as estações com uma média geral superior a 70%, mas com uma fração variável entre as estações apresentando valores entre 38,36 e 95,66% da amostra. A composição carbonática do sedimento foi bastante representativa apresentando valores entre 23,41 e 93,30%. A matéria orgânica total (MOT) no sedimento variou de 3,44 a 16,12%, o carbono total (CT) apresentou uma representatividade entre 2,33 e 9,15% e os percentuais de nitrogênio Kjeldahl e fósforo variaram de 0,069 a 0,168%, e de 0,023 a 0,066% respectivamente.

As concentrações de sulfeto, nas amostras de sedimento, variaram de 1,28mg/Kg na estação 6 e 31,6mg/Kg na estação 2, estes resultados encontrados são normais para a área estudada, apenas a estação 2 apresentou uma concentração acima dos valores encontrados para as demais.

De uma maneira geral, as concentrações dos metais totais detectados nas amostras de sedimento foram consideradas pertinentes e esperadas para a região. Cádmio, chumbo e mercúrio totais não foram detectados. Além de cádmio, chumbo e mercúrio, cobre e níquel também não foram detectados em sua forma biodisponível (metais simultaneamente extraídos - SEM). As frações biodisponíveis detectadas dos demais metais foram também consideradas normais e esperadas para a região. Buscou-se analisar também nas amostras de sedimento as concentrações de sulfetos voláteis em ácido (AVS), no entanto não foram detectadas. Essa não detecção de sulfetos voláteis em ácido (AVS) resultou na impossibilidade de cálculo da razão AVS/SEM, utilizada por algumas linhas de pesquisa como indicadora da toxicidade do sedimento aos organismos. Como raramente há detecção de sulfetos voláteis em ácido em amostras de sedimento marinho oriundo de regiões offshore, considera-se que este não é um bom indicador ambiental nestas condições.

Os valores de HTP observados no sedimento foram detectados em apenas duas estações (1 e 2), variando de não detectado a 19.536,60ppb, n-alcanos não foi detectado em nenhuma estação e MCNR variou de não detectado a 14.390,10ppb. Os teores de HPAs, que refletem o somatório dos 16 compostos aromáticos prioritários da lista da EPA, não apresentaram concentrações de HPAs neste estudo.

Nas amostras de Fitoplâncton analisadas foram identificados 97 taxa, sendo 31 diatomáceas cêntricas, 24 diatomáceas penadas, 25 dinoflagelados tecados, 5 dinoflagelados atecados, 1 coccolitoforídeo, 3

silicoflagelados, 3 microflagelados, 2 ciliados, 2 cianobactérias e 1 nanoflagelado. Os resultados de biomassa obtidos, caracterizaram a região estudada como oligotrófica, com valores de densidade fitoplanctônica bem inferiores aos observados em estudos anteriores para regiões mesooligotróficas.

Para o zooplâncton, a riqueza específica variou de 20 a 31 táxons por estação de coleta, os menores valores foram observados nas estações 12 e 14 enquanto que o maior valor ocorreu na estação 2, seguida da estação 3. As outras 11 estações apresentaram valores entre 22 e 28 táxons. No conjunto de organismos zooplanctônicos coletados, os crustáceos Copepoda foram dominantes em todas as estações.

A comunidade ictioplanctônica da campanha de *baseline*, foi composta por 42 táxons, pertencentes a 17 famílias, 21 gêneros e 4 espécies. Do total, 6 táxons foram exclusivos à rede de 330µm, e 10 táxons à rede de 500µm, enquanto que 26 táxons foram comuns às duas redes. Todos os táxons observados já foram citados para a costa brasileira e nenhuma das espécies coletadas está incluída na lista vermelha da União Mundial para a Conservação da Natureza (IUCN, 2007).

Na análise de meiofauna, foi encontrado um total de 17 grupos zoológicos da meiofauna, mostrando que as maiores densidades de organismos ocorreram nas estações 8 e 9, enquanto que, as estações 13 e 14 apresentaram os menores valores. O grupo Nematoda foi o mais abundante, representando mais de 70% da abundância relativa no total das amostras coletadas.

Na Macrofauna foi observado um total de 12 grandes grupos da macrofauna (Porifera; Cnidaria; Nemertinea; Sipuncula; Annelida, Polychaeta; Mollusca; Arthropoda, Crustacea e Chelicerata; Brachiopoda; Bryozoa; Echinodermata). Das 15 estações coletadas, a estação 12 apresentou o maior valor médio de densidade, significativamente diferentes dos observados em outras estações, como por exemplo, as estações 6 e 11, que apresentaram os menores valores de densidade. O grupo Mollusca foi o de maior abundância relativa seguido dos Crustacea e Polychaeta.

Cabe ressaltar que não foram encontradas espécies endêmicas para a região de estudo, na área estudada. Considerando-se a identificação taxonômica de todo material biológico de fitoplâncton, zooplâncton, macrofauna bentônica coletado.

x-x-x-x-x



em branco





## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| Sumário .....  | 3  |
| Índice .....   | 6  |
| ANEXOS .....   | 8  |
| I. Introdução.....   | 9  |
| II. Objetivos e Metas .....  | 10 |
| III. Material e Métodos .....  | 11 |
| III.1 Estratégia Amostral .....  | 11 |
| III.2. Parâmetros Seleccionados .....  | 13 |
| III.3. Metodologia de Coleta .....   | 15 |
| III.3.1. CTD .....   | 15 |
| III.3.2. Coleta de água .....  | 16 |
| III.3.3. Coleta de sedimento .....   | 19 |
| III.3.4. Coleta de Plâncton.....   | 22 |
| III.4. Metodologia de Análise.....   | 24 |
| III.4.1. CTD .....   | 24 |
| III.4.2. ÁGUA.....   | 25 |
| III.4.2. SEDIMENTO .....   | 29 |
| III.4.3. Parâmetros Biológicos .....   | 31 |
| IV. Resultados.....  | 37 |
| IV.1. Parâmetros Oceanográficos .....  | 37 |
| IV.1.1. CTD .....  | 37 |
| IV.2. Parâmetros Físico-Químicos.....  | 42 |
| IV.2.1. ÁGUA .....   | 42 |
| IV.2.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH) e Oxigênio Dissolvido (OD) .....             | 42 |
| IV.2.1.2. Turbidez e Transparência.....  | 46 |
| IV.2.1.3. Total de Sólidos Suspensos (TSS) e Total de Sólidos Dissolvidos (TSD)..... | 48 |
| IV.2.1.4. Carbono Orgânico Total (COT) .....   | 51 |
| IV.2.1.5. Sulfetos .....   | 52 |
| IV.2.1.6. Nutrientes e Amônia .....  | 54 |
| IV.2.1.7. Metais Totais .....  | 65 |
| IV.2.1.8. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP), n-alcanos e MCNR.....            | 68 |
| IV.2.1.9. Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA).....                                  | 70 |
| IV.2.1.10. BTEX (benzeno, tolueno, etileno e xileno) .....                           | 72 |
| IV.2.1.11. Fenóis.....   | 74 |
| IV.2.2. Sedimento.....   | 75 |
| IV.2.2.1. Perfil de oxigênio do Sedimento .....                                      | 75 |
| IV.2.2.2. Granulometria e Teor de Carbonatos .....                                   | 78 |

|   |     |
|---|-----|
| IV.2.2.3. Matéria Orgânica Total, Carbono Total, Nitrogênio e Fósforo.....                | 82  |
| IV.2.2.4. Sulfetos .....  | 84  |
| IV.2.2.5. Sulfetos Voláteis em Ácido (SVA) e Metais Simultaneamente Extraídos (SEM) ..... | 85  |
| IV.2.2.6. Metais Totais .....   | 87  |
| IV.2.2.7. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP) .....                                  | 99  |
| IV.2.2.8. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) .....                             | 103 |
| IV.2.3. Parâmetros Biológicos .....   | 106 |
| IV.2.3.1. Fitoplâncton.....   | 106 |
| IV.2.3.2. Zooplâncton.....  | 118 |
| IV.2.3.3. Ictioplâncton.....  | 125 |
| IV.2.3.4. Meiofauna Bentônica .....   | 137 |
| IV.2.3.5. Macrofauna Bentônica .....  | 146 |
| V. Considerações.....   | 154 |
| VI. Referências Bibliográficas .....  | 159 |
| VII. Equipe Técnica .....   | 166 |

## ANEXOS

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





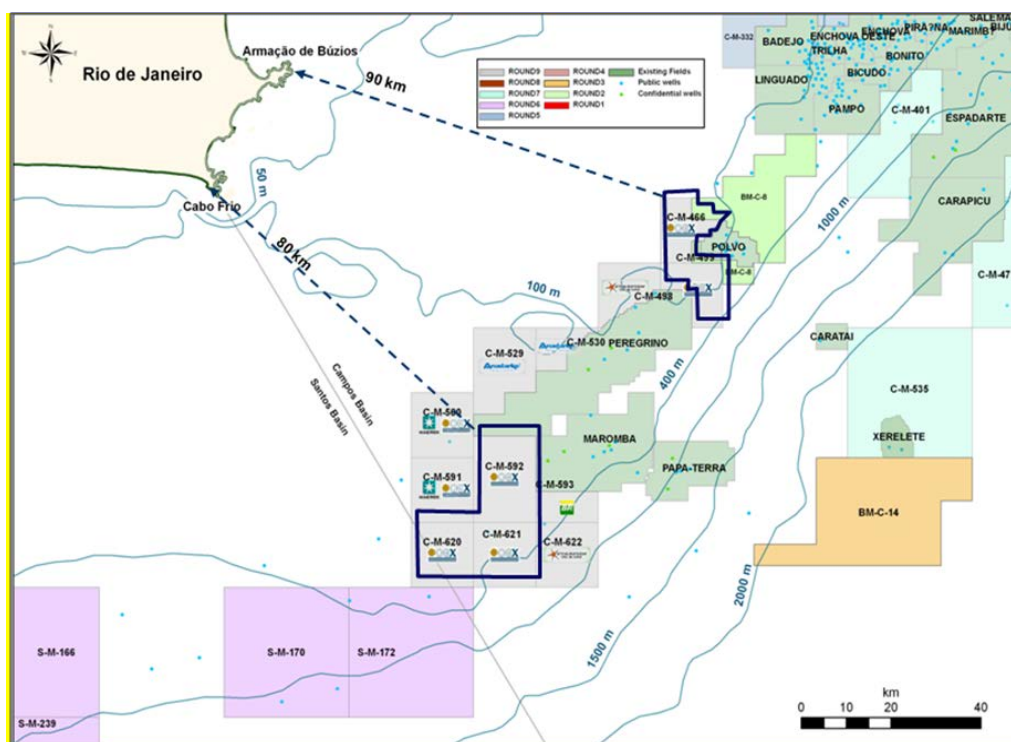
## I. INTRODUÇÃO

A questão ambiental constitui um fator relevante do planejamento, implantação e operação de empreendimentos, qualquer que seja sua natureza. Nas atividades relacionadas ao setor energético, há cada vez mais medidas e procedimentos que visam resguardar o ecossistema. As empresas são focos constantes e estão particularmente vulneráveis durante a cadeia da atividade de E&P. Por essa razão, é fundamental que conheçam o ecossistema de seu empreendimento antes mesmo de começar suas atividades no local, a fim de se protegerem, por exemplo, de eventuais impactos de que venham a ser responsabilizadas. A elaboração de programas de caracterização ambiental, realizados previamente às atividades de E&P em uma determinada área, é uma ferramenta eficaz de segurança para as empresas, pois um programa de *baseline* vai fornecer informações consideráveis, que permitem avaliar o status ecológico e ambiental da região em questão. Desta forma, programas de *baseline* ambiental tornam-se documentos fundamentais quando penalidades podem ser atribuídas aos responsáveis.

É importante se conduzir programas de caracterização de *baseline* antes de se iniciar as atividades exploratórias, com o objetivo de demonstrar as condições existentes antes do início das atividades. O presente documento apresenta o Programa de Caracterização Ambiental (*Baseline*) das áreas onde estão situados os blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos (Figura I.1). 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.

As informações ambientais obtidas neste programa ambiental de *baseline* permitiram uma avaliação do *background* das áreas, onde se situam os blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621 estão inseridos, através de coletas dos parâmetros físico-químicos e biológicos, realizadas tanto na água como no sedimento. Desta forma, foram obtidas informações, que se constituem em uma importante ferramenta para a melhor compreensão do ambiente onde as atividades de E&P serão exercidas, possibilitando com isso uma gestão ambiental adequada tanto pela OGX como pelo IBAMA.

Este projeto foi executado por uma parceria entre as empresas FUGRO Oceansatpeg S.A. e PIR2 Consultoria Ambiental Ltda. Esta parceria foi firmada visando atender à OGX Petróleo e Gás Ltda. com a melhor relação custo benefício, aproveitando os diferenciais das duas empresas, na realização das atividades de campo e na realização de estudos de caracterização ambiental, respectivamente.



**FIGURA I-1**  
Localização dos Blocos da OGX, situado na costa sudeste do Brasil, na Bacia de Campos (Fonte: OGX).

## II. OBJETIVOS E METAS

O presente *Baseline* teve como objetivo principal fornecer subsídios técnicos para o gerenciamento ecológico da área em questão, de modo a assegurar que as ações desenvolvidas estejam em consonância com os protocolos e padrões empregados internacionalmente e de acordo com as normas e legislações existentes no Brasil. Desta forma, os objetivos específicos do projeto foram:

- obter dados ambientais confiáveis que permitissem inferir a real e atual condição ambiental de cada bloco;
- fornecer informações valiosas para futuros programas de monitoramento ambiental, que possam ser realizados para acompanhar possíveis impactos originados pelas atividades;
- viabilizar e otimizar, através dos dados coletados, outros planos e programas ambientais, além do Programa de Monitoramento Ambiental;
- verificar os níveis de *background* existentes na área antes da atuação da OGX.

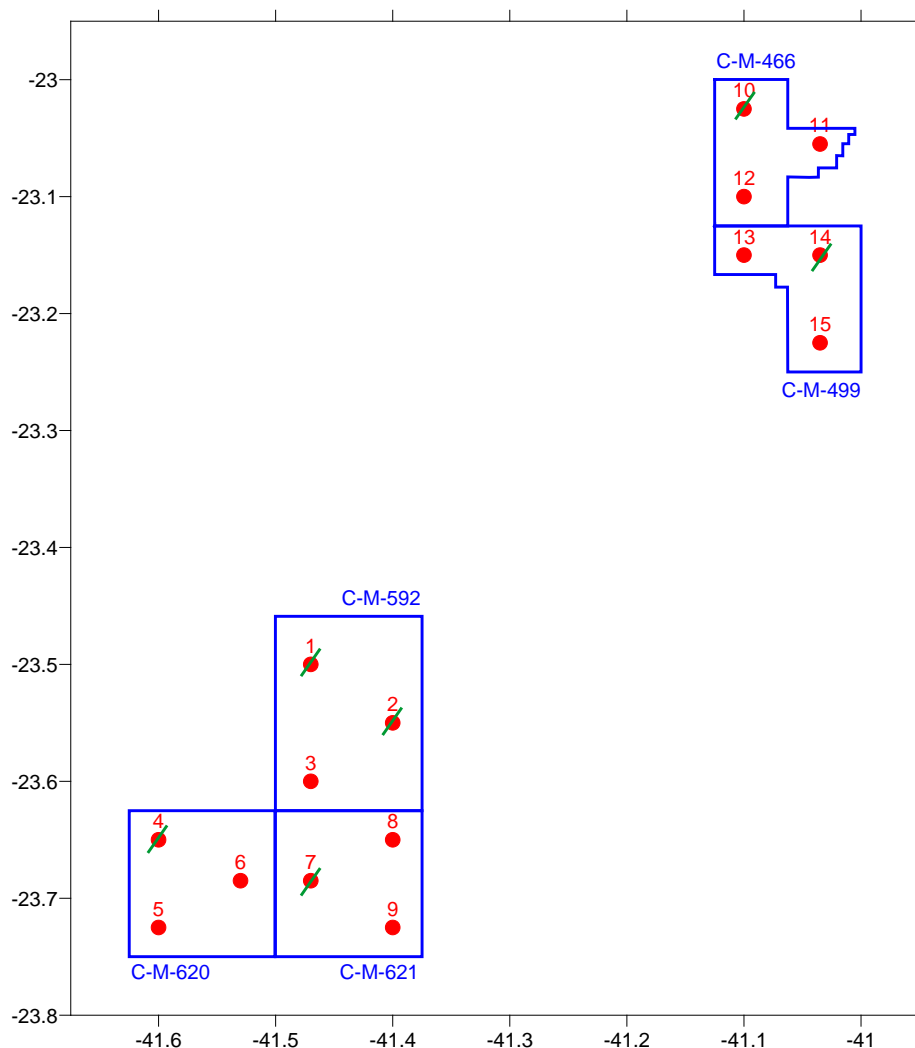
Esses objetivos estão de acordo com a consciência socioambiental da empresa OGX Petróleo e Gás que procura caracterizar e avaliar o meio ambiente em que as atividades serão realizadas de forma a conduzir as melhores práticas em seus empreendimentos.

### III. MATERIAL E MÉTODOS

#### III.1 ESTRATÉGIA AMOSTRAL

Foram coletados amostras de sedimento em 15 pontos, distribuídos nos cinco blocos, de forma a possibilitar uma amostragem de todo a área dos blocos. A malha amostral é apresentada na Figura III-1 e as coordenadas e o amostrado das estações na Tabela III-I.

A malha amostral implementada foi composta por 15 estações, sendo três estações no bloco C-M-592 (estações de 1, 2 e 3), três estações no Bloco C-M-620 (estações 4, 5 e 6), três estações no Bloco C-M-621 (estações 7, 8 e 9), três estações no Bloco C-M-466 (estações 10, 11 e 12) e três estações no Bloco C-M-499 (estações 13, 14 e 15), distribuídas de maneira aproximadamente uniforme (Figura III.1-1).



**FIGURA III-1**

Localização das estações amostrais propostas blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621.

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

**TABELA III-I**

Amostrado dos pontos de coleta da campanha de *baseline* dos blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621 (Bacia de Campos). (Datum: SAD 69).

| BASELINE OGX - BACIA DE CAMPOS |         |                       |            |                      |          |                  |                         |            |
|--------------------------------|---------|-----------------------|------------|----------------------|----------|------------------|-------------------------|------------|
| Estação                        | Réplica | Coordenada do Projeto |            | Hora do fixo (local) | Data     | Profun de coleta | Coordenada do Amostrado |            |
|                                |         | Leste                 | Norte      |                      |          |                  | Leste                   | Norte      |
| 15                             | 1       | 291766,23             | 7430104,89 | 16:31                | 6/10/08  | 111              | 291773,07               | 7430067,87 |
|                                | 2       | 291766,23             | 7430104,89 | 17:12                | 6/10/08  | 110              | 291761,33               | 7430085,47 |
|                                | 3       | 291766,23             | 7430104,89 | 17:35                | 6/10/08  | 111              | 291745,99               | 7430088,63 |
| 14                             | 1       | 291650,02             | 7438411,23 | 18:58                | 6/10/08  | 99               | 291666,24               | 7438445,54 |
|                                | 2       | 291650,02             | 7438411,23 | 19:20                | 6/10/08  | 102              | 291652,40               | 7438439,22 |
|                                | 3       | 291650,02             | 7438411,23 | 19:40                | 6/10/08  | 103              | 291641,86               | 7438402,80 |
| 13                             | 1       | 284993,06             | 7438316,75 | 22:39                | 6/10/08  | 106              | 284956,04               | 7438330,13 |
|                                | 2       | 284993,06             | 7438316,75 | 22:58                | 6/10/08  | 106              | 284985,53               | 7438347,28 |
|                                | 3       | 284993,06             | 7438316,75 | 23:17                | 6/10/08  | 106              | 284964,76               | 7438344,57 |
| 12                             | 1       | 284913,31             | 7443854,43 | 00:41                | 7/10/08  | 105              | 284897,29               | 7443876,56 |
|                                | 2       | 284913,31             | 7443854,43 | 01:01                | 7/10/08  | 101              | 284911,25               | 7443879,01 |
|                                | 3       | 284913,31             | 7443854,43 | 01:17                | 7/10/08  | 109              | 284909,36               | 7443861,27 |
| 11                             | 1       | 291503,33             | 7448932,50 | 03:44                | 7/10/08  | 102              | 291469,68               | 7448921,29 |
|                                | 2       | 291503,33             | 7448932,50 | 05:39                | 7/10/08  | 102              | 291456,82               | 7448942,80 |
|                                | 3       | 291503,33             | 7448932,50 | 05:54                | 7/10/08  | 104              | 291498,84               | 7448945,79 |
| 10                             | 1       | 284794,00             | 7452160,90 | 06:46                | 7/10/08  | 102              | 284764,37               | 7452155,11 |
|                                | 2       | 284794,00             | 7452160,90 | 07:02                | 7/10/08  | 104              | 284804,96               | 7452158,32 |
|                                | 3       | 284794,00             | 7452160,90 | 07:16                | 7/10/08  | 104              | 284787,45               | 7452158,95 |
| 3                              | 1       | 247948,92             | 7387872,88 | 19:17                | 7/10/08  | 132              | 247939,99               | 7387842,68 |
|                                | 2       | 247948,92             | 7387872,88 | 19:34                | 7/10/08  | 132              | 247910,65               | 7387885,11 |
|                                | 3       | 247948,92             | 7387872,88 | 19:53                | 7/10/08  | 132              | 247970,23               | 7387884,51 |
| 1                              | 1       | 247757,99             | 7398950,72 | 20:54                | 7/10/08  | 126              | 247780,34               | 7398958,84 |
|                                | 2       | 247757,99             | 7398950,72 | 21:11                | 7/10/08  | 126              | 247746,04               | 7398942,59 |
|                                | 3       | 247757,99             | 7398950,72 | 21:22                | 7/10/08  | 126              | 247761,69               | 7398931,76 |
| 2                              | 1       | 255002,12             | 7393533,28 | 23:51                | 7/10/08  | 122              | 255020,34               | 7393530,16 |
|                                | 2       | 255002,12             | 7393533,28 | 00:11                | 8/10/08  | 127              | 254974,39               | 7393504,52 |
|                                | 3       | 255002,12             | 7393533,28 | 00:23                | 8/10/08  | 136              | 255019,07               | 7393535,47 |
| 8                              | 1       | 255188,00             | 7382455,77 | 02:37                | 8/10/08  | 182              | 255186,04               | 7381702,35 |
|                                | 2       | 255188,00             | 7382455,77 | 02:54                | 8/10/08  | 181              | 255186,04               | 7381702,35 |
|                                | 3       | 255188,00             | 7382455,77 | 03:33                | 8/10/08  | 181              | 255186,04               | 7381702,35 |
| 4                              | 1       | 234777,81             | 7382098,30 | 16:24                | 9/10/08  | 147              | 234745,60               | 7382069,00 |
|                                | 2       | 234777,81             | 7382098,30 | 16:54                | 9/10/08  | 146              | 234744,99               | 7382104,27 |
|                                | 3       | 234777,81             | 7382098,30 | 17:16                | 9/10/08  | 145              | 234740,18               | 7382083,50 |
| 5                              | 1       | 234929,39             | 7373789,23 | 18:24                | 9/10/08  | 151              | 234901,81               | 7373806,67 |
|                                | 2       | 234929,39             | 7373789,23 | 18:49                | 9/10/08  | 152              | 234891,25               | 7373803,69 |
|                                | 3       | 234929,39             | 7373789,23 | 19:10                | 9/10/08  | 152              | 234919,14               | 7373797,73 |
| 6                              | 1       | 241990,39             | 7378349,26 | 20:50                | 9/10/08  | 141              | 242016,35               | 7378344,53 |
|                                | 2       | 241990,39             | 7378349,26 | 21:06                | 9/10/08  | 142              | 242016,35               | 7378323,77 |
|                                | 3       | 241990,39             | 7378349,26 | 21:42                | 9/10/08  | 143              | 242005,51               | 7378366,20 |
| 9                              | 1       | 255327,90             | 7374147,57 | 23:36                | 9/10/08  | 430              | 255344,66               | 7374111,16 |
|                                | 2       | 255327,90             | 7374147,57 | 23:58                | 9/10/08  | 430              | 255330,85               | 7374114,87 |
|                                | 3       | 255327,90             | 7374147,57 | 00:19                | 10/10/08 | 441              | 255309,48               | 7374122,66 |
| 7                              | 1       | 248111,81             | 7378456,63 | 03:14                | 10/10/08 | 149              | 248121,94               | 7378433,18 |
|                                | 2       | 248111,81             | 7378456,63 | 03:45                | 10/10/08 | 150              | 248121,93               | 7378412,04 |
|                                | 3       | 248111,81             | 7378456,63 | 04:51                | 10/10/08 | 150              | 248141,35               | 7378418,08 |

A campanha de monitoramento foi realizada entre os dias 04 a 11 de outubro de 2008, a bordo da embarcação OceansatPeg I (Figura III-2).



**FIGURA III-2**  
Embarcação OceansatPeg I, utilizada nas atividades de campo.

### III.2. PARÂMETROS SELECIONADOS

Os parâmetros, selecionados segundo o projeto, bem como sua importância e método analítico são apresentados nas Tabelas III.2-I, III.2-II e III.2-III.

**TABELA III.2-I**

Parâmetros químicos e físico-químicos da água selecionados para a campanha de *baseline* dos blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621 (Bacia de Campos).

| PARÂMETROS                 | METODOLOGIA DE ANÁLISE   | LIMITE DE DETECÇÃO ALCANÇADO | LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO ALCANÇADO |
|----------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| transparência              | Visual – disco de Secchi | não se aplica                |                                   |
| pH                         | pH-metro                 | não se aplica                |                                   |
| Turbidez                   | turbidímetro             | -                            | -                                 |
| Fenóis Totais              | EPA 6010 / SM 3500 Cr-B  | 0,002mg/L                    | 0,02mg/L                          |
| Óleos e Graxas             | SM 4500P                 | 2,0mg/L                      | 10,0mg/L                          |
| Oxigênio Dissolvido        | Oxímêtro                 | 0,10mg/L                     | 0,30mg/L                          |
| Sólidos em Suspensão (TSS) | Gravimetria              | 1,0mg/L                      | 1,0mg/L                           |
| Sólidos Dissolvidos (TSD)  | SM 2540                  | 4,0mg/L                      | 12,0mg/L                          |
| Nitrogênio Amoniacal       | SM 4500 NH3-F            | 0,1mg/L                      | 0,2mg/L                           |
| Fósforo Total              | SM 4500.P                | 0,009mg/L                    | -                                 |
| Nitrato                    | SM 4500.NO3-E            | 0,0007mg/L                   | 0,021mg/L                         |

| PARÂMETROS                                | METODOLOGIA DE ANÁLISE    | LIMITE DE DETECÇÃO ALCANÇADO | LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO ALCANÇADO |
|---|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Nitrito                                   | SM 4500.NO2.B             | 0,0007mg/L                   | 0,021mg/L                         |
| COD (Carbono Orgânico Dissolvido)         | SM 5310B                  | 0,70mg/L                     | 2,00mg/L                          |
| COT (Carbono Orgânico Total)              | combustão catalítica      | 0,70mg/L                     | 2,00mg/L                          |
| Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado) | Colorimetria e Titimetria | 0,002mg/L                    | 0,006mg/L                         |
| Hidrocarbonetos poliaromáticos            | EPA 8270                  | 0,001µg/L                    | 0,003µg/L                         |
| Ferro total                               | EPA 6010                  | 0,040mg/L                    | 0,3000mg/L                        |
| Alumínio total                            | EPA 6010                  | 0,006mg/L                    | 0,018mg/L                         |
| Bário total                               | EPA 6010                  | 0,009                        | 0,027                             |
| Cobre total                               | EPA 6010                  | 0,025                        | 0,075                             |
| Cromo total                               | EPA 6010                  | 0,005                        | 0,015                             |
| Chumbo total                              | EPA 6010                  | 0,002                        | 0,006                             |
| Cádmio Total                              | EPA 6010                  | 0,001mg/L                    | 0,003mg/L                         |
| Zinco total                               | EPA 6010                  | 0,004                        | 0,012                             |
| Níquel total                              | EPA 6010                  | 0,006                        | 0,018                             |
| Vanádio total                             | EPA 6010                  | 0,004                        | 0,012                             |
| Mercúrio total                            | EPA 7470                  | 0,0006                       | 0,0018                            |
| Manganês total                            | EPA 6010                  | 0,001                        | 0,003                             |
| BTEX                                      | EPA 8021                  | 0,30                         | 0,90                              |
| HTP (com n-alcanos e MCNR)                | EPA 8015                  | 5,00                         | 15,00                             |
| HPA (16 compostos prioritários)           | EPA 8270                  | 0,05                         | 0,15                              |

**TABELA III.2-II**

Parâmetros químicos e físico-químicos do sedimento selecionados para a campanha de *baseline* dos blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621 (Bacia de Campos).

| PARÂMETROS                      | METODOLOGIA DE ANÁLISE  | LIMITE DE DETECÇÃO ALCANÇADO | LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO ALCANÇADO |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Perfil de oxigênio do sedimento | avaliação visual        | não se aplica                |                                   |
| Matéria orgânica total          | gravimetria             | -                            | -                                 |
| Carbono                         | combustão catalítica    | -                            | -                                 |
| Nitrogênio                      | análises colorimétricas | -                            | -                                 |
| Fósforo                         | digestão ácida          | -                            | -                                 |
| Sulfetos                        | standard 4500 S2-.F     | 20mg/Kg                      | 60mg/Kg                           |
| Granulometria                   | gravimetria             | não se aplica                |                                   |
| Carbonatos                      | dissolução ácida        | -                            | -                                 |
| Ferro total e biodisponível     | EPA 6010                | 5,0mg/kg                     | 15,0mg/kg                         |
| Alumínio total e biodisponível  | EPA 6010                | 4,0mg/Kg                     | 12,0mg/Kg                         |
| Bário total e biodisponível     | EPA 6010                | 5,0mg/Kg                     | 9,0mg/Kg                          |
| Cobre total e biodisponível     | EPA 6010                | 0,50mg/kg                    | 1,50mg/kg                         |
| Cromo total e biodisponível     | EPA 6010                | 0,50mg/kg                    | 1,50mg/kg                         |
| Chumbo total e biodisponível    | EPA 6010                | 0,15mg/kg                    | 0,50mg/kg                         |
| Cádmio total e biodisponível    | EPA 6010                | 0,10mg/kg                    | 0,25mg/kg                         |
| Zinco total e biodisponível     | EPA 6010                | 1,0mg/kg                     | 2,5mg/kg                          |
| Níquel total e biodisponível    | EPA 6010                | 0,30mg/kg                    | 1,00mg/kg                         |
| Vanádio total e biodisponível   | EPA 6010                | 0,244mg/Kg                   | 0,732mg/Kg                        |

| PARÂMETROS                      | METODOLOGIA DE ANÁLISE | LIMITE DE DETECÇÃO ALCANÇADO | LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO ALCANÇADO |
|---------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Mercúrio total e biodisponível  | EPA 7471               | 0,20mg/kg                    | 0,30mg/kg                         |
| Mangânes total e biodisponível  | EPA 6010               | 0,50mg/kg                    | 1,5mg/kg                          |
| HTP (com n-alcanos e MCNR)      | EPA 8015               | 166mg/Kg                     | 500mg/Kg                          |
| HPA (16 compostos prioritários) | EPA 8270               | 1,5µg/kg                     | 4,5µg/kg                          |

**TABELA III.2-III**

Parâmetros biológicos selecionados para a campanha de *baseline* dos blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621 (Bacia de Campos).

| PARÂMETROS    | JUSTIFICATIVA  | METODOLOGIA DE ANÁLISE  |
|---------------|--|---|
| fitoplâncton  | indicador clássico na avaliação das atividades de E&P                                      | microscópio invertido<br>análise qualitativa e quantitativa               |
| zooplâncton   | indicador clássico na avaliação das atividades de E&P                                      | estereomicroscópio e<br>microscópio<br>análise qualitativa e quantitativa |
| ictioplâncton | indicador clássico na avaliação das atividades de E&P                                      | estereomicroscópio e<br>microscópio<br>análise qualitativa e quantitativa |
| macrofauna    | indicador clássico na avaliação das atividades de E&P                                      | estereomicroscópio e<br>microscópio<br>análise qualitativa e quantitativa |
| meiofauna     | indicador clássico na avaliação das atividades de E&P. Mais sensíveis as atividades de E&P | Estereomicroscópio e<br>microscópio invertido                             |

### III.3. METODOLOGIA DE COLETA

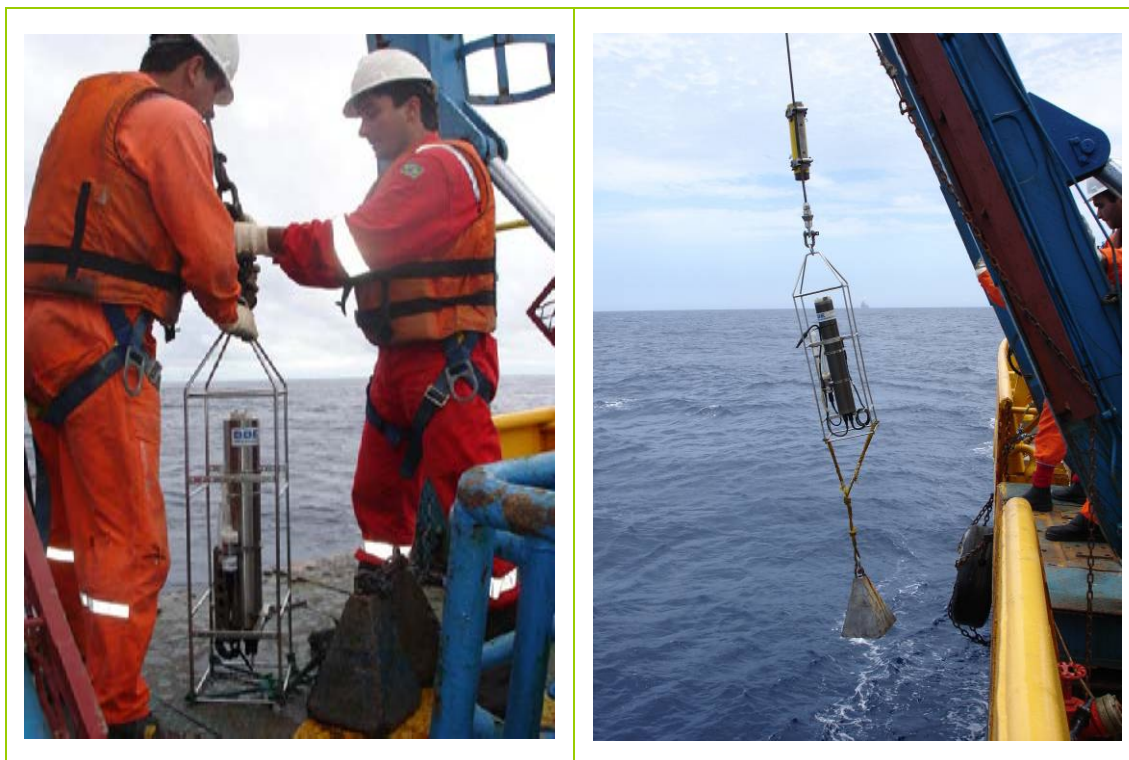
A seguir estão descritos todos os procedimentos e as metodologias que foram utilizadas para a obtenção e preservação das amostras de água, plâncton e sedimento, necessárias ao presente *baseline*.

#### III.3.1. CTD

Perfis de temperatura, salinidade e densidade foram adquiridos com um sensor Sea-Bird SBE19 Seacat Profiler de Pressão, Temperatura, Condutividade, Profundidade, Salinidade, Velocidade do Som e Densidade (Figura III.3.1-1) na campanha de *Baseline*.

Na campanha o CTD foi montado em uma grade protetora de aço inoxidável e carregado com pesos de chumbo, totalizando 15kg, para auxiliar no alinhamento vertical do equipamento. A grade protetora foi presa ao final de um cabo de aço de 1/4pol. A unidade foi lançada ao mar e mantida logo abaixo

da superfície do mar por cinco minutos para que o equipamento entrasse em equilíbrio com a água em volta. A velocidade de descida e subida do equipamento foi fixada em 1m/s. A taxa de amostragem foi fixada em duas amostras por segundo realizando assim 2 amostras por metro. Ao chegar à superfície o equipamento foi lavado com água doce e um cabo de comunicação RS 232 foi acoplado para realizar a recuperação dos dados obtidos.

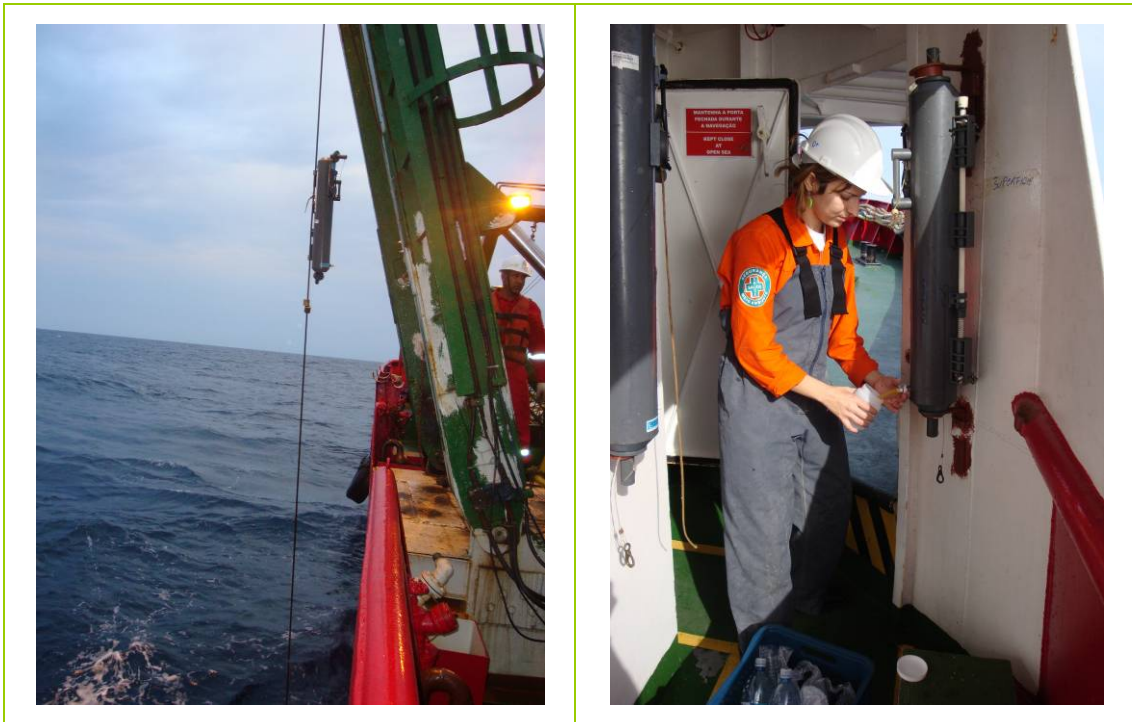


**FIGURA III.3.1-2**  
CTD Sea-Bird SBE19 Seacat Profiler e procedimento de lançamento do CTD.

### III.3.2. Coleta de água

As coletas de amostras de água para a análise dos parâmetros bio-físico-químicos foram realizadas através do lançamento de garrafas de Niskin (Figura III.3.2-1). Cada garrafa foi lançada aberta até a profundidade de coleta desejada e então fechada para obtenção de amostra de água daquele estrato da coluna d'água. Em seguida as garrafas foram trazidas a bordo e, das amostras coletadas, foram retiradas alíquotas (Figura III.3.2-1) para análise dos diferentes parâmetros em cada um dos estratos.





**Figura III.3.2-1**

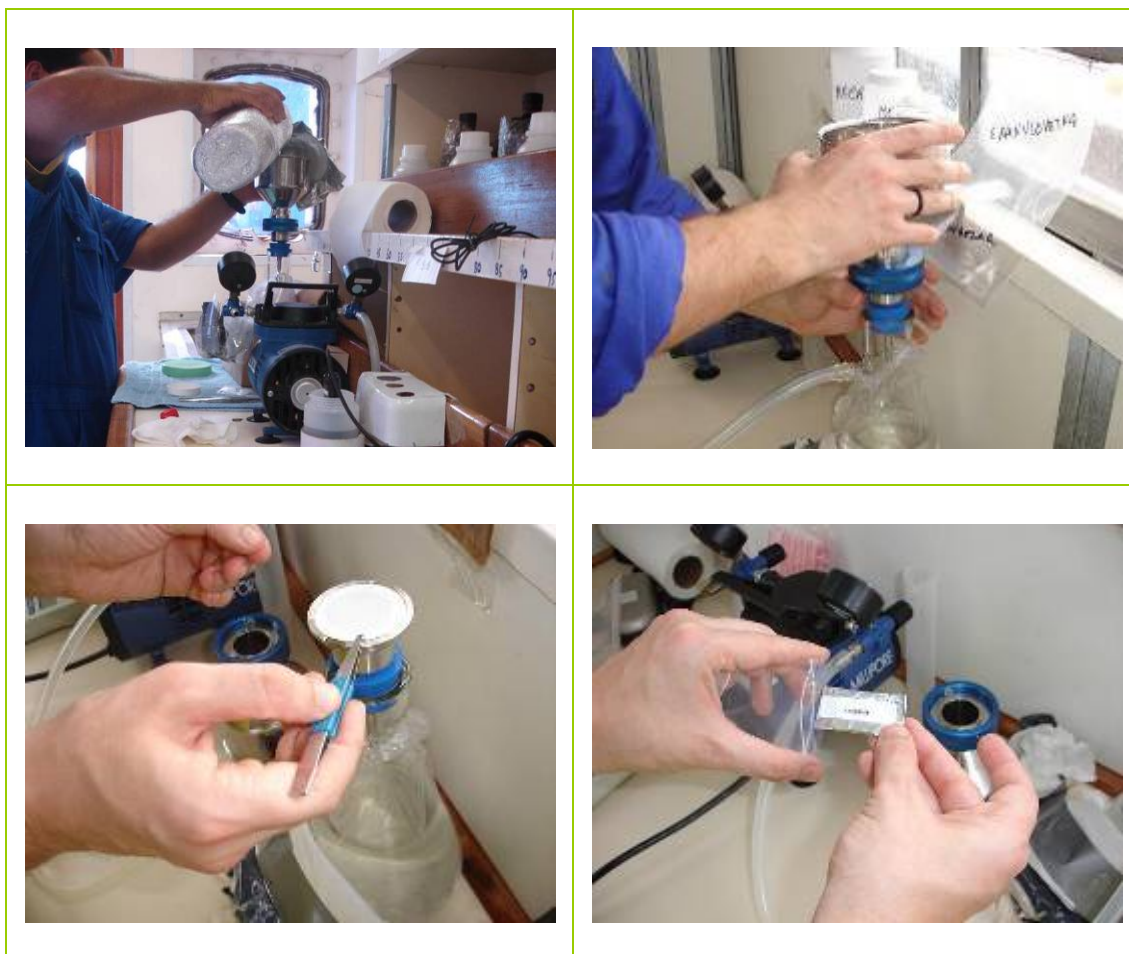
Procedimento de lançamento de garrafa de Niskin para obtenção de amostras de água em diferentes estratos da coluna d'água.

As análises de pH e oxigênio dissolvido (OD) foram medidas em *in situ*, com a utilização do aparelho multiparâmetro PH-1500 *Instrutherm* e diferentes sensores, e turbidez com a utilização de turbidímetro *Turbiquant* 1000 IR da *Merck* (Figura III.3.2-3). As análises de pigmentos foram filtradas no mesmo momento da coleta (Figura III.3.2-4).



**Figura III.3.2-3**

Equipamentos utilizados para medição *in situ* de pH (a) e OD (b), e de turbidez (c), a partir de alíquotas da amostra de água obtida com a garrafa de Niskin.



**Figura III.3.2-4**

Procedimento de filtração de alíquota da amostra de água coletada com a garrafa de Niskin, para a avaliação dos teores de pigmentos clorofílicos.

Para avaliar a transparência da água, em cada estação de coleta de água foi lançado o disco de Secchi. O lançamento desse aparelho em todas as estações foi manual, sendo este lançado apenas uma vez em cada estação.

A Tabela III.3.2-I apresenta um resumo das metodologias empregadas no tratamento das alíquotas para cada parâmetro da água analisado.

**Tabela III.3.2-1**

Procedimentos adotados no tratamento das alíquotas destinadas às análises dos diferentes parâmetros físico-químico-biológicos das amostras de água coletadas com garrafa de Niskin.

| FRASCARIA E PRESERVAÇÃO/CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS |  |  |                                   |                          |
|--|--|--|-----------------------------------|--------------------------|
| AMOSTRA  | PARÂMETROS   | FRASCARIA  | PRESERVAÇÃO/<br>FIXAÇÃO           | CONSERVAÇÃO              |
| água   | COD e COT  | garrafa plástica de 1L                                   | -                                 | Refrigeração,<br>4 ± 2°C |
|  | TSD, TSS nitrito,<br>nitrato, mônia, fosfato<br>e silicato | garrafa plástica de 1L                                   | -                                 | congelamento             |
|  | metais totais  | frasco plástico tipo<br>Nalgene de 500mL                 | 3mL de ácido nítrico              | temperatura ambiente     |
|  | sulfetos   | frasco de DBO  | 2mL de acetato de<br>zinco        | Refrigeração,<br>4 ± 2°C |
|  | BTEX   | vial   | 2mL de ácido clorídrico           | Refrigeração,<br>4 ± 2°C |
|  | fenóis totais  | garrafa plástica de 1L                                   | 2mL de ácido sulfúrico            | Refrigeração,<br>4 ± 2°C |
|  | HTP e HPA  | garrafa de vidro âmbar<br>de 1L com batoque de<br>teflon | -                                 | Refrigeração,<br>4 ± 2°C |
|  | pigmentos clorofilianos                                    | filtro GF/F  | -                                 | congelamento             |
|  | fitoplâncton<br>(quantitativo)                             | pote plástico 250mL,<br>tampa de rosca                   | formoldeído solução<br>final a 4% | temperatura ambiente     |

### III.3.3. Coleta de sedimento

As amostras de sedimentos foram coletadas através do lançamento de um box-corer de área de 0,25m<sup>2</sup> (50 x 50cm) (Figura III.3.3-1). Essa amostragem foi possível devido ao uso de um equipamento robusto (pesado) o suficiente para penetrar no sedimento e obter amostras que não chegasse lavadas ao convés, permitindo que fossem subamostrados os estratos superficiais do sedimento.



**FIGURA III.3.3-1**  
Equipamento de Box-core sendo lançado, para captura de sedimento.

Em cada Box-core foi retirada as amostras para cada análise (Figura III.3.3-2), foram coletadas amostras macro e meiofauna em triplicata, devido às características naturais das comunidades bentônicas (distribuição em manchas). Estas amostragens em triplicata visaram propiciar a utilização de técnicas estatísticas mais avançadas, que possibilitassem uma análise ambiental mais clara da área e também identificar quais dos parâmetros ambientais medidos eram mais importantes na estruturação destas comunidades. As triplicata foram amostradas pelo lançamento do box-core três vezes em cada estação, sendo retiradas uma amostra de macro e uma amostra de meiofauna de cada lançamento. Para a análise do perfil de oxigênio no sedimento, foi cortado um perfil do sedimento e medido através de uma régua a camada redox do sedimento (Figura III.3.3-2).

A Tabela III.3.3-I apresenta um resumo das metodologias empregadas no tratamento das alíquotas para cada parâmetro de sedimento analisado.



**FIGURA III.3.3-2**

Procedimento de retirada de aliquotas das amostras de sedimento obtidas com box-core para os diferentes parâmetros analisados e (b) detalhe do tratamento das amostras de sedimento para macrofauna bentônica.

**Tabela III.3.3-1**

Procedimentos adotados no tratamento das aliquotas destinadas às análises dos diferentes parâmetros físico-químico-biológicos das amostras de sedimento coletadas com Box-core.

| FRASCARIA E PRESERVAÇÃO/CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS |                                    |                                    |                         |              |
|--|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------|
| AMOSTRA  | PARÂMETROS                         | FRASCARIA                          | PRESERVAÇÃO/<br>FIXAÇÃO | CONSERVAÇÃO  |
| sedimento  | granulometria e teor de carbonatos | saco plástico com fecho tipo zip   | -                       | congelamento |
|  | metais (totais e biodisponíveis)   | pote plástico 50mL, tampa de rosca | -                       | refrigeração |

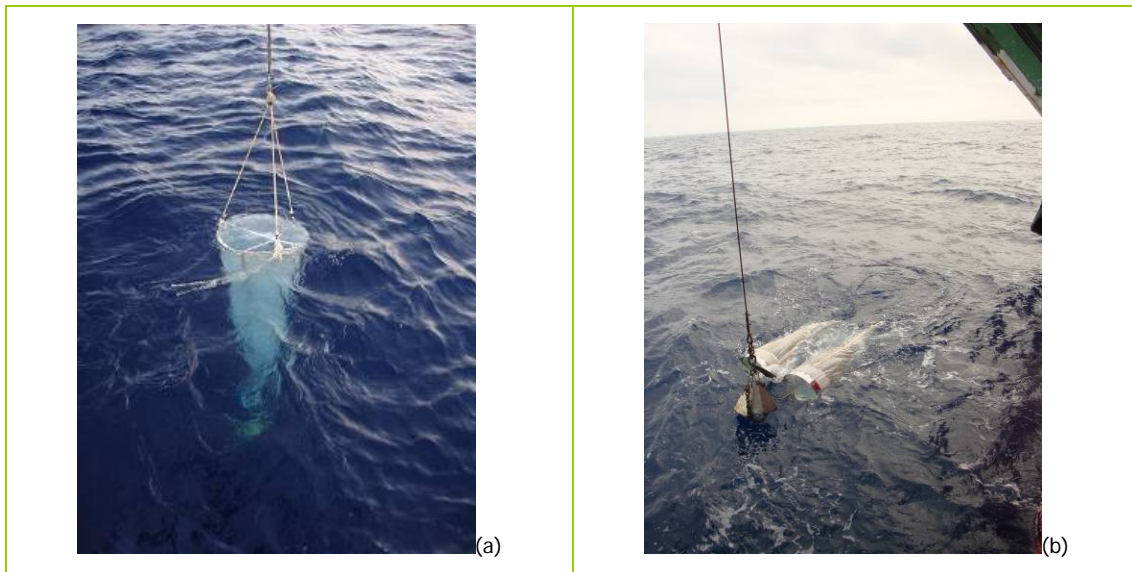
| FRASCARIA E PRESERVAÇÃO/CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS |   |   |                                   |                      |
|--|---|---|-----------------------------------|----------------------|
| AMOSTRA  | PARÂMETROS                                  | FRASCARIA   | PRESERVAÇÃO/<br>FIXAÇÃO           | CONSERVAÇÃO          |
|  | HTP e HPA                                   | frasco de vidro 100mL,<br>tampa de rosca com<br>batoque de teflon | -                                 | refrigeração         |
|  | MOT, COT, nitrogênio,<br>fósforo e sulfetos | frasco plástico 250mL,<br>tampa de rosca                          | -                                 | refrigeração         |
|  | macrofauna bentônica                        | pote plástico 1000mL,<br>tampa de rosca                           | formoldeido solução<br>final a 4% | temperatura ambiente |
|  | meiofauna bentônica                         | pote plástico 250mL,<br>tampa de rosca                            | formoldeido solução<br>final a 4% | temperatura ambiente |

### III.3.4. Coleta de Plâncton

As coletas de amostras de zooplâncton serão realizadas através de arrastos horizontais (Figura III.3.4-1) da superfície até o fundo. Serão utilizadas redes cilíndrico-cônicas simples de 60cm de diâmetro de boca e 200cm de comprimento. A rede para coleta de zooplâncton terá 200µm de abertura de malha.

As coletas de amostras de e ictioplâncton serão 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 terão 330µm e 500µm de abertura de malha. Um depressor hidrodinâmico de cerca de 25kg será fixado aos cabrestos e estes ao centro do aro duplo da armação da bongô. Visando garantir a máxima obliquidade do arrasto, em torno de um ângulo de 60°, o cabo será fornecido e recolhido durante o arrasto em quantidade suficiente para chegar a uma profundidade próxima ao fundo, com a embarcação em movimento a uma velocidade média de 1m/s a fim de preservar a integridade dos organismos coletados. Para posterior avaliação do volume de água filtrado, será acoplado, entre o centro e o aro da boca de cada rede, um fluxômetro analógico *General Oceanics* previamente aferido.

Durante a coleta será mantida uma velocidade média de 1m/s a fim de preservar a integridade dos organismos coletados, principalmente daqueles de estrutura gelatinosa, sem que essa velocidade permita a fuga dos organismos com maior poder de natação e capacidade visual. Para posterior avaliação do volume de água filtrado, será acoplado, entre o centro e o aro da boca da rede, um fluxômetro analógico *General Oceanics* previamente aferido.



**Figura III.3.4-1**

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

Após coletadas, as redes foram lavadas com água salgada e as amostras concentradas nos copos das redes, sendo então acondicionadas em frascos de 500mL de capacidade e fixadas (Figura IV.1-8) com formol, previamente neutralizado com bórax, diluído a 4% em água do mar. Com o intuito de evitar contaminação das amostras, toda a água utilizada para concentração e fixação das amostras foi previamente filtrada em abertura de malha de 100 $\mu$ m, no caso da água dos pissetes, ou passada pela malha da própria rede de coleta (de fora para dentro), no caso da mangueira de água salgada.



**Figura III.3.4-2**

Procedimento de concentração e fixação de organismos zooplâncton e ictioplâncton.

A Tabela III.3.4-I apresenta um resumo das metodologias empregadas no tratamento das alíquotas para cada parâmetro de plâncton analisado.

**Tabela III.3.4-1**

Procedimentos adotados no tratamento das alíquotas destinadas às análises dos diferentes parâmetros das amostras de plâncton.

| FRASCARIA E PRESERVAÇÃO/CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS |               |  |                                   |                      |
|--|---------------|--|-----------------------------------|----------------------|
| AMOSTRA  | PARÂMETROS    | FRASCARIA                              | PRESERVAÇÃO/<br>FIXAÇÃO           | CONSERVAÇÃO          |
| plâncton   | fitoplâncton  | pote plástico 250mL,<br>tampa de rosca | formoldeído solução<br>final a 4% | temperatura ambiente |
|  | zooplâncton   | pote plástico 500mL,<br>tampa de rosca | formoldeído solução<br>final a 4% | temperatura ambiente |
|  | ictioplâncton | pote plástico 500mL,<br>tampa de rosca | formoldeído solução<br>final a 4% | temperatura ambiente |

## III.4. METODOLOGIA DE ANÁLISE

### III.4.1. CTD

Para a realização da perfilagem, foi utilizado um CTD Sea-Bird SBE19 Seacat Profiler. Os parâmetros medidos pelo aparelho foram: temperatura (°C), salinidade (S/m), pressão, a Tabela III.4.1-I apresenta as características dos sensores.

Optou-se pela utilização dos dados da subida do equipamento, que apresentaram perfis mais suaves, “limpos”, isto é, livres de spikes (ruídos) à superfície, provocados pela instabilidade dos sensores no momento do lançamento do aparelho.

**Tabela III.4.1-I**

Características dos sensores no CTD Sea-Bird SBE19 Seacat Profiler, utilizados na campanha de *Baseline*.

| SENSORES DE CTD  |                     |                             |                               |
|------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| sensores         | amplitude de medida | acurácia                    | resolução                     |
| Temperatura (°C) | -5 a 35             | 0,005                       | 0,0001                        |
| Salinidade (S/m) | 0 a 9               | 0,0005                      | 0,00005                       |
| Pressão          | 600                 | 0,1% da amplitude<br>máxima | 0,002% da amplitude<br>máxima |



A configuração e processamento dos dados do CTD são feitos utilizando software fornecido pelo fabricante, sendo estes respectivamente, SEATERM e SBE Data processing. O equipamento é configurado para atuar como perfilador da coluna d'água com uma taxa de amostragem de 0,5 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 – Retira os dados com falha na aquisição;
- DERIVE – Utilizado para calcular os parâmetros oceanográficos desejados;
- BINAvg – Utilizado para a interpolação dos dados no intervalo de profundidade desejado.

### III.4.2. ÁGUA

#### Carbono Orgânico Total (COT)

As análises foram realizadas através do Método de Combustão-Infravermelho, de acordo com "Standard Methods – APHA 18th ED. 1992", utilizando um analisador de carbono "SHIMADZU TOC-5000".

#### Sulfeto

Foi utilizado método de sulfeto por cromatografia iônica. As metodologias analíticas possuem como referência os protocolos *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21<sup>th</sup> edition* e USEPA-SW 846. O equipamento utilizado foi o cromatógrafo de íons marca Dionex modelo ICS3000.

#### Nutrientes e Amônia

As análises colorimétricas foram realizadas em um espectrofotômetro Hitachi U-2000, com duplo feixe óptico, em cubetas de 1 ou 5 cm de percurso óptico, conforme as concentrações dos nutrientes, com leitura na faixa ideal de absorvância, descrita pela lei de Lambert-Beer.

As análises de amônio foram realizadas em triplicata, e as demais em duplicata. Padrões primários de 1000 mg/L da marca Merck foram empregados para elaboração das curvas padrão de todos os nutrientes. Diferentes curvas são construídas para cada grupo de amostras analisado.

O método empregado para quantificação de amônio é derivado do método de Koroleff (1969), que é simples e oferece uma boa precisão e sensibilidade, havendo a formação de uma solução azul de "azul de indofenol", cuja absorvância é medida a 630nm em espectrofotômetro. Para acelerar a reação, usou-se o nitroprussiato de sódio. Na determinação do amônio, substituiu-se o hipoclorito pelo Trione (ácido dicloroisociânico) como agente oxidante (Grasshoff & Johannsen, 1972). O método é considerado específico para o nitrogênio amoniacal, e a interferência provocada pela uréia e pelos aminoácidos é desprezível. No desenvolvimento do método, seguiram-se as recomendações de Aminot & Chaussepied (1983).

O método utilizado para determinação das concentrações de nitrito está baseado na reação de Griess, e foi aplicado a águas salgadas por Bendschneider & Robinson (1952), sendo um dos mais sensíveis e específicos para a análise de íons nitrito. Os íons  $\text{NO}_2^-$  formam um diazóico com a sulfanilamida em meio ácido ( $\text{pH} < 2$ ), em seguida o diazóico reage com o N-naftilêtilenodiamino para formar o corante. A absorvância do corante é determinada espectrofotometricamente a 543nm. Na determinação dos nitritos, seguiu-se o protocolo recomendado por Aminot & Chaussepied (1983).

O método utilizado para nitrato foi baseado na redução quantitativa (>95%) dos íons  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NO}_2^-$  e posterior análise destes, conforme descrito no item anterior. O resultado analítico que se obtém, é a soma das concentrações dos íons nitrito e nitrato. Como o nitrito é determinado analisando-se a alíquota sem que a mesma tenha sido reduzida, a concentração de nitrato é então calculada pela subtração do nitrito existente na amostra. A redução do nitrato a nitrito é efetuada pela passagem de uma alíquota através de uma coluna de cádmio tratada com cobre. O preparo, ativação, uso da coluna, e determinação do rendimento em  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NO}_2^-$  foi realizado de acordo com as recomendações de Aminot & Chaussepied (1983).

O fósforo é um elemento nutritivo cuja forma mineral majoritária, ortofosfato, é encontrada nas águas salgadas sob duas formas principais:  $(\text{PO}_4)^{-3}$  e  $(\text{HPO}_3)^{-2}$ . O íon fosfato reage com o molibdato de amônio, em presença de  $\text{Sb}^{+3}$  para formar um complexo que se reduz pelo ácido ascórbico; esta forma reduzida, de coloração azul, tem uma absorção máxima em 885nm. Os íons arseniato reagem de maneira idêntica aos íons fosfato, mas sua concentração é geralmente baixa, o que o torna negligenciável. Além disso, a velocidade da reação é menor para o arseniato do que para o fosfato, e se a medida for feita rapidamente, a interferência é evitada. O protocolo seguido pra quantificação de fosfato foi o recomendado por Aminot & Chaussepied (1983).



A dosagem colorimétrica para quantificação do silicato é baseada na formação de um complexo silicico-molibdico, que após redução, forma uma coloração azul intensa. A leitura da absorvância da solução é feita a 810nm. Para a análise de silicato seguiram-se as recomendações de Aminot & Chaussepied (1983).

### **Metais Totais**

A técnica utilizada para a determinação dos metais foi a espectrofotometria de emissão de plasma e a espectrofotometria de absorção atômica. As metodologias analíticas utilizadas possuem como referência os protocolos dos *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20<sup>th</sup> edition* e EPA SW 846.

Os equipamentos utilizados foram o espectrofotômetro de absorção atômica Analyst 100-Perkin Elmer e Avanta-GBC, e o espectrofotômetro de emissão de plasma (ICP-OES) da marca Perkin Elmer, modelo Optima 2000 DV (todos com certificado de calibração RBC, e padrões analíticos rastreáveis a entidades internacionalmente reconhecidas).

### **Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP)**

As análises foram realizadas em extratos orgânicos da água, sendo o material extraído submetido à cromatografia a gás (CG). As análises por cromatografia a gás foram realizadas em frações de extrato total, obtidas através do método de extração líquido-líquido (EPA SW 846 – método 3510c) seguida de *clean up* (EPA SW 846 – método 9071b). As análises cujos resultados são apresentados neste relatório foram efetuadas em cromatógrafos a gás modelo HP6890 de alta resolução, que determinam e quantificam as concentrações de HTP e os hidrocarbonetos individuais (i.e., parafinas lineares e ramificadas). O método analítico de quantificação do HTP foi o método EPA SW 846 – método 8015c com padronização interna usando como padrões os hidrocarbonetos per-deuterados (hidrocarbonetos cujos hidrogênios foram substituídos por deutérios): n-C<sub>12</sub>D<sub>28</sub>, n-C<sub>16</sub>D<sub>34</sub>, n-C<sub>20</sub>D<sub>42</sub>, n-C<sub>24</sub>D<sub>50</sub> e n-C<sub>32</sub>D<sub>66</sub>, adicionados à água (1 litro) antes da extração.

### **Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA)**

As análises de HPA foram realizadas em extratos orgânicos da água, sendo o material extraído submetido à cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). As análises foram realizadas em frações de extrato total, obtidas através do método de extração líquido-líquido (EPA SW

846 – método 3510c) seguida de clean up (EPA SW 846 – método 9071b). As análises cujos resultados são apresentados neste relatório foram efetuadas em cromatógrafos a gás, modelo HP6890, acoplado ao espectrômetro de massas modelo HP5973n. As análises foram efetuadas no modo de aquisição modo seletivo de íons, *single ion monitoring* (SIM), a fim de determinar e quantificar as concentrações de dos 16 hidrocarbonetos poliaromáticos prioritários segundo a lista dos compostos prioritários da EPA SW 846. O método analítico de caracterização e quantificação dos HPAs foi o método EPA SW 846 – método 8270bc com padronização interna usando como padrões os hidrocarbonetos per-deuterados (hidrocarbonetos cujos hidrogênios foram substituídos por deutérios): naftaleno-d<sub>8</sub>, acenafteno-d<sub>10</sub>, fenatreno-d<sub>10</sub>, criseno-d<sub>12</sub> e perileno-d<sub>12</sub>, adicionados à água antes da extração e o padrão de recuperação terfenil adicionado ao extrato orgânico antes da análise por CG-EM.

Este procedimento foi realizado também em testes com brancos, em uma amostra de sulfato de sódio a cada dez amostras de água analisadas, confirmando a perfeita calibração do branco (blank) analítico.

## **BTEX**

Foi retirada uma alíquota da amostra e fortalecida com tolueno deuterado a concentração definida. Os componentes voláteis foram purgados da solução através de borbulhamento de hélio ultrapuro e recolhidos em um *trap* de adsorção. Após esta etapa, o trap foi dissolvido automaticamente para uma câmara resfriada a -90°C e injetado em uma coluna DB 624 de 30m diretamente acoplada à fonte de íons de um espectrômetro de massas. A análise foi quantitativa. O espectrômetro operou com varredura de massa de 40 a 300 u.m.a.. A isoterma inicial foi de 37°C por um minuto, seguida de taxa de aquecimento de 6°C/min até a temperatura final de 200°C.

## **Fenóis**

Para análise de fenóis, foi transferida 500mL da amostra para um balão de destilação, ajustando o volume da amostra destilada à 500mL, e ajustando o pH até maior que 10 adicionando amino-antipirina e agitar. A concentração de Fenol é obtida através de leitura em espectrômetro de absorção molecular na região visível. Método – 5530D – APHA – AWWA-WPCI – Standard Methods For Examination of Water and Wastewater, 20<sup>th</sup> edition, 1998.

### III.4.2. SEDIMENTO

#### Materia Orgânica

Foi utilizado o método gravimétrico que consiste na variação da massa em termos do peso seco da amostra antes e após a calcificação a 550°C.

#### Carbono Orgânico Total

A análise do sedimento foi realizada na amostra de sedimento seca e acidificada para remoção de fontes de carbono inorgânico (e.g. carbonatos). O método analítico utilizado foi o de combustão catalítica à alta temperatura, seguida de quantificação do CO<sub>2</sub> em um detector de infravermelho não dispersivo, utilizando um equipamento marca Shimadzu, modelo TOC 5000, operado seguindo instruções do fabricante, como descrito por APHA-AWWA-WPCF (1998) e EPA SW 846 – método 9060a.

#### Nitrogênio Total

O método analítico utilizado foi segundo Kjeldahl, através de digestão ácida com auxílio de catalisador. Após a digestão o material é destilado em destilador de nitrogênio e o destilado titulado com solução diluída de ácido sulfúrico.

#### Fósforo Total

O método analítico utilizado foi o de digestão através de ácidos e posterior determinação do fósforo através da formação complexo fosfomolibdico que será determinado através de espectrometria visível.

#### Granulometria e Carbonatos

Os estudos granulométricos foram realizados segundo a metodologia descrita por Suguio (1973) e Holme & McIntyre (1984). A fração menor do que 63µm foi separada por pipetagem segundo a Lei de Stokes e a fração maior que 63µm foi separada por peneiramento a seco. O tamanho dos grãos foi classificado pela escala de Wentworth.

Para cada estação são fornecidos o diâmetro e o tipo de grão, a frequência normal e a frequência acumulada. Foram calculados os seguintes parâmetros estatísticos para cada estação: mediana, média, desvio-padrão, assimetria, curtose e curtose (norm). São fornecidas ainda a classificação do sedimento pela média e a classificação textural de Folk e o teor de carbonatos no sedimento.

O teor de carbonatos (%) foi analisado segundo a metodologia descrita por Suguio (1973).

## Metais Totais

As técnicas utilizadas para as determinações dos metais (Fe, Al, Ba, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Hg e Mn) foram espectrofotometria de emissão de plasma e espectrofotometria de absorção atômica. O metal mercúrio (Hg) foi analisado por Absorção Atômica utilizando-se o recurso de geração de hidretos/vapor frio. As metodologias analíticas utilizadas têm como referência os protocolos dos Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 20ed. e EPA SW 846.

Os equipamentos utilizados foram espectrofotômetro de absorção atômica Analyst 100-Perkin Elmer e Avanta-GBC, e espectrofotômetro de emissão de plasma (ICP-OES) da marca Perkin Elmer, modelo Optima 2000 DV (todos com certificado de calibração RBC, e padrões analíticos rastreáveis a entidades internacionalmente reconhecidas).

## Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP)

As análises foram realizadas em extratos orgânicos da água, sendo o material extraído submetido à cromatografia a gás (CG). As análises por cromatografia a gás foram realizadas em frações de extrato total, obtidas através do método de extração por ultrassom (EPA SW 846 – método 3550bc) seguida de *clean up* (EPA SW 846 – método 9071b). As análises cujos resultados são apresentados neste relatório foram efetuadas em cromatógrafos a gás modelo HP6890 de alta resolução, que determinam e quantificam as concentrações de HTP e os hidrocarbonetos individuais (i.e., parafinas lineares e ramificadas). O método analítico de quantificação do HTP foi o método EPA SW 846 – método 8015c com padronização interna usando como padrões os hidrocarbonetos per-deuterados (hidrocarbonetos cujos hidrogênios foram substituídos por deutérios): n-C<sub>12</sub>D<sub>28</sub>, n-C<sub>16</sub>D<sub>34</sub>, n-C<sub>20</sub>D<sub>42</sub>, n-C<sub>24</sub>D<sub>50</sub> e n-C<sub>32</sub>D<sub>66</sub>, adicionados ao sedimento antes da extração.

## **Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA)**

As análises de HPA foram realizadas em extratos orgânicos do sedimento, sendo o material extraído submetido à cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). As análises foram realizadas em frações de extrato total, obtidas através do método de extração por ultrassom (EPA SW 846 – método 3550bc) seguida de clean up (EPA SW 846 – método 9071b). As análises cujos resultados são apresentados neste relatório foram efetuadas em cromatógrafos a gás, modelo HP6890, acoplado ao espectrômetro de massas modelo HP5973n. As análises foram efetuadas no modo de aquisição modo seletivo de íons, *single ion monitoring* (SIM), a fim de determinar e quantificar as concentrações de dos 16 hidrocarbonetos poliaromáticos prioritários segundo a lista dos compostos prioritários da EPA SW 846. O método analítico de caracterização e quantificação dos HPAs foi o método EPA SW 846 – método 8270bc com padronização interna usando como padrões os hidrocarbonetos per-deuterados (hidrocarbonetos cujos hidrogênios foram substituídos por deutérios): naftaleno-d<sub>8</sub>, acenafteno-d<sub>10</sub>, fenatreno-d<sub>10</sub>, criseno-d<sub>12</sub> e perileno-d<sub>12</sub>, adicionados à água antes da extração e o padrão de recuperação terfenil adicionado ao extrato orgânico antes da análise por CG-EM.

## **Sulfetos Voláteis em Ácido (SVA)**

As amostras foram submetidas a extração ácida e purga com nitrogênio, onde o gás sulfídrico liberado da amostra foi recolhido em uma solução de alcalina. Após 60 minutos de purga, a solução obtida foi submetida a análise de espectrometria de absorção molecular na região visível. O equipamento utilizado foi o Espectrômetro Molecular marca HACH modelo DR2500.

## **Metais Simultaneamente Extraídos (SEM)**

Os metais fracamente ligados ao Sedimento, foram extraídos através de um ácido fraco sob agitação e a solução obtida foi analisada por Espectrometria de Emissão Ótica com plasma de Argônio Induzido, segundo método 6010C – USEPA – SW846.

### **III.4.3. Parâmetros Biológicos**

#### **Fitoplâncton**

As amostras quali-quantitativas de fitoplâncton total foram analisadas em microscópio invertido (marca Carl Zeiss, Jena) segundo o método de Uthermöhl (1958). Foram sedimentados entre 25mL e

50mL (câmaras Hydrobios) de cada amostra, e um mínimo de 400 células para o nanoplâncton e 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, considerando os fitoflagelados. 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* Washington, 1984) e da equitabilidade (Pielou, 1975 *in* Magurran, 1988) foram calculadas adicionalmente. O índice da diversidade pode variar de 0 a 4bits/cél e o índice de equitabilidade pode variar de 0 a 1.

Antes de aplicar os tratamentos estatísticos de agrupamento e ordenação, os dados foram normalizados através de transformações matemáticas ( $\log(x+1)$ ). Escolheu-se esta entre outras formas de normalização, porque os descritores da matriz utilizada apresentarão ausência de grupos taxonômicos. Posteriormente os dados foram padronizados pela média e o desvio padrão. A classificação utilizada foi a aglomerativa hierárquica do “peso proporcional” (Weighted Pair Group Method Average Arithmetics – WPGA). O coeficiente de correlação resultante (correlação cofenética) foi utilizado para medir a validade do agrupamento, cujo valor  $> 0,80$  é considerado significativo. O método de visualização dos resultados foi expresso em dendrograma, cuja análise foi baseada na interpretabilidade ecológica da classificação (Zar, 1984). Todos esses cálculos foram realizados utilizando-se o programa computacional STATGRAPHICS (5.1 for Windows).

Ordenação é o conjunto de técnicas pelas quais as amostras são ordenadas em função de um grande número de critérios, por exemplo, a distribuição de estações de coleta em função das variações de biomassa algal (clorofila-a) e densidade de organismos do fitoplâncton. Portanto, as amostras são posicionadas em relação a um ou mais eixos, de tal maneira que suas posições relativas aos eixos e entre eles, proporcionem o máximo de informações sobre suas semelhanças ecológicas (Valentin, 1995). Para tal fim foi aplicada uma Análise de Componentes Principais (PCA). Neste caso a padronização dos dados já está incluída no próprio cálculo do R de Pearson (Valentin, 1995), mas os dados foram normalizados previamente.



## Zooplâncton

A medição dos volumes foi feita pelo método de deslocamento (Kramer *et al.*, 1972). Os dados de densidade do zooplâncton (biovolume) foram apresentados em mL/100m<sup>3</sup>.

Para a identificação e contagem dos organismos, as amostras foram fracionadas com subamostrador cilíndrico do tipo Motoda (Omori & Ikeda, 1992). As alíquotas analisadas variaram de 1/32 a 1/64 do volume da amostra total. Os dados de abundância (densidade de organismos) são apresentados em ind/m<sup>3</sup>. A identificação dos táxons do zooplâncton foi feita com base em Boltovskoy (1981) e Boltovskoy (1999), com o auxílio de estereomicroscópio.

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, segundo 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.

A elaboração da Análise de associações entre táxons e estações de coleta utilizou o aplicativo Twinspan (Hill, 1979). Para a Análise Canônica de Correspondência utilizou-se o programa PC-Ord (McCune & Mefford, 1999). Em ambos os casos utilizaram-se apenas as espécies, e só aquelas que apresentaram valor de abundância total maior que 0,90ind/m<sup>3</sup> na área.

## Ictioplâncton

Em laboratório, efetuaram-se as medidas do volume de plâncton coletado, através do método de deslocamento de líquidos (Kramer *et al.*, 1972), e sem a prévia retirada dos pequenos organismos gelatinosos como salpas, medusas, pirozomas e quetognatos. Quando muito volumosos mais esses organismos interferem no resultado da volumetria, portanto esses organismos foram retirados previamente à volumetria.

Efetuada a volumetria, mL/m<sup>3</sup> foram estimados os volumes relativos com base na expressão de Tanaka (1983).

Com os valores de volumes relativos, estimados para cada estação, foram construídas as Figuras com a distribuição horizontal. Após a volumetria foram retirados e contados os ovos e larvas de teleósteo, das amostras de plâncton, com o auxílio de estereomicroscópios.

A média aritmética da densidade relativa foi calculada para cada estação com os valores encontrados das duas redes. Essas densidades médias foram utilizadas na análise dos dados.

Através da composição taxonômica e suas densidades foram calculados os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) (base de  $\log 2$ ) e de equitatividade de Pielou ( $J'$ ) segundo Magurran (1988). A riqueza corresponde ao número da composição específica obtida com o sucesso da identificação.

A classificação multivariada "two-way indicators species analysis -TWINSPAN" (Hill, 1979) foi utilizada para que se obtivessem associações das estações em função dos padrões de distribuição e abundância das larvas. As associações obtidas foram comparadas com os perfis horizontais de temperatura para observar uma possível relação da distribuição e abundância das larvas com as massas de água.

Na verificação de uma possível correlação das variáveis ambientais com a distribuição dos táxons identificados foi usada uma ordenação do tipo multidimensional não paramétrica (NMDS) (Kruskal & Wish, 1978). Nessa análise uma matriz de postos foi construída a partir de uma matriz de similaridade ou dissimilaridade, sendo que no presente trabalho foi utilizada a medida de distância "Sorensen". Teste de Monte Carlo foi aplicado para indicar se as ocorrências das diferenças seriam reais ou artefatos (Sokal & Rohlf, 1995).

### **Macrofauna Bentônica**

Nesta caracterização da macrofauna bentônica foi avaliada a variação espacial de alguns descritores estruturais da comunidade como densidade, riqueza, diversidade, densidade de grupos taxonômicos e densidade das espécies dominantes na área. Foi ainda efetuada uma avaliação da estruturação espacial desta comunidade macrobentônica a partir de uma análise conjunta das principais espécies.

Quanto a diversidade específica, calculada através do índice de Shannon  $H'$  pelo logaritmo natural (Magurran, 1988) esta é apresentada através de uma Diagrama de Diversidade (DIMO, Qinghong, 1995). Para avaliar o padrão de estruturação da comunidade e as similaridades entre estações, foi efetuada uma Análise Escalar Multidimensional Não-Métrica (MDS; Clarke, 1993), a qual envolve a ordenação escalar das estações de coleta em um espaço bidimensional, neste caso, utilizando-se apenas as espécies mais abundantes.

Para avaliar quais espécies são responsáveis pelos padrões observados, foi efetuada uma Análise de Correspondências Canônicas (CCA; ter Braak). A análise foi efetuada a partir da densidade logaritimizada das espécies por estação (réplicas agrupadas) e para alguns parâmetros ambientais

mensurados (porcentagem das frações silte, argila e areia muito fina, grau de selecionamento, diâmetro médio dos grãos e conteúdo total de carbono no sedimento). Para esta análise foram selecionadas apenas as espécies cujas abundâncias foram maiores do que 10 indivíduos.

Como as estações de coleta apresentam uma estrutura espacial, isto é, estão distanciadas entre si de forma diferenciada. Desta forma, espera-se que se a comunidade bentônica for homogênea em toda a área de estudo, não se encontrará uma relação de similaridade faunística com a distância geográfica. Para testar esta estruturação, foi efetuada um teste de Mantel (Sokal & Rohlf, 1995) por reamostragem, onde a matriz de dissimilaridade faunística (calculada pela distância de Bray-Curtis) é comparada com a matriz de distância geográfica entre estações. A soma dos produtos destas duas matrizes é então comparada com a soma dos produtos de matrizes re-aleatorizadas (em um total de 1000 interações) para se avaliar até que grau a relação entre distância geográfica e similaridade da comunidade é fruto do acaso.

A representatividade da amostragem para um levantamento da estrutura da comunidade foi avaliada de duas formas: a) a partir de uma curva espécie-área e b) através de uma Análise de Similaridades (ANOSIM; Clarke, 1993).

### **Meiofauna Bentônica**

Em laboratório, cada amostra foi corada com Rosa de Bengala e posteriormente lavada em peneiras de 0,5mm e de 0,062mm para separar a meiofauna. Os organismos retidos na malha de 0,062mm foram identificados no nível de grupos taxonômicos superiores e contados. O grupo Nematoda foi identificado até nível genérico.

A identificação dos Nematoda presume a análise de 200 indivíduos de cada estação, retirados ao acaso de duas réplicas de amostra (100 espécimes por réplica) e quando necessário utilizou-se a terceira réplica. Tal procedimento é padrão em razão da grande abundância deste grupo.

Os Nematoda foram fixados e montados em glicerina anídrica em lâminas e lamínulas para microscopia, passando por um processo para deixá-los em glicerina pura (Seinhorst, 1962, com modificações feitas por De Grisse, 1965). Foram utilizadas as chaves de identificação pictóricas de Platt & Warwick (1983, 1988) e Warwick *et al.* (1998). Com relação à identificação dos grupos tróficos, os Nematoda foram classificados de acordo com a estrutura da cavidade bucal dos animais, segundo a classificação de Wieser (1953), onde o grupo 1A é constituído pelos indivíduos depositívoros seletivos, o grupo 1B pelos depositívoros não-seletivos, o grupo 2A pelos comedores de epistrato e o grupo 2B pelos predadores/omnívoros.

Foram realizadas análises de variância não-paramétrica por meio do teste de Kruskal-Wallis, também chamada de análise de variância por postos, com um nível de significância de 5%. Este teste permitiu a verificação da ocorrência de diferenças significativas entre as densidades da meiofauna total e dos grupos taxonômicos entre as estações analisadas (Zar, 1996).

Foi realizada a correlação de Spearman da densidade meiofauna total e dos táxons encontrados com as variáveis granulométricas e Carbono orgânico total (Zar, 1996).

Com as frequências relativas dos gêneros de Nematoda foram calculados os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) (base de log 2) e de equitatividade de Pielou ( $J'$ ), segundo Magurran (1988). A riqueza corresponde ao número total de gêneros identificados.

Com os valores de frequência relativa dos gêneros de Nematoda foi aplicada a análise de classificação de Twinspan. A análise de Twinspan classifica simultaneamente espécies e amostras, definindo dendrogramas no modo R e no modo Q da classificação (Hill, 1979). Neste estudo os níveis de corte adotados foram: 0, 5, 10, 20 e 50.

Posteriormente esses valores foram transformados duas vezes pela raiz quadrada e analisados com uma ordenação do tipo escala multidimensional não paramétrica (NMDS) (Kruskal & Wish, 1978) para auxiliar na interpretação da distribuição dos gêneros de Nematoda e as variáveis ambientais, em conjunto. Para esta análise uma matriz de postos é construída a partir de uma matriz de similaridade ou dissimilaridade, sendo que no presente trabalho foi usada uma medida de distância (Sorensen). O teste de Monte Carlo foi aplicado para indicar se as ocorrências das diferenças seriam reais ou artefatos (Sokal & Rohlf, 1995).

A relação entre os grupos tróficos, diversidade, equitatividade e número total de gêneros de Nematoda com as variáveis ambientais foi analisada por meio da correlação de Spearman (Zar, 1996).

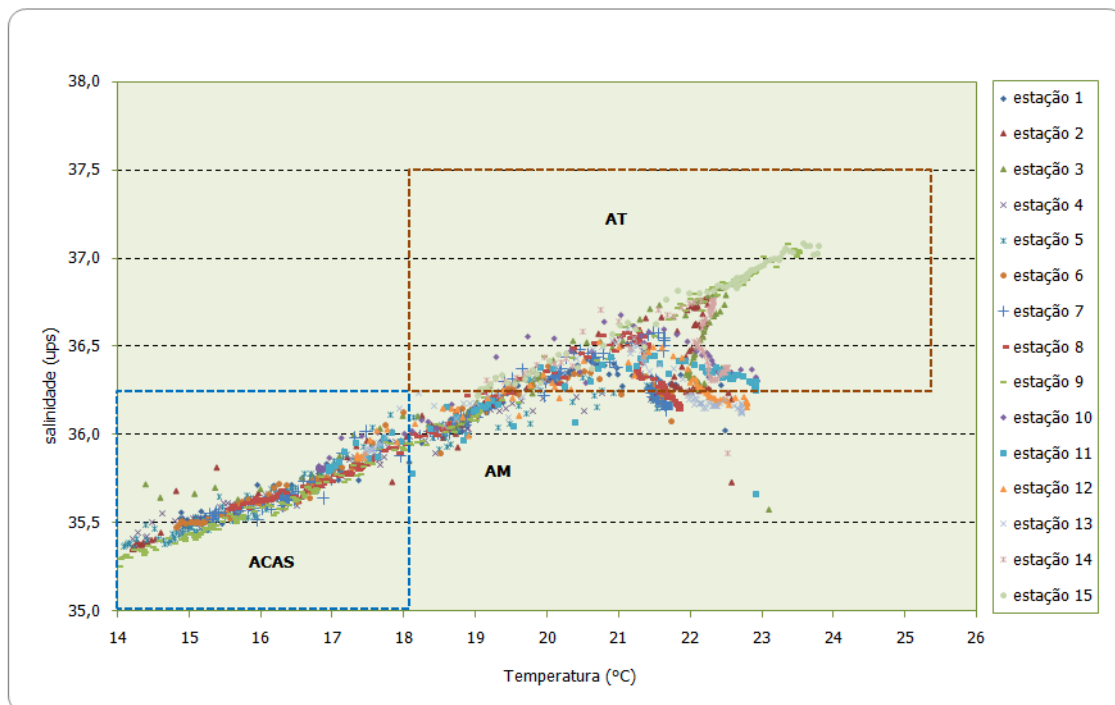
## IV. RESULTADOS

O presente relatório apresenta os resultados obtidos com a implementação do Projeto de *Baseline* da área onde estão situados os blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, para avaliação do compartimento água e sedimento, devidamente tabelados e graficados, discutidos com a literatura científica disponível.

### IV.1. PARÂMETROS OCEANOGRÁFICOS

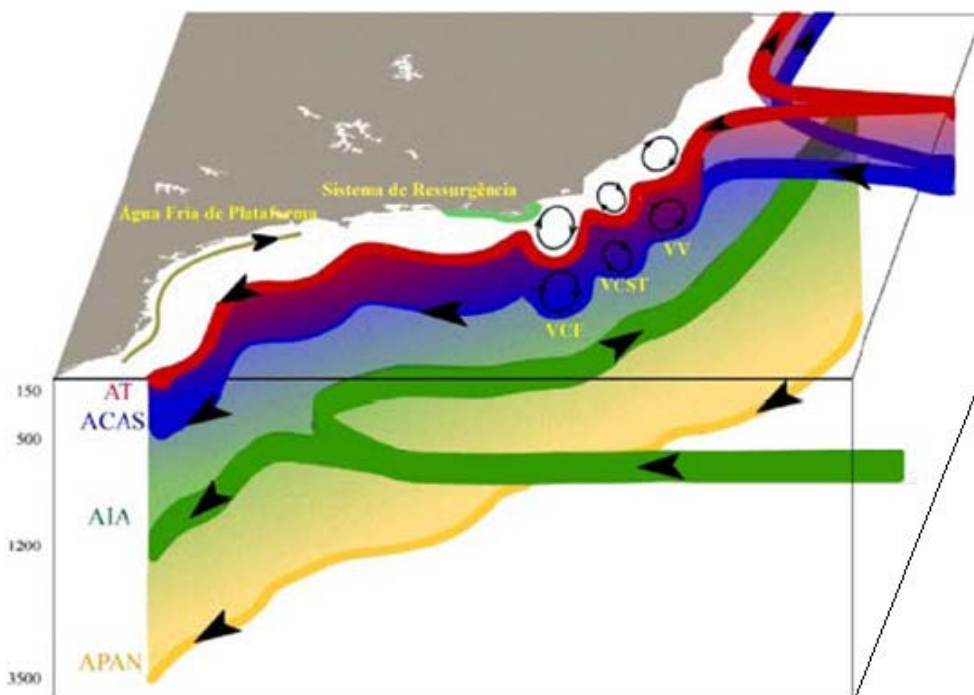
#### IV.1.1. CTD

Perfis de CTD foram obtidos nas 15 estações originais previstas no *baseline*, os resultados obtidos nos perfis de CTD apresentados no 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 nas 15 estações analisadas (Figura V.1.1-1 e Anexo V) e em consonância com os resultados esperados para a região e profundidade dos blocos (Figura V.1.1-2).



**FIGURA V.1.1-1**

Diagrama T-S dos dados obtidos nas perfilagens de CTD na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA V.1.1-2**

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 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 V.1.1-1), considerando os limites termohalinos estabelecidos no gabarito para as massas d'água da região sudeste do Brasil por Ferreira da Silva *et al.* (1984).

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 36 e temperatura superior a 18°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 V.1.1-1).

**TABELA V.1.1-I**

Valores de temperatura e salinidade característicos das respectivas massas de água segundo Ferreira da Silva (1983).

| Massa D'água     |                    |                    |                                      |                                       |
|------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Massas           | Água costeira (AC) | Água Tropical (AT) | Água Central do Atlântico Sul (ACAS) | Água Intermediária da Antártica (AIA) |
| Temperatura (°C) | 26,00 -28,87       | >18,00             | 5,95 – 18,35                         | 4,92 – 5,90                           |
| Salinidade       | ≤ 34,00            | >36,00             | 34,52 – 36,40                        | 34,48 – 34,78                         |

Água Tropical (AT) foi encontrada da superfície até os 118,21m de profundidade nas 15 estações amostradas. Os valores de temperatura variaram de 18,00 a 23,80°C, salinidade de 35,78 a 37,14 e a densidade variou de 24,83 a 26,38Kg/m<sup>3</sup> (Tabela V.1.1-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, estando 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 ACAS nesta campanha ocorreu a partir dos 50, 66 ou 73m até a maior profundidade amostrada em cada estação na campanha, os valores de temperatura para a ACAS variaram de 11,22 a 17,98°C, salinidade de 35,06 a 36,24 e a densidade variou de 25,89 e 26,72Kg/m<sup>3</sup>. Nas estações 13 e 14 não foi detectada a presença de ACAS até a profundidade máxima amostrada de cada estação (Tabela V.1.1-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 inferiores a 200m nesta região. Essa massa d'água (ACAS), é rica em nutrientes e quando penetra a plataforma continental é responsável pela Ressurgência da Plataforma, fenômeno este que promove um aumento da produção primária na região. Esse fenômeno ocorre pelo bombeamento da água desde região do talude, abaixo de 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 Campos. 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 esteja ocorrendo o fenômeno da ressurgência.

**TABELA V.1.1-II**

Valores máximos e mínimos de profundidade de ocorrência, temperatura, salinidade e densidade para as massas d'água encontradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

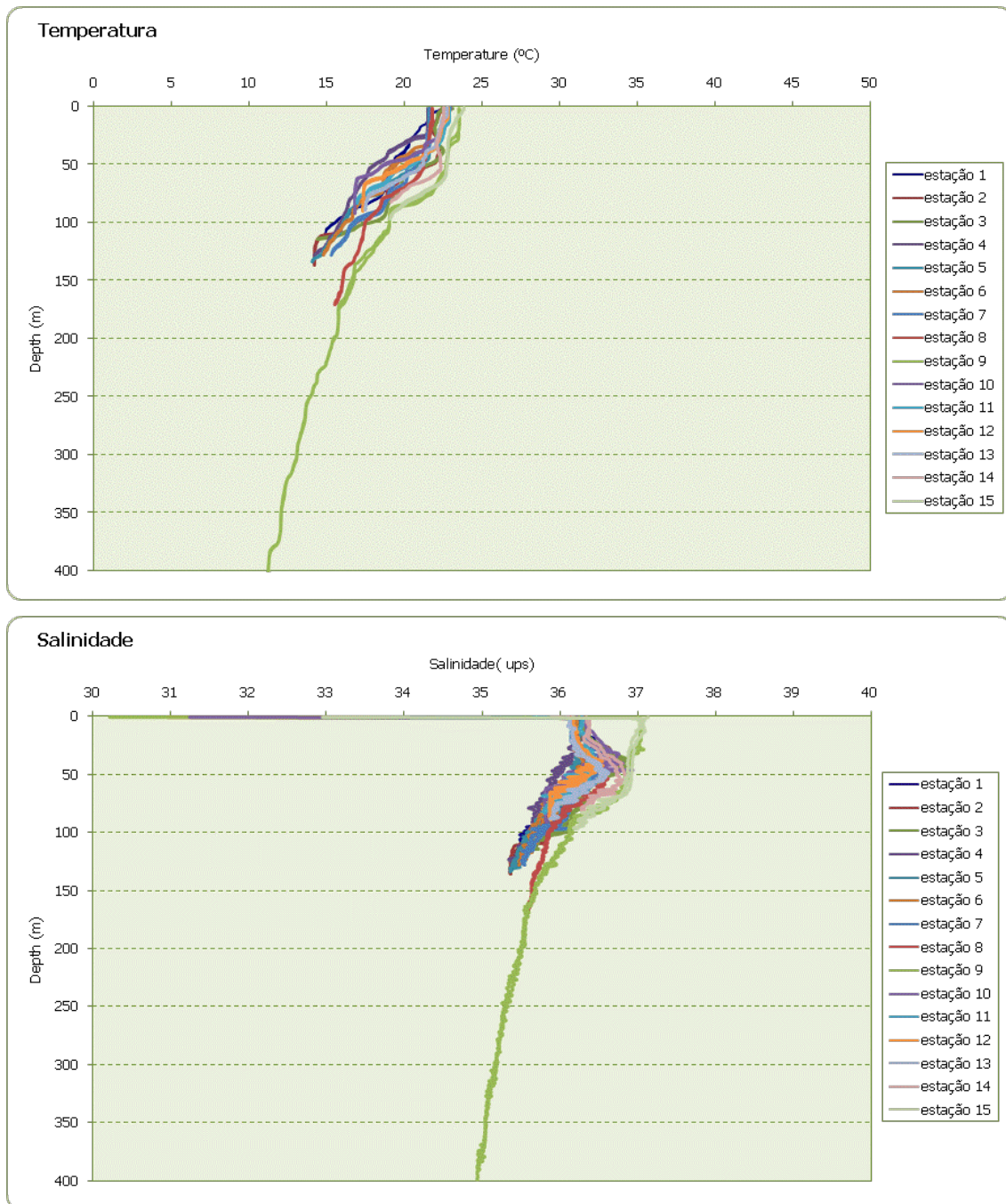
| RESULTADOS CTD  |               |                  |        |                  |        |            |        |                                |        |       |
|-----------------|---------------|------------------|--------|------------------|--------|------------|--------|--------------------------------|--------|-------|
| Bloco / estação | Massas d'água | Profundidade (m) |        | Temperatura (°C) |        | Salinidade |        | Densidade (kg/m <sup>3</sup> ) |        |       |
|                 |               | mínimo           | máximo | mínimo           | máximo | mínimo     | máximo | mínimo                         | máximo |       |
| C-M-592         | 1             | AT               | 0,99   | 80,47            | 18,02  | 22,47      | 36,03  | 36,45                          | 25,09  | 26,00 |
|                 |               | ACAS             | 81,46  | 110,26           | 14,87  | 17,87      | 35,47  | 35,94                          | 26,02  | 26,37 |
|                 | 2             | AT               | 0,99   | 90,40            | 18,00  | 22,42      | 35,97  | 36,79                          | 24,95  | 26,06 |
|                 |               | ACAS             | 91,39  | 135,09           | 14,21  | 17,92      | 35,36  | 36,12                          | 26,07  | 26,49 |
|                 | 3             | AT               | 0,99   | 97,35            | 18,20  | 22,50      | 36,04  | 36,87                          | 25,03  | 26,02 |
|                 |               | ACAS             | 98,35  | 113,24           | 17,94  | 14,38      | 35,46  | 35,99                          | 26,04  | 26,66 |
| C-M-620         | 4             | AT               | 0,99   | 49,67            | 18,02  | 21,51      | 35,92  | 36,29                          | 25,19  | 26,01 |
|                 |               | ACAS             | 50,66  | 127,14           | 14,20  | 17,91      | 35,34  | 35,97                          | 26,46  | 26,02 |
|                 | 5             | AT               | 0,99   | 36,40            | 18,27  | 21,67      | 36,04  | 36,40                          | 25,26  | 26,05 |
|                 |               | ACAS             | 75,36  | 133,10           | 14,07  | 17,60      | 35,36  | 36,00                          | 26,07  | 26,45 |
|                 | 6             | AT               | 0,99   | 75,50            | 18,00  | 21,74      | 35,78  | 36,44                          | 25,15  | 26,01 |
|                 |               | ACAS             | 76,50  | 127,15           | 14,82  | 17,75      | 35,48  | 35,97                          | 26,01  | 26,41 |
| C-M-621         | 7             | AT               | 0,99   | 92,39            | 18,20  | 21,68      | 35,90  | 36,58                          | 25,14  | 25,95 |
|                 |               | ACAS             | 93,38  | 127,14           | 15,27  | 17,90      | 35,51  | 36,09                          | 25,89  | 26,34 |
|                 | 8             | AT               | 0,99   | 91,39            | 18,04  | 21,83      | 35,89  | 36,61                          | 25,13  | 26,00 |
|                 |               | ACAS             | 92,38  | 168,85           | 15,52  | 17,95      | 35,56  | 35,95                          | 25,97  | 26,30 |
|                 | 9             | AT               | 0,99   | 118,21           | 18,07  | 23,55      | 35,95  | 37,06                          | 25,31  | 26,03 |
|                 |               | ACAS             | 119,20 | 402,03           | 11,22  | 17,98      | 34,94  | 35,98                          | 26,00  | 26,72 |
| C-M-466         | 10            | AT               | 0,99   | 56,63            | 18,05  | 23,01      | 36,07  | 36,93                          | 24,91  | 26,38 |
|                 |               | ACAS             | 57,62  | 90,40            | 16,80  | 17,95      | 35,82  | 36,24                          | 26,19  | 26,42 |
|                 | 11            | AT               | 0,99   | 70,54            | 18,15  | 22,92      | 35,99  | 36,58                          | 24,92  | 26,06 |
|                 |               | ACAS             | 71,53  | 83,45            | 16,95  | 17,95      | 35,80  | 36,17                          | 26,06  | 26,27 |
|                 | 12            | AT               | 0,99   | 62,59            | 18,21  | 22,82      | 35,93  | 36,55                          | 24,83  | 26,06 |
|                 |               | ACAS             | 63,58  | 89,40            | 17,34  | 17,96      | 35,86  | 36,09                          | 26,04  | 26,19 |
| C-M-499         | 13            | AT               | 0,99   | 73,51            | 18,09  | 22,74      | 36,06  | 36,64                          | 24,85  | 26,17 |
|                 |               | ACAS             | 74,51  | 88,41            | 17,44  | 17,96      | 35,06  | 36,09                          | 26,08  | 26,15 |
|                 | 14            | AT               | 0,99   | 82,45            | 19,15  | 22,52      | 36,27  | 36,84                          | 25,08  | 25,98 |
|                 |               | ACAS             | -      | -                | -      | -          | -      | -                              | -      | -     |
|                 | 15            | AT               | 0,99   | 96,36            | 19,03  | 23,80      | 36,18  | 37,14                          | 25,30  | 25,98 |
|                 |               | ACAS             | -      | -                | -      | -          | -      | -                              | -      | -     |

A ACAS é formada na Convergência Subtropical como resultado da mistura entre a Água Tropical e a Água Subantártica (Sverdrup *et al.* 1942). 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 o mesmo comportamento nas quinze estações, apresentando uma camada de mistura e a termoclina permanente. Com base no comportamento dos perfis de temperatura e salinidade, a termoclina permanente se iniciou na profundidade média de 60



metros, aproximadamente, a partir de onde os valores destes parâmetros começaram a diminuir, atingindo seu mínimo próximo à maior profundidade perfilada (Figura V.1.1-2).



**FIGURA V.1.1-2**

Perfis de temperatura e salinidade obtidos através de perfilagens de CTD na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Além disso, observando-se a figura a seguir, que demonstra a estratificação da temperatura e da salinidade nas estações, torna-se evidente a homogeneidade em função do aumento da profundidade em todas as estações.

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

## IV.2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

### IV.2.1. ÁGUA

#### IV.2.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH) e Oxigênio Dissolvido (OD)

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

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

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

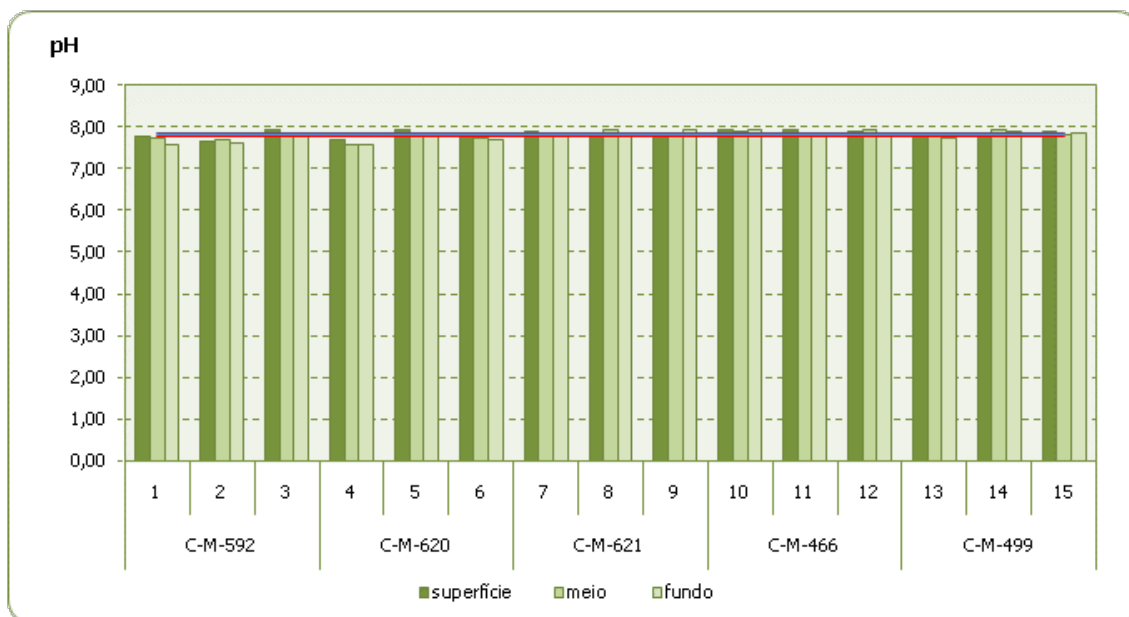
Na campanha de *Baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, os parâmetros pH e oxigênio dissolvido foram analisados nas amostras coletadas em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto.

Os valores do potencial hidrogeniônico (pH) variaram de 7,66 a 7,94 na sub-superfície, de 7,67 a 7,92 aos 60m de profundidade e de 7,58 a 7,92 próximo ao fundo (Tabela V.2.1.1-I, Figura V.2.1.1-1). Já as concentrações de oxigênio dissolvido na água variaram de 7,01 a 7,92mg/L na sub-superfície, de 7,04 a 7,70mg/L aos 60m de profundidade e de 7,01 a 7,86mg/L próximo ao fundo (Tabela V.2.1.1-II, Figura V.2.1.1-2).

**TABELA IV.2.1.1-I**

Potencial hidrogeniônico (pH) observado nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| pH            |          |                |      |       |
|---------------|----------|----------------|------|-------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m  | fundo |
| C-M-592       | 1        | 7,77           | 7,74 | 7,58  |
|               | 2        | 7,66           | 7,67 | 7,62  |
|               | 3        | 7,92           | 7,84 | 7,79  |
| C-M-620       | 4        | 7,69           | 7,58 | 7,58  |
|               | 5        | 7,94           | 7,83 | 7,81  |
|               | 6        | 7,78           | 7,73 | 7,67  |
| C-M-621       | 7        | 7,88           | 7,85 | 7,81  |
|               | 8        | 7,75           | 7,91 | 7,83  |
|               | 9        | 7,82           | 7,80 | 7,92  |
| C-M-466       | 10       | 7,94           | 7,88 | 7,91  |
|               | 11       | 7,91           | 7,83 | 7,86  |
|               | 12       | 7,89           | 7,92 | 7,81  |
| C-M-499       | 13       | 7,83           | 7,81 | 7,71  |
|               | 14       | 7,86           | 7,91 | 7,89  |
|               | 15       | 7,90           | 7,81 | 7,84  |
| Média         |          | 7,84           | 7,81 | 7,78  |
| Desvio padrão |          | 0,09           | 0,09 | 0,12  |



**FIGURA IV.2.1.1-1**

Potencial hidrogeniônico (pH) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

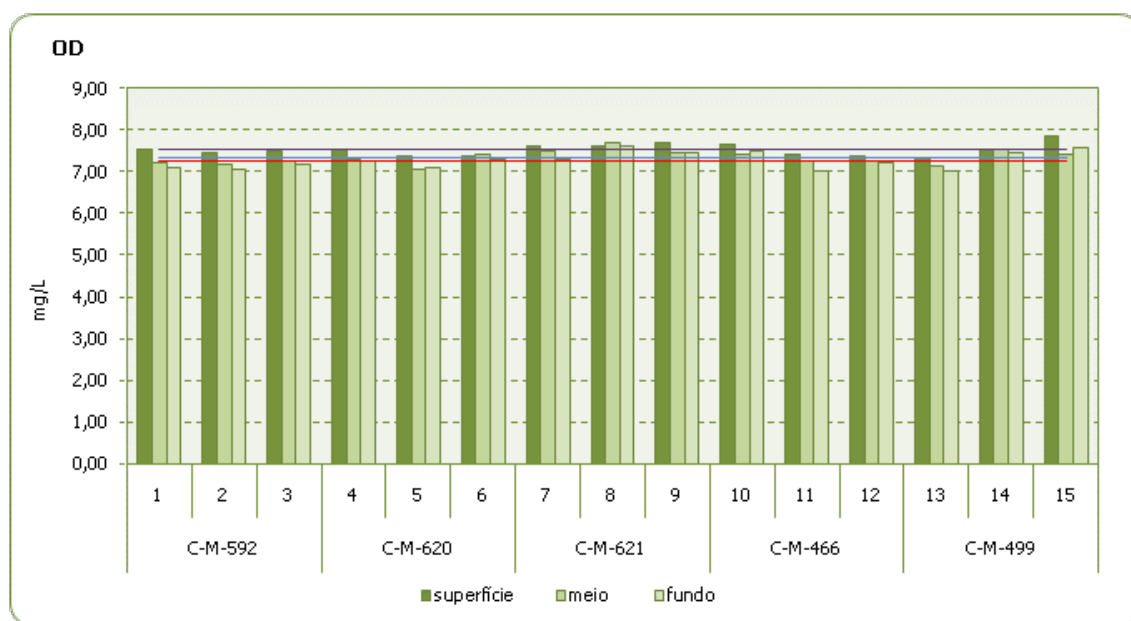
O pH não demonstrou qualquer padrão de distribuição espacial, tanto horizontal (entre estações) quanto batimétrico. A pequena variação de pH, encontrada entre as estações, está de acordo com estudos prévios realizados ao longo do litoral brasileiro (Andrade *et al.*, 1999; Niencheski *et al.*, 1999).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

**TABELA IV.2.1.1-II**

Concentração de oxigênio dissolvido (OD) observado nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| OD      |          |                |      |       |
|---------|----------|----------------|------|-------|
| Blocos  | Estações | sub-superfície | 60m  | fundo |
| C-M-592 | 1        | 7,53           | 7,21 | 7,09  |
|         | 2        | 7,43           | 7,15 | 7,06  |
|         | 3        | 7,47           | 7,25 | 7,18  |
| C-M-620 | 4        | 7,54           | 7,30 | 7,26  |
|         | 5        | 7,35           | 7,06 | 7,09  |
|         | 6        | 7,38           | 7,40 | 7,30  |
| C-M-621 | 7        | 7,61           | 7,50 | 7,30  |
|         | 8        | 7,60           | 7,69 | 7,62  |
|         | 9        | 7,69           | 7,45 | 7,45  |
| C-M-466 | 10       | 7,66           | 7,42 | 7,50  |
|         | 11       | 7,41           | 7,25 | 7,01  |
|         | 12       | 7,37           | 7,25 | 7,21  |

| OD            |          |                |      |       |
|---------------|----------|----------------|------|-------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m  | fundo |
| C-M-499       | 13       | 7,33           | 7,11 | 7,02  |
|               | 14       | 7,51           | 7,54 | 7,43  |
|               | 15       | 7,86           | 7,40 | 7,56  |
| Média         |          | 7,52           | 7,33 | 7,27  |
| Desvio padrão |          | 0,15           | 0,17 | 0,20  |



**FIGURA IV.2.1.1-2**

Concentrações do oxigênio dissolvido (OD; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

As variações na concentração de oxigênio dissolvido (OD) nos três estratos da coluna d'água, analisados na campanha de *Baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, mostraram uma homogeneidade espacial horizontal com valores muito próximos entre as estações amostradas (distribuição horizontal em cada estrato). Foi observada uma tendência a maiores concentrações de oxigênio dissolvido na sub-superfície, quando comparada ao demais estratos analisados (Figura V.2.1.1-1). Este padrão batimétrico da concentração de oxigênio dissolvido é conhecida e descrita por diversos autores (Redfield *et al.*, 1963; Soares-Gomes & Figueiredo, 2002)

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

#### IV.2.1.2. Turbidez e Transparência

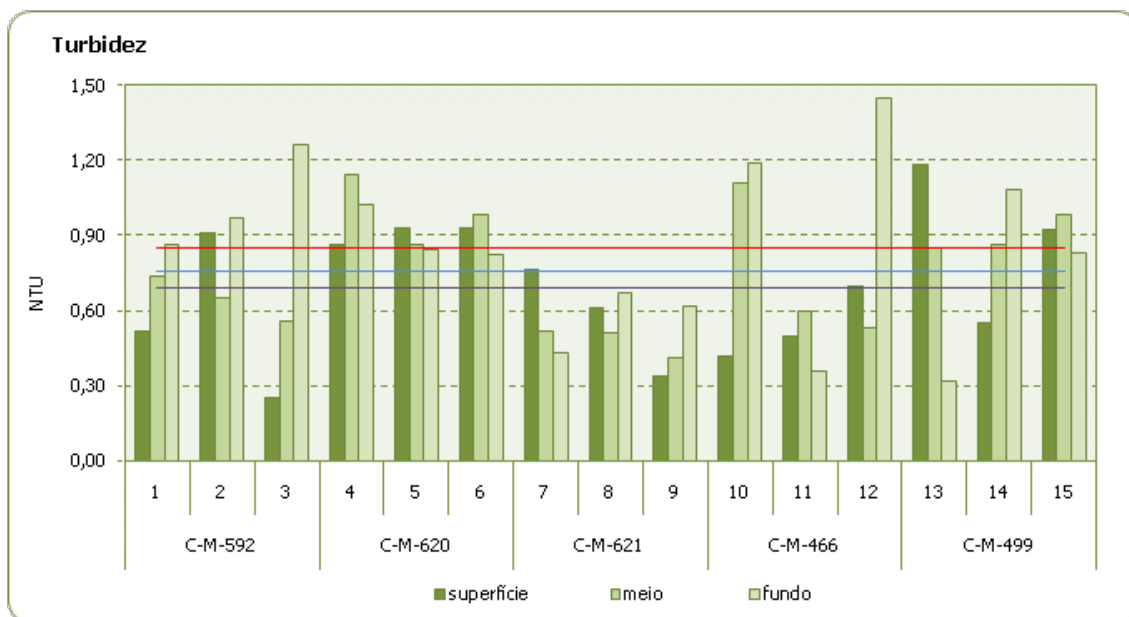
A turbidez é uma medida do espalhamento que a luz sofre ao atravessar a água, enquanto que, a transparência é a extinção da luz a partir da superfície da água. Ambas as propriedades estão relacionadas à presença de sólidos em suspensão na água que refletem a luz, dificultando a sua passagem pela solução (Ballesteros & Larroque, 1975). Portanto, a turbidez e a transparência da água oferecem informações indiretas sobre algumas propriedades físicas da água além de servir como estimativa da amplitude da zona eufótica.

Na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, a turbidez foi analisada nas amostras de água dos três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto, enquanto que, a transparência foi avaliada em todas as estações. As turbidez variou de 0,25 a 1,18NTU na sub-superfície, de 0,51 a 1,14NTU aos 60m de profundidade e de 0,32 a 1,45NTU próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.2-I, Figura IV.2.1.2-1), já a transparência variou de 8,0 a 18,0m (Tabela IV.2.1.2-II, Figura IV.2.1.2-2).

**TABELA IV.2.1.2-I**

Turbidez (NTU) observada nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Turbidez      |          |                |      |       |
|---------------|----------|----------------|------|-------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m  | fundo |
| C-M-592       | 1        | 0,52           | 0,74 | 0,86  |
|               | 2        | 0,91           | 0,65 | 0,97  |
|               | 3        | 0,25           | 0,56 | 1,26  |
| C-M-620       | 4        | 0,86           | 1,14 | 1,02  |
|               | 5        | 0,93           | 0,86 | 0,84  |
|               | 6        | 0,93           | 0,98 | 0,82  |
| C-M-621       | 7        | 0,76           | 0,52 | 0,43  |
|               | 8        | 0,61           | 0,51 | 0,67  |
|               | 9        | 0,34           | 0,41 | 0,62  |
| C-M-466       | 10       | 0,42           | 1,11 | 1,19  |
|               | 11       | 0,50           | 0,60 | 0,36  |
|               | 12       | 0,70           | 0,53 | 1,45  |
| C-M-499       | 13       | 1,18           | 0,85 | 0,32  |
|               | 14       | 0,55           | 0,86 | 1,08  |
|               | 15       | 0,92           | 0,98 | 0,83  |
| Média         |          | 0,69           | 0,75 | 0,85  |
| Desvio padrão |          | 0,26           | 0,23 | 0,33  |



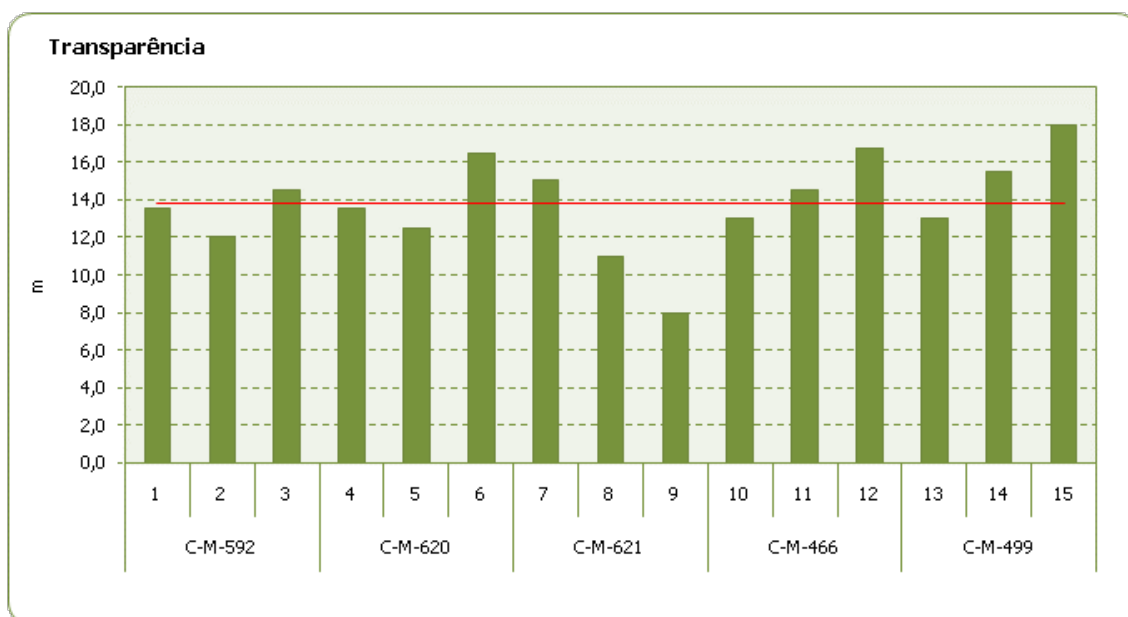
**FIGURA IV.2.1.2-1**

Turbidez (NTU) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

**TABELA IV.2.1.2-II**

Transparência por disco de Secchi (m) mensurada nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Transparência |          |            |
|---------------|----------|------------|
| Blocos        | Estações | Secchi (m) |
| C-M-592       | 1        | 13,5       |
|               | 2        | 12,0       |
|               | 3        | 14,5       |
| C-M-620       | 4        | 13,5       |
|               | 5        | 12,5       |
|               | 6        | 16,5       |
| C-M-621       | 7        | 15,0       |
|               | 8        | 11,0       |
|               | 9        | 8,0        |
| C-M-466       | 10       | 13,0       |
|               | 11       | 14,5       |
|               | 12       | 16,7       |
| C-M-499       | 13       | 13,0       |
|               | 14       | 15,5       |
|               | 15       | 18,0       |
| Média         |          | 13,8       |
| Desvio padrão |          | 2,5        |



**FIGURA IV.2.1.2-2**

Transparência por disco de Secchi (m) mensurada nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha vermelha corresponde a média observada entre as estações.

Os baixos valores de turbidez registrados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, são comuns para água oceânicas e normalmente elevam a transparência, permitindo que a luz chegue a regiões mais profundas (Figura IV.2.1.3-1). Não foi distinguido nenhum padrão espacial horizontal e batimétrico, para os valores de turbidez e transparência observados.

#### IV.2.1.3. Total de Sólidos Suspensos (TSS) e Total de Sólidos Dissolvidos (TSD)

Os sólidos em suspensão e os sólidos dissolvidos 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). A concentração do total de sólidos suspensos (TSS) é um importante indicador do meio aquático. As partículas em suspensão diminuem a transparência da água, o que pode reduzir a produção primária fotossintética, sendo capaz de alterar, em última análise, os recursos pesqueiros de determinada área. Além disso, partículas presentes na água formam uma sub-superfície de contato importante para trocas físico-químicas, químicas e biológicas com a água do mar (Aminot & Chaussepied, 1983). Os totais de sólidos dissolvidos (TSD) são compostos principalmente por sais inorgânicos presentes como íons (Soares-Gomes & Figueiredo 2002) e as variações na concentração de TSD normalmente estão relacionadas a fatores climáticos, tais como temperatura, pluviosidade e ventos. As concentrações de TSS também estão sujeitas a variações, principalmente em regiões mais próximas a costa, que podem



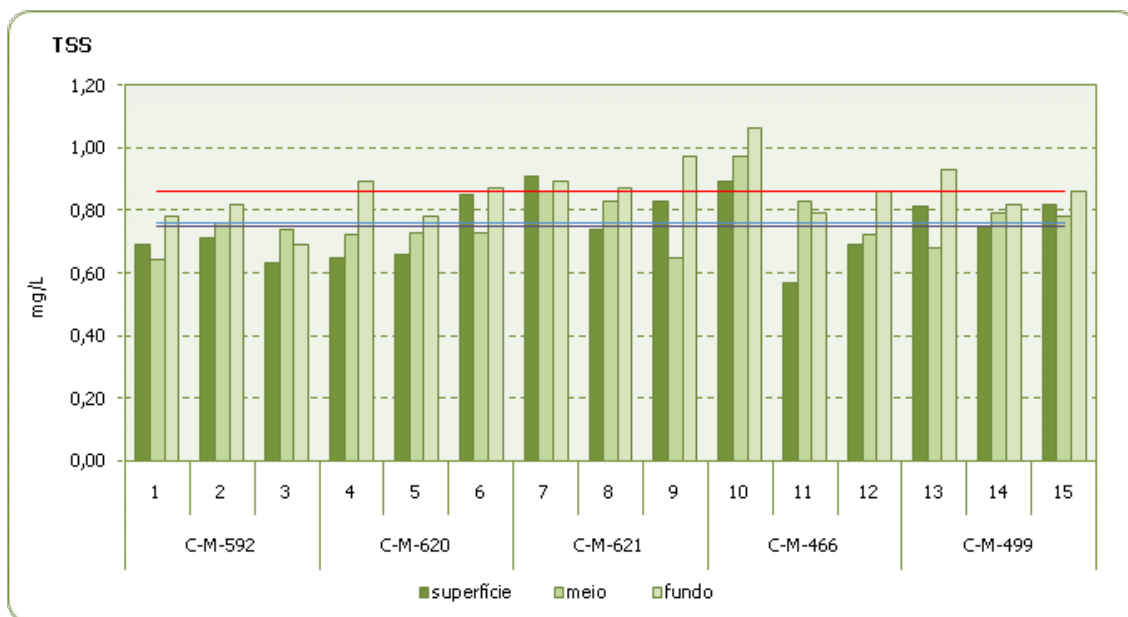
ser sazonais e com origem biológica, intempérica ou proveniente de aporte terrígeno ou antrópico. Assim, podem ser observados valores de TSS muito variáveis (Aminot & Chaussepied, 1983).

Na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, o TSS e o TSD foram analisadas nas amostras dos três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto. O total de sólidos suspensos (TSS) variou de 0,570 a 0,910mg/L na sub-superfície, de 0,640 a 0,970mg/L aos 60m de profundidade e de 0,690 a 1,060mg/L próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.3-I, Figura IV.2.1.3-1). Já, o total de sólidos dissolvidos (TSD) variou de 38,99 a 41,76mg/L na sub-superfície, de 38,97 a 42,34mg/L aos 60m e de 40,12 a 43,71mg/L próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.3-II, Figura IV.2.1.3-2).

**TABELA IV.2.1.3-I**

Concentrações do total de sólidos suspensos (TSS; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| TSS           |          |                |      |                  |
|---------------|----------|----------------|------|------------------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m  | próximo ao fundo |
| C-M-592       | 1        | 0,69           | 0,64 | 0,78             |
|               | 2        | 0,71           | 0,76 | 0,82             |
|               | 3        | 0,63           | 0,74 | 0,69             |
| C-M-620       | 4        | 0,65           | 0,72 | 0,89             |
|               | 5        | 0,66           | 0,73 | 0,78             |
|               | 6        | 0,85           | 0,73 | 0,87             |
| C-M-621       | 7        | 0,91           | 0,86 | 0,89             |
|               | 8        | 0,74           | 0,83 | 0,87             |
|               | 9        | 0,83           | 0,65 | 0,97             |
| C-M-466       | 10       | 0,89           | 0,97 | 1,06             |
|               | 11       | 0,57           | 0,83 | 0,79             |
|               | 12       | 0,69           | 0,72 | 0,86             |
| C-M-499       | 13       | 0,81           | 0,68 | 0,93             |
|               | 14       | 0,75           | 0,79 | 0,82             |
|               | 15       | 0,82           | 0,78 | 0,86             |
| Média         |          | 0,75           | 0,76 | 0,86             |
| Desvio padrão |          | 0,10           | 0,09 | 0,09             |



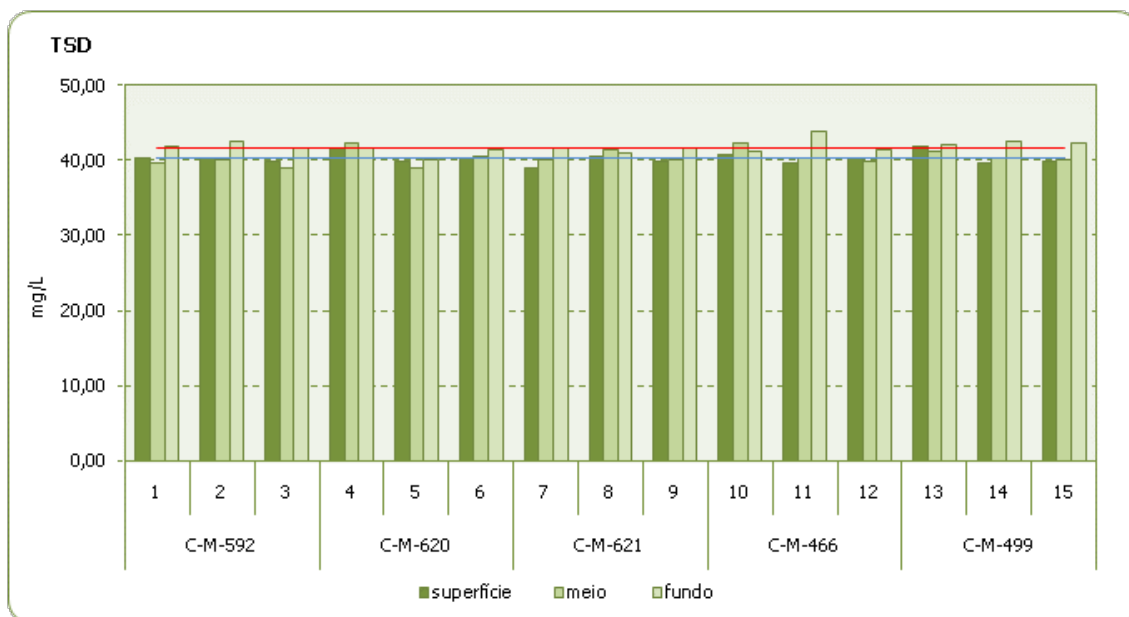
**FIGURA IV.2.1.3-1**

Concentrações do total de sólidos suspensos (TSS; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

**TABELA IV.2.1.3-II**

Concentrações do total de sólidos dissolvidos (TSD; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| TSD           |          |                |       |                  |
|---------------|----------|----------------|-------|------------------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m   | próximo ao fundo |
| C-M-592       | 1        | 40,23          | 39,52 | 41,76            |
|               | 2        | 40,19          | 40,06 | 42,39            |
|               | 3        | 39,78          | 38,96 | 41,53            |
| C-M-620       | 4        | 41,66          | 42,34 | 41,56            |
|               | 5        | 39,78          | 38,97 | 40,12            |
|               | 6        | 40,21          | 40,56 | 41,27            |
| C-M-621       | 7        | 38,99          | 40,11 | 41,62            |
|               | 8        | 40,57          | 41,33 | 40,99            |
|               | 9        | 39,89          | 40,06 | 41,56            |
| C-M-466       | 10       | 40,76          | 42,19 | 41,25            |
|               | 11       | 39,69          | 40,28 | 43,71            |
|               | 12       | 40,26          | 39,87 | 41,32            |
| C-M-499       | 13       | 41,76          | 41,08 | 41,94            |
|               | 14       | 39,66          | 40,18 | 42,38            |
|               | 15       | 39,93          | 39,98 | 42,21            |
| Média         |          | 40,22          | 40,37 | 41,71            |
| Desvio padrão |          | 0,73           | 1,00  | 0,80             |



**FIGURA IV.2.1.3-2**

Concentrações do total de sólidos suspensos (TSD; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

Não foram distinguidas variações espaciais relevantes para o total de sólidos suspensos ou para o total de sólidos dissolvidos, tanto horizontalmente (entre estações) quanto verticalmente (em relação aos estratos amostrados da coluna d'água). Embora a concentração média de TSS e de TSD tenha sido levemente mais elevada próximo ao fundo.

#### IV.2.1.4. Carbono Orgânico Total (COT)

A dinâmica do carbono no mar é afetada por processos físicos como a difusão de CO<sub>2</sub> e advecção e processos biológicos como a produtividade primária e a abundância e composição do zooplâncton (Lourenço & Marques-Junior, 2002). O carbono orgânico total (COT), tem sido reconhecido como importante constituinte do ciclo do carbono nos oceanos fornecendo informações sobre a distribuição, composição e dinâmica sazonal da produtividade nos oceanos (Hansell & Carlson, 2001). O carbono orgânico total (COT) é constituído pelo carbono proveniente dos organismos autotróficos e heterotróficos além dos detritos suspensos na água (Strickland, 1960).

Na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, o carbono orgânico total (COT) foi analisado nas amostras dos três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto. Os totais de carbono orgânico total variaram de níveis não detectáveis a até 2,20mg/L na

sub-superfície, 2,30mg/L aos 60m de profundidade e até 2,10mg/L próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.4-1). Todas as concentrações observadas estiveram abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA N° 357/2005, para águas classe 1, que é de 3,0mg/L.

**TABELA IV.2.1.4-I**

Concentrações de carbono orgânico total (COT; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. ND = não detectado. OBS: as médias e desvios padrões apresentados foram calculados utilizando apenas as concentrações detectadas e quantificadas.

| COT           |          |                |     |                  |
|---------------|----------|----------------|-----|------------------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m | próximo ao fundo |
| C-M-592       | 1        | ND             | 2,0 | ND               |
|               | 2        | ND             | ND  | ND               |
|               | 3        | 2,2            | ND  | ND               |
| C-M-620       | 4        | ND             | ND  | ND               |
|               | 5        | ND             | ND  | ND               |
|               | 6        | ND             | ND  | ND               |
| C-M-621       | 7        | 2,0            | ND  | ND               |
|               | 8        | ND             | ND  | 2,1              |
|               | 9        | ND             | ND  | ND               |
| C-M-466       | 10       | ND             | ND  | ND               |
|               | 11       | ND             | ND  | ND               |
|               | 12       | ND             | ND  | ND               |
| C-M-499       | 13       | ND             | 2,3 | ND               |
|               | 14       | ND             | ND  | ND               |
|               | 15       | ND             | ND  | ND               |
| Média         |          | 2,1            | 2,1 | 2,1              |
| Desvio padrão |          | 0,1            | 0,2 | -                |

#### IV.2.1.5. Sulfetos

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

Na indústria do petróleo, o H<sub>2</sub>S (dióxido de enxofre) poderá estar presente nos reservatórios de petróleo e nos campos onde há injeção de água do mar. Pode ser resultante de mecanismos de dissolução de sulfetos minerais, da decomposição de compostos orgânicos sulfurados etc. Outra fonte de H<sub>2</sub>S é a atividade das bactérias redutoras de sulfato (BRS). A água do mar apresenta altas

concentrações de sulfatos e a atuação dessas bactérias redutoras de sulfato resultará na geração de sulfeto, no interior do reservatório, trazendo prejuízos econômicos e ambientais (o dióxido de enxofre é tóxico para o ser humano e o meio ambiente). Entretanto, em águas oligotróficas o sulfeto é rapidamente convertido a sulfato (Ledyard & Dacey, 1996; Marvin-DiPasquale *et al.* 2003) o que tende a dificultar sua detecção.

O método utilizado para análise de sulfetos determina o teor total de sulfetos, que equivale ao somatório das concentrações de  $HS^-$ ,  $S^{=}$  e  $H_2S$  presentes na amostra. O teor de  $H_2S$  pode ser estimado a partir de cálculos de equilíbrio, considerando o pH do meio. Para águas salinas, cujo pH é na faixa de oito, a concentração de  $H_2S$  corresponde a 10% do sulfeto total (APHA, 1998 *apud* PETROBRAS, 2001).

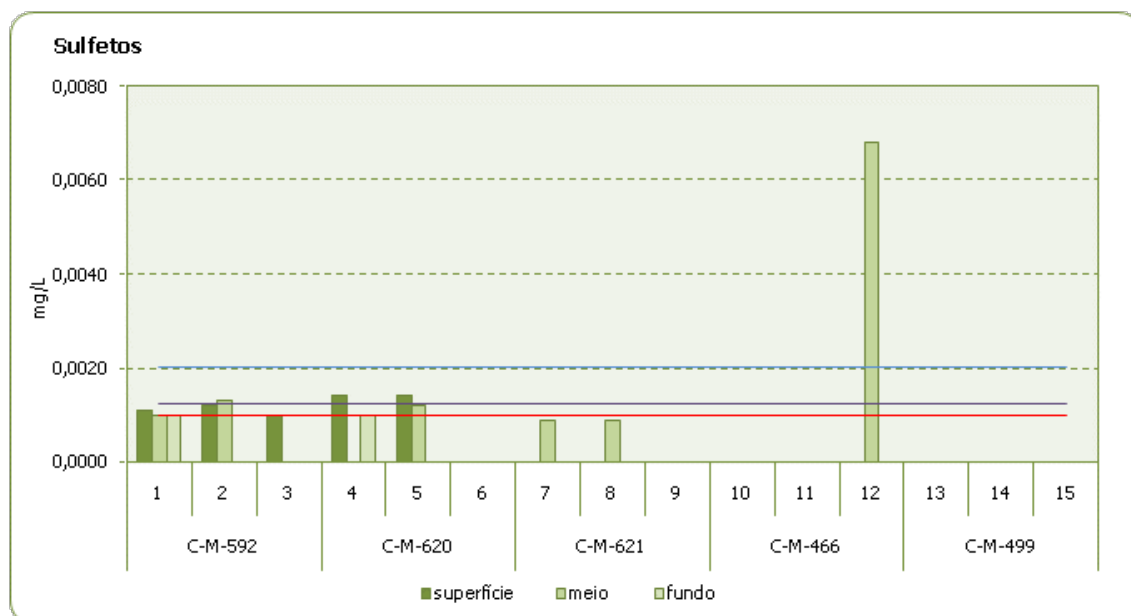
Na campanha de *Baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, os sulfetos foram analisados nas amostras de água obtidas nos três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto. As concentrações de sulfetos variaram de não detectáveis (limite de detecção de 0,0004mg/L) a 0,0014mg/L na sub-superfície, de não detectáveis a 0,0068mg/L a 60m de profundidade e de não detectáveis a 0,0010mg/L próximo ao fundo não sendo identificadas variações espaciais (horizontais ou verticais) relevantes, como pode ser observado na Tabela IV.2.1.5-I e na Figura IV.2.1.5-1. Com exceção da concentração de sulfetos observada na amostra de 60m de profundidade na estação 12, todas as concentrações observadas estiveram abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA N° 357/2005, para águas classe 1, que é de 0,002mg/L. A concentração mais elevada observada na estação 12 pode ser resultado de contaminação durante a coleta ou erro durante a análise, não refletindo a média observada no restante das estações e estratos amostrados.

**TABELA IV.2.1.5-I**

Concentrações de sulfetos (mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Sulfetos |          |                |         |                  |
|----------|----------|----------------|---------|------------------|
| Blocos   | Estações | sub-superfície | 60m     | próximo ao fundo |
| C-M-592  | 1        | 0,0011         | 0,0010  | 0,0010           |
|          | 2        | 0,0012         | 0,0013  | <0,0004          |
|          | 3        | 0,0010         | <0,0004 | <0,0004          |
| C-M-620  | 4        | 0,0014         | <0,0004 | 0,0010           |
|          | 5        | 0,0014         | 0,0012  | <0,0004          |
|          | 6        | <0,0004        | <0,0004 | <0,0004          |

| Sulfetos      |          |                |         |                  |
|---------------|----------|----------------|---------|------------------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m     | próximo ao fundo |
| C-M-621       | 7        | <0,0004        | 0,0009  | <0,0004          |
|               | 8        | <0,0004        | 0,0009  | <0,0004          |
|               | 9        | <0,0004        | <0,0004 | <0,0004          |
| C-M-466       | 10       | <0,0004        | <0,0004 | <0,0004          |
|               | 11       | <0,0004        | <0,0004 | <0,0004          |
|               | 12       | <0,0004        | 0,0068  | <0,0004          |
| C-M-499       | 13       | <0,0004        | <0,0004 | <0,0004          |
|               | 14       | <0,0004        | <0,0004 | <0,0004          |
|               | 15       | <0,0004        | <0,0004 | <0,0004          |
| Média         |          | 0,0012         | 0,0020  | 0,0010           |
| Desvio padrão |          | 0,0002         | 0,0023  | 0,0000           |



**FIGURA IV.2.1.5-1**

Concentrações de sulfetos (mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

#### IV.2.1.6. Nutrientes e Amônia

Os nutrientes, como o nitrogênio, o fósforo e a sílica, são fatores que limitam o crescimento da biomassa fitoplanctônica no meio marinho uma vez que são necessários para as funções metabólicas realizadas pelo fitoplâncton. A razão entre as concentrações molares do nitrogênio, fósforo e silício na camada eufótica das águas marinhas, assim como os processos determinantes do seu enriquecimento por esses elementos, são capazes de induzir alterações na densidade das comunidades

fitoplanctônicas além de dar subsídios para explicar a composição taxonômica dessas comunidades (Dugdale & Holm Hansen, 1967; Ryther & Dunstan, 1971; Mann, 1982; Ramirez *et al.*, 2006). Portanto, estes fatores se comportam de forma não conservativa, apresentando dependência direta dos processos de demanda biológica, pela biomassa fitoplanctônica na zona eufótica, e dos aportes oriundos de processos físicos (advecção, intrusão de águas mais ricas), biológicos (regeneração), climáticos (chuvas e ventos) e drenagem continental (Aidar *et al.*, 1993).

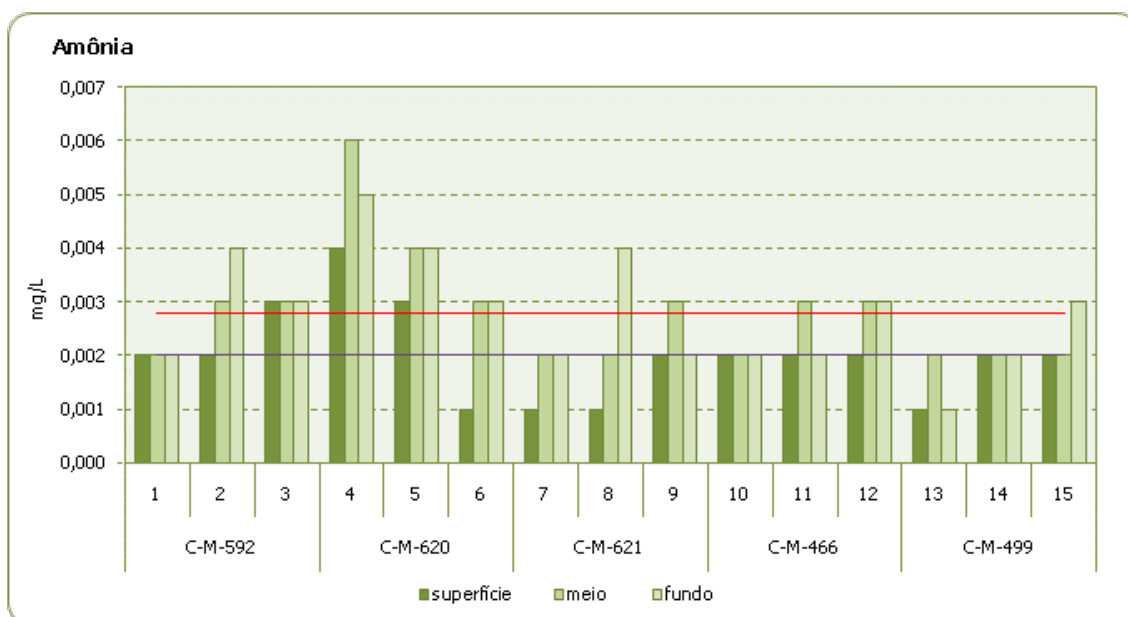
Na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, os nutrientes e a amônia foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto.

As concentrações de amônia variaram de 0,001 a 0,004mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,001 a 0,006mg/L nas amostras de meio, e de 0,001 a 0,005mg/L nas amostras de próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.6-I, Figura IV.2.1.6-1).

**TABELA IV.2.1.6-I**

Concentrações de amônia (mg/L), nas amostras de água coletadas a na sub-superfície, a 60m de profundidade e no fundo nas 15 estações da campanha de *Baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Amônia        |          |                |       |                  |
|---------------|----------|----------------|-------|------------------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m   | próximo ao fundo |
| C-M-592       | 1        | 0,002          | 0,002 | 0,002            |
|               | 2        | 0,002          | 0,003 | 0,004            |
|               | 3        | 0,003          | 0,003 | 0,003            |
| C-M-620       | 4        | 0,004          | 0,006 | 0,005            |
|               | 5        | 0,003          | 0,004 | 0,004            |
|               | 6        | 0,001          | 0,003 | 0,003            |
| C-M-621       | 7        | 0,001          | 0,002 | 0,002            |
|               | 8        | 0,001          | 0,002 | 0,004            |
|               | 9        | 0,002          | 0,003 | 0,002            |
| C-M-466       | 10       | 0,002          | 0,002 | 0,002            |
|               | 11       | 0,002          | 0,003 | 0,002            |
|               | 12       | 0,002          | 0,003 | 0,003            |
| C-M-499       | 13       | 0,001          | 0,002 | 0,001            |
|               | 14       | 0,002          | 0,002 | 0,002            |
|               | 15       | 0,002          | 0,002 | 0,003            |
| Média         |          | 0,002          | 0,003 | 0,003            |
| Desvio padrão |          | 0,001          | 0,001 | 0,001            |



**FIGURA IV.2.1.6-1**

Concentrações do total de sólidos suspensos (TSD; mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

Os resultados mostraram diferenças muito pequenas na concentração de amônia entre estações, pela reduzida amplitude de variação e desvio padrão, e entre profundidades pela pequena diferença entre as concentrações médias dos estratos (Tabela IV.2.1.6-I, Figura IV.2.1.6-1). As concentrações de amônia observadas nas amostras analisadas foram bastante baixas, todas muito abaixo do valor máximo estabelecido para águas salinas de classe 1 pela resolução CONAMA Nº 357/2005 que é de 0,40mg/L. Este resultado é esperado, pois o nitrogênio amoniacal é uma forma reduzida e em sistemas aeróbicos tende a se oxidar em nitrito e depois em nitrato, através do ciclo do nitrogênio, principalmente, nas camadas superiores.

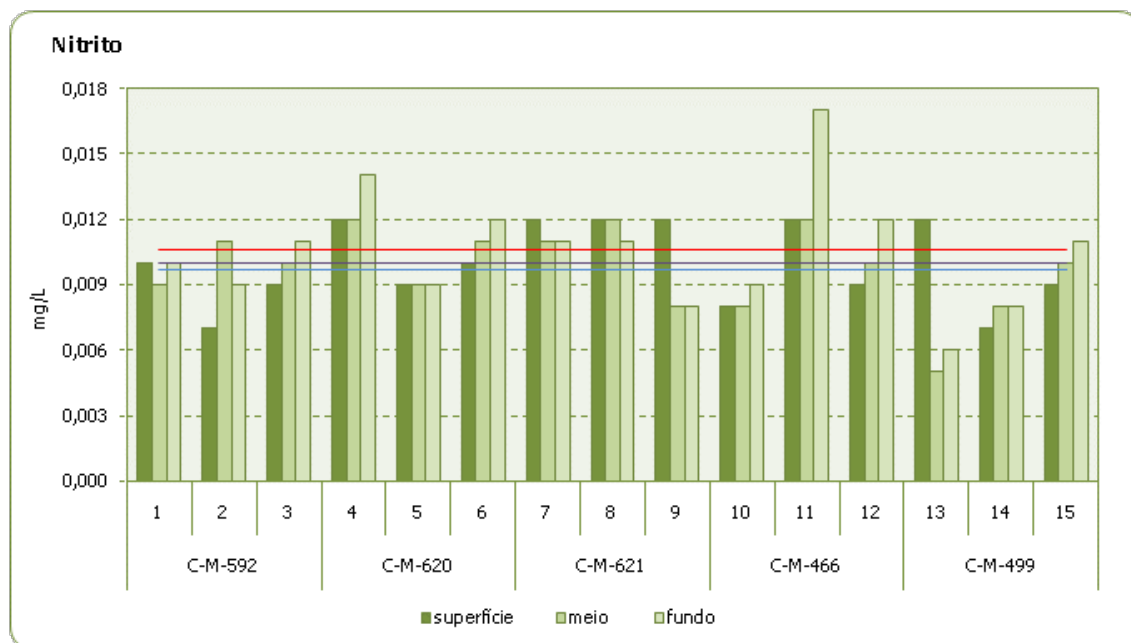
Para os nutrientes, o nitrito apresentou concentrações que variaram de 0,007 a 0,012mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,005 a 0,012mg/L nas amostras de meio, e de 0,006 a 0,017mg/L nas amostras de próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.6-II, Figura IV.2.1.6-2), enquanto que, o nitrato variou de 0,026 a 0,052mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,037 a 0,101mg/L nas amostras de meio, e de 0,068 a 0,153mg/L nas amostras de próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.6-III, Figura IV.2.1.6-3).



**TABELA IV.2.1.6-II**

Concentrações de nitrito (mg/L), nas amostras de água coletadas a na sub-superfície, a 60m de profundidade e no fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Nitrito       |          |                |       |       |
|---------------|----------|----------------|-------|-------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m   | fundo |
| C-M-592       | 1        | 0,010          | 0,009 | 0,010 |
|               | 2        | 0,007          | 0,011 | 0,009 |
|               | 3        | 0,009          | 0,010 | 0,011 |
| C-M-620       | 4        | 0,012          | 0,012 | 0,014 |
|               | 5        | 0,009          | 0,009 | 0,009 |
|               | 6        | 0,010          | 0,011 | 0,012 |
| C-M-621       | 7        | 0,012          | 0,011 | 0,011 |
|               | 8        | 0,012          | 0,012 | 0,011 |
|               | 9        | 0,012          | 0,008 | 0,008 |
| C-M-466       | 10       | 0,008          | 0,008 | 0,009 |
|               | 11       | 0,012          | 0,012 | 0,017 |
|               | 12       | 0,009          | 0,010 | 0,012 |
| C-M-499       | 13       | 0,012          | 0,005 | 0,006 |
|               | 14       | 0,007          | 0,008 | 0,008 |
|               | 15       | 0,009          | 0,010 | 0,011 |
| Média         |          | 0,010          | 0,010 | 0,011 |
| Desvio padrão |          | 0,002          | 0,002 | 0,003 |



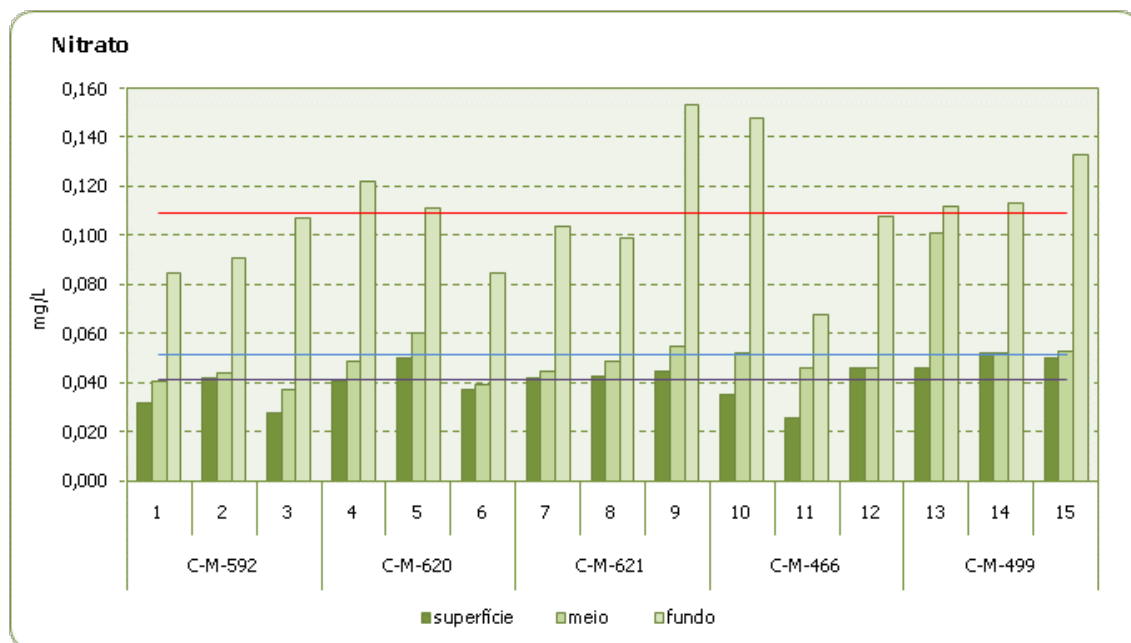
**FIGURA IV.2.1.6-2**

Concentrações de nitrito (mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

**TABELA IV.2.1.6-III**

Concentrações de nitrato (mg/L), nas amostras de água coletadas a na sub-superfície, a 60m de profundidade e no fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Nitrato       |          |                |       |       |
|---------------|----------|----------------|-------|-------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m   | fundo |
| C-M-592       | 1        | 0,032          | 0,041 | 0,085 |
|               | 2        | 0,042          | 0,044 | 0,091 |
|               | 3        | 0,028          | 0,037 | 0,107 |
| C-M-620       | 4        | 0,041          | 0,049 | 0,122 |
|               | 5        | 0,050          | 0,060 | 0,111 |
|               | 6        | 0,037          | 0,039 | 0,085 |
| C-M-621       | 7        | 0,042          | 0,045 | 0,104 |
|               | 8        | 0,043          | 0,049 | 0,099 |
|               | 9        | 0,045          | 0,055 | 0,153 |
| C-M-466       | 10       | 0,035          | 0,052 | 0,148 |
|               | 11       | 0,026          | 0,046 | 0,068 |
|               | 12       | 0,046          | 0,046 | 0,108 |
| C-M-499       | 13       | 0,046          | 0,101 | 0,112 |
|               | 14       | 0,052          | 0,052 | 0,113 |
|               | 15       | 0,050          | 0,053 | 0,133 |
| Média         |          | 0,041          | 0,051 | 0,109 |
| Desvio padrão |          | 0,008          | 0,015 | 0,023 |



**FIGURA IV.2.1.6-3**

Concentrações de nitrato (mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

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

No ciclo do nitrogênio, o nitrato é o principal elemento de suporte ao desenvolvimento fitoplanctônico (Niencheski, 1999). Em oceanos abertos, o nitrato geralmente é encontrado em maiores concentrações que amônia e nitrito, o que foi verificado nesta campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, em todas as estações. Isso ocorre porque nestes ambientes aeróbicos o nitrito tende a se oxidar a nitrato rapidamente. Os valores encontrados estão em consonância com os observados por outros autores para a região sul-sudeste do Brasil (Brandini, 1990; Aidar *et al.*, 1993, Metzler *et al.*, 1997, Moser, 1997), sendo todos os valores observados inferiores ao limite máximo para este nutriente, estabelecido pela resolução CONAMA N° 357/2005, para águas salinas de classe 1, que é de 0,40mg/L.

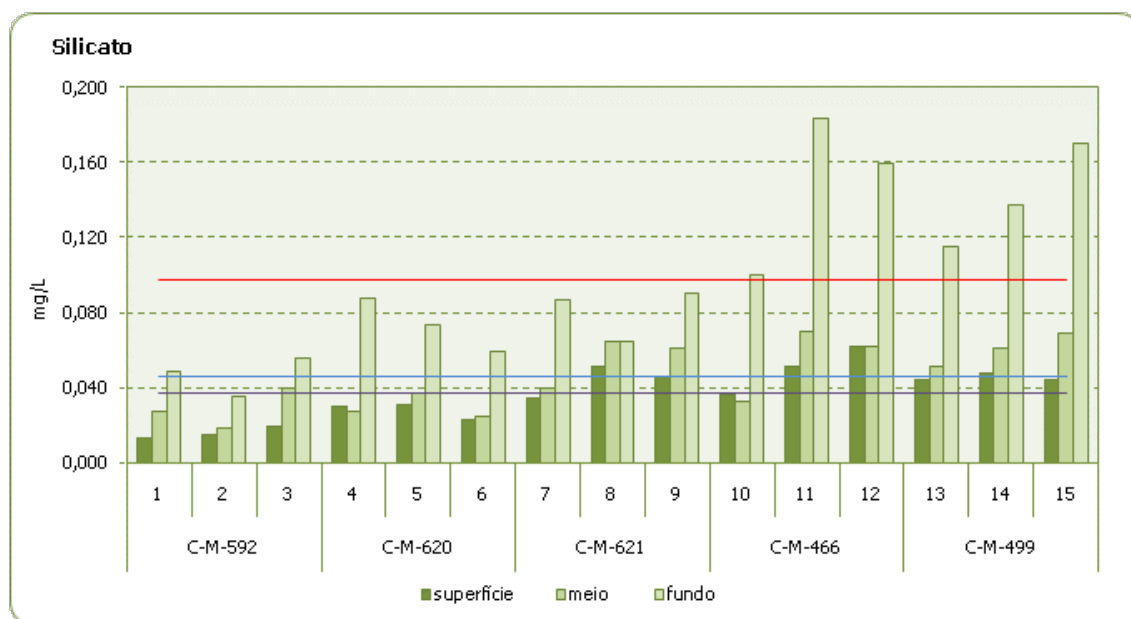
O nutriente silicato variou de 0,013 a 0,062mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,019 a 0,070mg/L nas amostras de meio, e de 0,035 a 0,183mg/L nas amostras de próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.6-IV, Figura IV.2.1.6-4) enquanto que o fosfato apresentou uma variação de 0,001 a 0,014mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,001 a 0,022mg/L nas amostras de meio, e de 0,032 a 0,085mg/L nas amostras de próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.6-V, Figura IV.2.1.6-5).

**TABELA IV.2.1.6-IV**

Concentrações de silicato (mg/L) nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Silicato |          |                |       |       |
|----------|----------|----------------|-------|-------|
| Blocos   | Estações | sub-superfície | 60m   | fundo |
| C-M-592  | 1        | 0,013          | 0,028 | 0,049 |
|          | 2        | 0,015          | 0,019 | 0,035 |
|          | 3        | 0,019          | 0,040 | 0,055 |
| C-M-620  | 4        | 0,030          | 0,028 | 0,088 |
|          | 5        | 0,031          | 0,037 | 0,073 |
|          | 6        | 0,023          | 0,025 | 0,059 |
| C-M-621  | 7        | 0,034          | 0,040 | 0,087 |
|          | 8        | 0,051          | 0,064 | 0,064 |
|          | 9        | 0,046          | 0,061 | 0,090 |
| C-M-466  | 10       | 0,036          | 0,033 | 0,100 |
|          | 11       | 0,052          | 0,070 | 0,183 |
|          | 12       | 0,062          | 0,062 | 0,160 |

| Silicato      |          |                |       |       |
|---------------|----------|----------------|-------|-------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m   | fundo |
| C-M-499       | 13       | 0,044          | 0,051 | 0,115 |
|               | 14       | 0,048          | 0,061 | 0,137 |
|               | 15       | 0,044          | 0,069 | 0,170 |
| Média         |          | 0,037          | 0,046 | 0,098 |
| Desvio padrão |          | 0,015          | 0,018 | 0,046 |



**FIGURA IV.2.1.6-4**

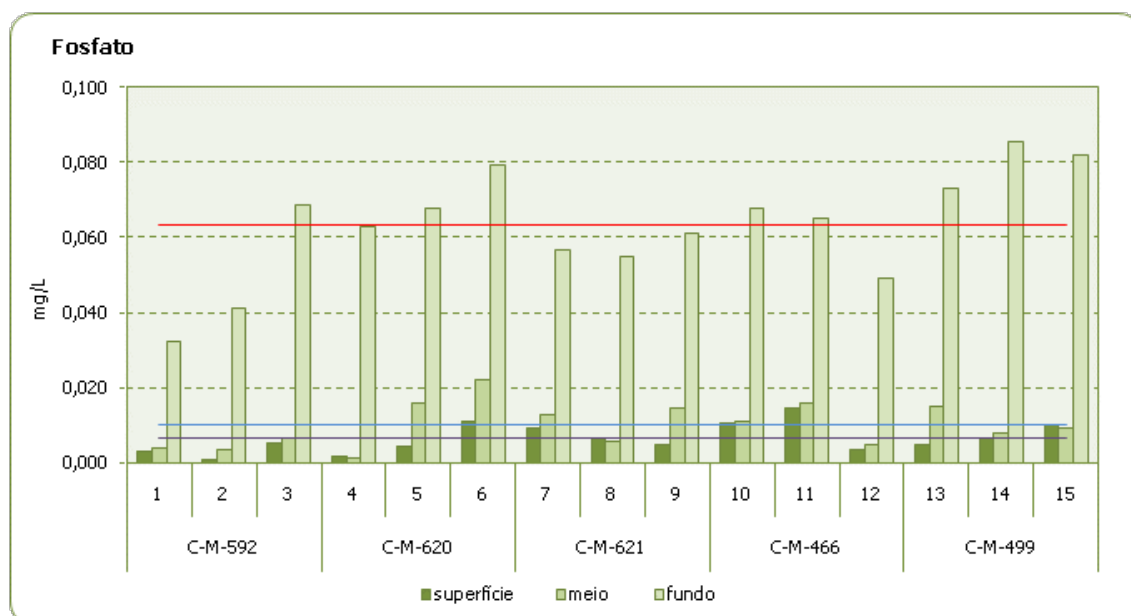
Concentrações de silicato (mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

**TABELA IV.2.1.6-V**

Concentrações de fosfato (mg/L), nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Fosfato |          |                |       |       |
|---------|----------|----------------|-------|-------|
| Blocos  | Estações | sub-superfície | 60m   | fundo |
| C-M-592 | 1        | 0,003          | 0,004 | 0,032 |
|         | 2        | 0,001          | 0,003 | 0,041 |
|         | 3        | 0,005          | 0,007 | 0,068 |
| C-M-620 | 4        | 0,002          | 0,001 | 0,063 |
|         | 5        | 0,004          | 0,016 | 0,068 |
|         | 6        | 0,011          | 0,022 | 0,079 |
| C-M-621 | 7        | 0,009          | 0,013 | 0,056 |
|         | 8        | 0,007          | 0,006 | 0,055 |
|         | 9        | 0,005          | 0,014 | 0,061 |

| Fosfato       |          |                |       |       |
|---------------|----------|----------------|-------|-------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m   | fundo |
| C-M-466       | 10       | 0,010          | 0,011 | 0,067 |
|               | 11       | 0,014          | 0,016 | 0,065 |
|               | 12       | 0,003          | 0,005 | 0,049 |
| C-M-499       | 13       | 0,005          | 0,015 | 0,073 |
|               | 14       | 0,006          | 0,008 | 0,085 |
|               | 15       | 0,010          | 0,009 | 0,082 |
| Média         |          | 0,007          | 0,010 | 0,063 |
| Desvio padrão |          | 0,004          | 0,006 | 0,015 |



**FIGURA IV.2.1.6-5**

Concentrações de fosfato (mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

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

obtidas nesta campanha. Esta estratificação com maiores concentrações de fosfato e silicato próximo ao fundo indicam a influência da ACAS (Água Central do Atlântico Sul) neste estrato.

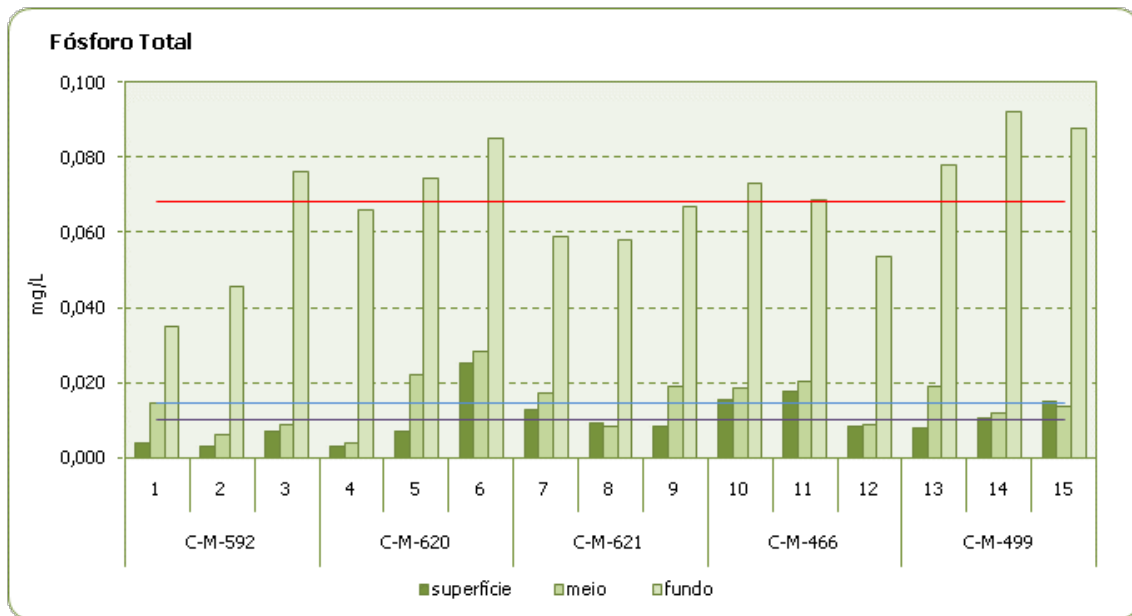
O fósforo total apresentou concentrações de 0,003 a 0,015mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,006 a 0,028mg/L nas amostras de meio, e de 0,035 a 0,092mg/L nas amostras de próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.6-VI, Figura IV.2.1.6-6).

**TABELA IV.2.1.6-VI**

Concentrações de fósforo total (mg/L) nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Fósforo total |          |                |       |       |
|---------------|----------|----------------|-------|-------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m   | fundo |
| C-M-592       | 1        | 0,004          | 0,015 | 0,035 |
|               | 2        | 0,003          | 0,006 | 0,046 |
|               | 3        | 0,007          | 0,009 | 0,076 |
| C-M-620       | 4        | 0,003          | 0,004 | 0,066 |
|               | 5        | 0,007          | 0,022 | 0,075 |
|               | 6        | 0,025          | 0,028 | 0,085 |
| C-M-621       | 7        | 0,013          | 0,017 | 0,059 |
|               | 8        | 0,009          | 0,008 | 0,058 |
|               | 9        | 0,008          | 0,019 | 0,067 |
| C-M-466       | 10       | 0,015          | 0,019 | 0,073 |
|               | 11       | 0,018          | 0,020 | 0,069 |
|               | 12       | 0,008          | 0,009 | 0,054 |
| C-M-499       | 13       | 0,008          | 0,019 | 0,078 |
|               | 14       | 0,011          | 0,012 | 0,092 |
|               | 15       | 0,015          | 0,014 | 0,088 |
| Média         |          | 0,010          | 0,015 | 0,068 |
| Desvio padrão |          | 0,006          | 0,007 | 0,016 |

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, embora a grande maioria das concentrações observadas nas amostras de fundo tenha sido superior ao valor máximo estabelecido pela resolução CONAMA N° 357/2005 para águas salinas de classe 1, que é de 0,062mg/L. Segundo Valiella (1984), os processos de regeneração do íon fosfato através da remineralização do fosfato orgânico dissolvido e da excreção do zooplâncton, bem como os processos de sua absorção pelo fitoplâncton são muito rápidos. Desta forma, o fosfato dissolvido seria convertido rapidamente e principalmente para a forma particulada, o que em águas oligotróficas pode ocorrer na grandeza de minutos. Assim, as concentrações de fósforo total, com valores próximos ao do fosfato dissolvido estão possivelmente ligadas à baixa produtividade primária.



**FIGURA IV.2.1.6-6**

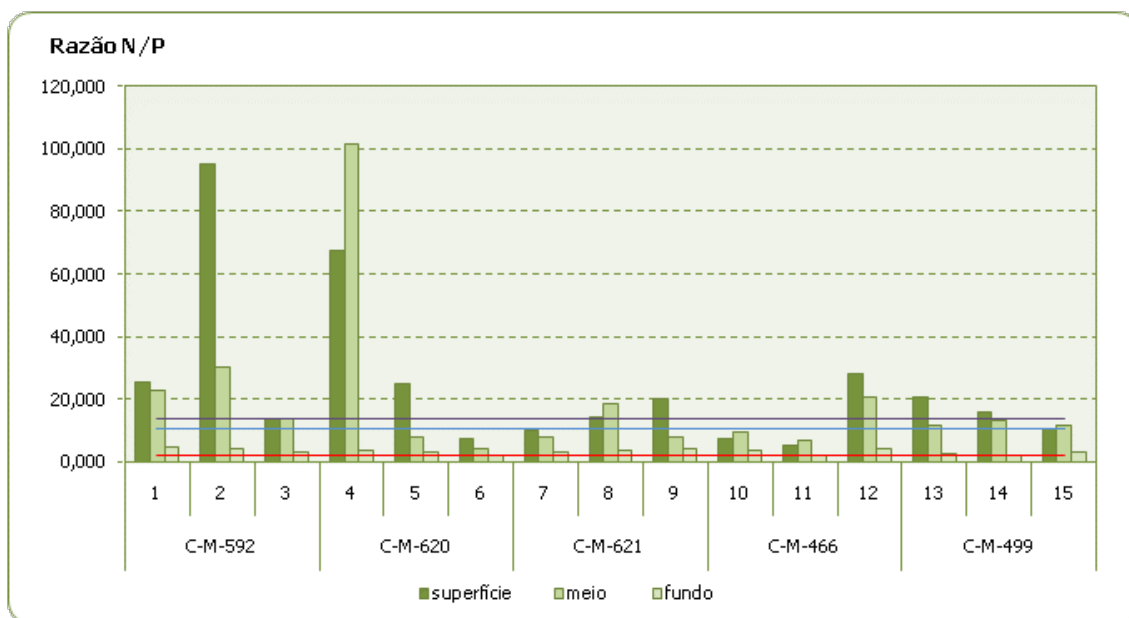
Concentrações de fósforo total (mg/L) observadas nas amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.

Para a razão N/P, as principais implicações da relação entre nitrogênio e fósforo estão na camada eufótica, visto que nela, o fitoplâncton não sofre limitação da luz, sendo os nutrientes, seu principal limitante de produtividade (Soares-Gomes & Figueiredo, 2002). A razão molar entre o nitrogênio inorgânico dissolvido e o fósforo inorgânico dissolvido (N/P) apresentou uma variação de 5,357 a 94,964 nas amostras de sub-superfície, de 4,329 a 101,303 nas amostras de meio, e de 2,137 a 4,988 nas amostras de próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.6-VII, Figura IV.2.1.6-7). Assim, as amostras de sub-superfície e de 60m de profundidade apresentaram as maiores variações da razão N/P (desvio padrão), além das maiores médias quando comparadas as amostras de fundo (Tabela IV.2.1.6-VII, Figura IV.2.1.6-7). Esta estratificação na razão N/P mostra uma deficiência de fosfato nas camadas mais superficiais caracterizando a presença da água superficial mais homogêneas da AT (Água Tropical) e um maior equilíbrio da razão N/P próximo ao fundo caracterizando a influência da ACAS (Água Central do Atlântico Sul) nessa profundidade (Gianesella & Saldanha-Corrêa, 2003).

**TABELA IV.2.1.6-VII**

A razão molar entre o nitrogênio inorgânico dissolvido e o fósforo inorgânico dissolvido (N/P), nas amostras de água coletadas a na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Razão N/P     |          |                |         |       |
|---------------|----------|----------------|---------|-------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m     | fundo |
| C-M-592       | 1        | 25,558         | 22,806  | 4,988 |
|               | 2        | 94,964         | 30,042  | 4,448 |
|               | 3        | 13,965         | 13,602  | 2,940 |
| C-M-620       | 4        | 67,660         | 101,303 | 3,851 |
|               | 5        | 25,188         | 8,089   | 3,123 |
|               | 6        | 7,514          | 4,329   | 2,137 |
| C-M-621       | 7        | 10,131         | 7,743   | 3,427 |
|               | 8        | 14,277         | 18,584  | 3,573 |
|               | 9        | 20,345         | 7,998   | 4,347 |
| C-M-466       | 10       | 7,420          | 9,449   | 3,834 |
|               | 11       | 5,357          | 6,903   | 2,288 |
|               | 12       | 28,004         | 20,958  | 4,266 |
| C-M-499       | 13       | 20,753         | 11,473  | 2,600 |
|               | 14       | 15,677         | 13,450  | 2,368 |
|               | 15       | 10,760         | 11,873  | 2,972 |
| Média         |          | 24,505         | 19,240  | 3,411 |
| Desvio padrão |          | 24,652         | 23,755  | 0,874 |



**FIGURA IV.2.1.6-6**

Razão molar entre o nitrogênio inorgânico dissolvido e o fósforo inorgânico dissolvido (N/P) para cada uma das amostras de água coletadas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a média observada nas amostras de sub-superfície, a azul a média das amostras de 60m de profundidade e a linha vermelha corresponde a média observada nas amostras de próximo ao fundo.



Em síntese, pode ser observado um padrão geral para as concentrações de nutrientes em relação à profundidade, a estratificação vertical mostra as concentrações médias dos nutrientes, aumento com a profundidade assim como as amplitudes de variação. Para o nitrito, assim como para a amônia não foi observado nenhum padrão de estratificação. Também não foi distinguido qualquer padrão de distribuição espacial horizontal (entre as estações) e a concentração dos nutrientes e da amônia.

Os valores mais elevados de nutrientes próximo ao fundo podem estar relacionados a presença da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Nogueira *et al.* (1999) encontraram maiores concentrações de nutrientes na plataforma sudeste, sugerindo a influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) aflorando e disponibilizando assim maiores concentrações de nutrientes para a coluna d'água. A ocorrência de diferentes massas de água é corroborada pelos dados oceanográficos coletados durante esta campanha (item IV.1.1), onde se observa a existência de uma camada de água superficial mais homogênea (AT), uma termoclina bem definida e a presença de ACAS na maioria das estações, explicando assim a estratificação observada das concentrações dos nutrientes e as condições superficiais basicamente oligotróficas.

#### IV.2.1.7. Metais Totais

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

Na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, os metais (Al, Ba, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mg, Ni, V, Zn, Hg) foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto (Tabela IV.2.1.7-I).

Dentre os metais analisados, apenas o zinco foi detectado em todas as estações nos três estratos amostrados. Para este metal foi observada uma variação de 0,049 a 0,121mg/L nas amostras de sub-superfície, de 0,042 a 0,089mg/L nas de 60m de profundidade e de 0,032 a 0,106mg/L nas amostras de próximo ao fundo. Por outro lado, o bário, cádmio, chumbo, cobre, níquel, vanádio e o mercúrio não foram detectados em nenhuma das amostras de água analisadas, sendo os limites de detecção dos métodos de análise de; 0,0001mg/L para o mercúrio; 0,004mg/L para o cádmio, chumbo e

vanádio; 0,005mg/L para o níquel; 0,007mg/L para o cobre; e de 0,008mg/L para o bário. Quanto aos demais metais analisados, o alumínio foi detectado em 11 das 15 estações amostradas (limite de detecção do método de análise de 0,006mg/L) em concentrações que variaram de não detectáveis a até 0,055mg/L para as amostras de sub-superfície, 0,078mg/L para as amostras de 60m de profundidade e 0,070mg/L para as amostras de próximo ao fundo. O ferro foi detectado em 13 estações (limite de detecção do método de análise de 0,030mg/L) em concentrações que variaram de não detectáveis a 0,073mg/L para as amostras de sub-superfície, 0,072mg/L para as amostras de 60m de profundidade e 0,084mg/L para as amostras de próximo ao fundo. O cromo foi detectado apenas em duas amostras, pertencentes a diferentes estações e estratos, com 0,008 e 0,018mg/L de concentração cada, sendo de 0,004mg/L o limite de detecção do método de análise, enquanto que, o manganês foi detectado em apenas uma amostra na concentração de 0,016mg/L, sendo de 0,010mg/L o limite de detecção do método de análise (Tabela IV.2.1.7-I).

**TABELA IV.2.1.7-I**

Concentração de metais (mg/L), nas amostras de água coletadas a na sub-superfície, a 60m de profundidade e no fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. As médias e desvios padrões apresentados foram calculados a partir das concentrações detectadas e quantificadas.

| Metais (mg/L)       |         |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |         |
|---------------------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
| Estrato             | Blocos  | Estação       | Al     | Ba     | Cd     | Pb     | Cu     | Cr     | Fe     | Mg     | Ni     | V      | Zn    | Hg      |
| Sub-superfície      | C-M-592 | 1             | 0,05   | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,033  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,091 | <0,0001 |
|                     |         | 2             | 0,035  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,058 | <0,0001 |
|                     |         | 3             | 0,041  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,055 | <0,0001 |
|                     | C-M-620 | 4             | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,046 | <0,0001 |
|                     |         | 5             | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,039  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,05  | <0,0001 |
|                     |         | 6             | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,05  | <0,0001 |
|                     | C-M-621 | 7             | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,036  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,049 | <0,0001 |
|                     |         | 8             | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,073  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,121 | <0,0001 |
|                     |         | 9             | 0,014  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,072 | <0,0001 |
|                     | C-M-466 | 10            | 0,042  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,033  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,068 | <0,0001 |
|                     |         | 11            | 0,034  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,04   | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,062 | <0,0001 |
|                     |         | 12            | 0,04   | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,046  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,062 | <0,0001 |
|                     | C-M-499 | 13            | 0,041  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,039  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,08  | <0,0001 |
|                     |         | 14            | 0,031  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,054 | <0,0001 |
|                     |         | 15            | 0,055  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,05  | <0,0001 |
|                     |         | Média         | 0,038  | -      | -      | -      | -      | 0,042  | -      | -      | -      | 0,065  | -     |         |
|                     |         | Desvio padrão | 0,011  | -      | -      | -      | -      | 0,013  | -      | -      | -      | 0,020  | -     |         |
| 60m de profundidade | C-M-592 | 1             | 0,078  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | 0,008  | 0,062  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,089 | <0,0001 |
|                     |         | 2             | 0,04   | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,049 | <0,0001 |
|                     |         | 3             | 0,05   | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,072  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,042 | <0,0001 |
|                     | C-M-620 | 4             | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,055 | <0,0001 |
|                     |         | 5             | 0,032  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,063 | <0,0001 |
|                     |         | 6             | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,048 | <0,0001 |



| Metais (mg/L)    |                  |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |
|------------------|------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Estrato          | Blocos           | Estação | Al     | Ba     | Cd     | Pb     | Cu     | Cr     | Fe     | Mg     | Ni     | V      | Zn     | Hg      |         |
| Próximo ao fundo | C-M-621          | 7       | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,058  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 8       | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,032  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,061  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 9       | 0,035  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,058  | <0,0001 |         |
|                  | C-M-466          | 10      | 0,04   | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,032  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,076  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 11      | 0,054  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,063  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 12      | 0,029  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | 0,016  | <0,005 | <0,004 | 0,048  | <0,0001 |         |
|                  | C-M-499          | 13      | 0,044  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,067  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 14      | 0,047  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,031  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,054  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 15      | 0,042  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,043  | <0,0001 |         |
|                  | Média            |         | 0,045  | -      | -      | -      | -      | -      | 0,046  | -      | -      | -      | 0,058  | -       |         |
|                  | Desvio padrão    |         | 0,013  | -      | -      | -      | -      | -      | 0,020  | -      | -      | -      | 0,013  | -       |         |
|                  | Próximo ao fundo | C-M-592 | 1      | 0,056  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,047  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,054   | <0,0001 |
|                  |                  |         | 2      | 0,070  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,055  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,063   | <0,0001 |
|                  |                  |         | 3      | 0,045  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,054  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,046   | <0,0001 |
|                  |                  | C-M-620 | 4      | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | 0,018  | 0,075  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,052   | <0,0001 |
| 5                |                  |         | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,053  | <0,0001 |         |
| 6                |                  |         | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,060  | <0,0001 |         |
| C-M-621          |                  | 7       | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,057  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,106  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 8       | <0,006 | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,051  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 9       | 0,037  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,052  | <0,0001 |         |
| C-M-466          |                  | 10      | 0,039  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,069  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 11      | 0,031  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,044  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 12      | 0,070  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,084  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,062  | <0,0001 |         |
| C-M-499          |                  | 13      | 0,049  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,061  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 14      | 0,055  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | 0,031  | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,032  | <0,0001 |         |
|                  |                  | 15      | 0,031  | <0,008 | <0,004 | <0,004 | <0,005 | <0,004 | <0,030 | <0,010 | <0,005 | <0,004 | 0,033  | <0,0001 |         |
| Média            |                  | 0,048   | -      | -      | -      | -      | -      | 0,058  | -      | -      | -      | 0,056  | -      |         |         |
| Desvio padrão    |                  | 0,014   | -      | -      | -      | -      | -      | 0,018  | -      | -      | -      | 0,017  | -      |         |         |

As concentrações dos diferentes metais quantificados foram baixas e são características de águas oceânicas. Com exceção zinco, todos os metais analisados apresentaram valores inferiores ao limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas de classe 1, que para o bário, 1,0mg/L; cádmio 0,005mg/L; chumbo, 0,01mg/L; cromo, 0,05mg/L; ferro, 0,3mg/L; manganês, 0,1mg/L; níquel, 0,1mg/L; zinco, 0,09mg/L e mercúrio, 0,0002mg/L (esta resolução não atende os parâmetros cobre e alumínio totais). Esta mesma resolução não contempla um limite máximo de concentração para o vanádio para águas salinas classe 1. Com relação ao zinco, valores superiores ao estabelecido pela resolução CONAMA Nº 357/2005 foram observados em apenas três amostras pertencentes a diferentes estações (1, 8 e 7) e estratos (sub-superfície e próximo ao fundo) sugerindo ser resultado de coleta pontual.

#### IV.2.1.8. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP), n-alcenos e MCNR

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

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

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

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

Na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, os n-alcenos, a mistura complexa não resolvida (MCNR) e os HTP foram avaliados em três

estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto (Tabela IV.2.1.8-I).

As análises realizadas não detectaram a presença de n-alcenos, mistura complexa não resolvida (MCNR) ou hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) em nenhuma das amostras de água coletadas, sendo o limite de detecção do método de análise para os HTP de 145 µg/L.

**TABELA IV.2.1.8-I**

Concentrações de n-alcenos (µg/L=ppb), de mistura complexa não resolvida (MCNR; µg/L=ppb) e hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP; µg/L=ppb) nas amostras de água coletadas a sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| HTP                 |         |         |           |      |           |
|---------------------|---------|---------|-----------|------|-----------|
| Estrato             | Blocos  | Estação | n-Alcanos | MCNR | HTP total |
| Sub-superfície      | C-M-592 | 1       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 2       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 3       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     | C-M-620 | 4       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 5       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 6       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     | C-M-621 | 7       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 8       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 9       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     | C-M-466 | 10      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 11      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 12      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     | C-M-499 | 13      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 14      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 15      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
| 60m de profundidade | C-M-592 | 1       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 2       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 3       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     | C-M-620 | 4       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 5       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 6       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     | C-M-621 | 7       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 8       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 9       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     | C-M-466 | 10      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 11      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 12      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     | C-M-499 | 13      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 14      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 15      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
| Próximo ao fundo    | C-M-592 | 1       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 2       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     |         | 3       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|                     | C-M-620 | 4       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |

| HTP     |         |         |           |      |           |
|---------|---------|---------|-----------|------|-----------|
| Estrato | Blocos  | Estação | n-Alcanos | MCNR | HTP total |
|         |         | 5       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|         |         | 6       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|         | C-M-621 | 7       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|         |         | 8       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|         |         | 9       | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|         | C-M-466 | 10      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|         |         | 11      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|         |         | 12      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|         | C-M-499 | 13      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|         |         | 14      | <5,0      | <5,0 | <145,0    |
|         |         | 15      | <5,0      | <5,0 | <0,05     |

#### IV.2.1.9. Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA)

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

Na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, os 16 hidrocarbonetos poliaromáticos foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto (Tabela IV.2.1.9-I).

As análises realizadas não detectaram a presença de nenhum dos 16 HPAs prioritários, em nenhuma das amostras de água coletadas, sendo o limite de detecção do método de análise de 0,050µg/L para cada HPA e de 0,800 µg/L para os 16-HPA.

**TABELA IV.2.1.9-I**

Concentrações dos 16 Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA) prioritários ( $\mu\text{g/L} = \text{ppb}$ ) nas amostras de água coletadas a sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. ND= não detectado, sendo o limite de detecção do método de quantificação utilizado de  $0,050 \mu\text{g/L}$  para cada composto.

| HPA                 |         |         |           |              |            |          |            |           |             |        |                   |         |                     |                     |                |                        |                       |                      |        |        |        |
|---------------------|---------|---------|-----------|--------------|------------|----------|------------|-----------|-------------|--------|-------------------|---------|---------------------|---------------------|----------------|------------------------|-----------------------|----------------------|--------|--------|--------|
| Estrato             | Blocos  | Estação | Naftaleno | Acenaftileno | Acenafteno | Fluoreno | Fenantreno | Antraceno | Fluoranteno | Pireno | Benzo(a)antraceno | Criseno | Benzo(b)fluoranteno | Benzo(k)fluoranteno | Benzo(a)pireno | Indeno(1,2,3-cd)pireno | Dibenzo(a,h)antraceno | Benzo(g,h,i)perileno | 16-HPA |        |        |
|                     |         |         |           |              |            |          |            |           |             |        |                   |         |                     |                     |                |                        |                       |                      |        |        |        |
| Sub-superfície      | C-M-592 | 1       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | <0,800 |        |
|                     |         | 2       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 3       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     | C-M-620 | 4       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 5       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 6       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     | C-M-621 | 7       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 8       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 9       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     | C-M-466 | 10      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 11      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 12      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     | C-M-499 | 13      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 14      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 15      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
| 60m de profundidade | C-M-592 | 1       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | <0,800 |        |
|                     |         | 2       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 3       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     | C-M-620 | 4       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 5       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 6       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     | C-M-621 | 7       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 8       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 9       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     | C-M-466 | 10      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 11      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 12      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     | C-M-499 | 13      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 14      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 15      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
| Próximo ao fundo    | C-M-592 | 1       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | <0,800 |        |
|                     |         | 2       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 3       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     | C-M-620 | 4       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 5       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 6       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     | C-M-621 | 7       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |
|                     |         | 8       | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | ND     | ND     | <0,800 |

| HPA     |        |         |           |              |            |          |            |           |             |        |                   |         |                     |                     |                |                        |                       |                      |        |
|---------|--------|---------|-----------|--------------|------------|----------|------------|-----------|-------------|--------|-------------------|---------|---------------------|---------------------|----------------|------------------------|-----------------------|----------------------|--------|
| Estrato | Blocos | Estação | Naftaleno | Acenaftileno | Acenafteno | Fluoreno | Fenantreno | Antraceno | Fluoranteno | Pireno | Benzo(a)antraceno | Criseno | Benzo(b)fluoranteno | Benzo(k)fluoranteno | Benzo(a)pireno | Indeno(1,2,3-cd)pireno | Dibenzo(a,h)antraceno | Benzo(g,h,i)perileno | 16-HPA |
| C-M-466 | 9      | ND      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | <0,800 |
|         | 10     | ND      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | <0,800 |
|         | 11     | ND      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | <0,800 |
|         | 12     | ND      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | <0,800 |
| C-M-499 | 13     | ND      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | <0,800 |
|         | 14     | ND      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | <0,800 |
|         | 15     | ND      | ND        | ND           | ND         | ND       | ND         | ND        | ND          | ND     | ND                | ND      | ND                  | ND                  | ND             | ND                     | ND                    | ND                   | <0,800 |

#### IV.2.1.10. BTEX (benzeno, tolueno, etileno e xileno)

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

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

Na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, os compostos BTEX foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto (Tabela IV.2.1.10-I).

As análises realizadas não detectaram a presença de nenhum dos compostos BTEX, em nenhuma das amostras de água coletadas, sendo de 0,300µg/L o limite de detecção do método de análise de para cada composto.



**TABELA IV.2.1.10-I**

Concentrações dos compostos BTEX ( $\mu\text{g/L}$ ; ppb) nas amostras de água coletadas a sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo na 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| BTEX                |         |         |         |         |             |             |          |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|-------------|-------------|----------|
| Estrato             | Blocos  | Estação | Benzeno | Tolueno | Etilbenzeno | m,p-Xilenos | o-Xileno |
| Sub-superfície      | C-M-592 | 1       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 2       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 3       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-620 | 4       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 5       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 6       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-621 | 7       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 8       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 9       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-466 | 10      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 11      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 12      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-499 | 13      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 14      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 15      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
| 60m de profundidade | C-M-592 | 1       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 2       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 3       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-620 | 4       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 5       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 6       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-621 | 7       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 8       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 9       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-466 | 10      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 11      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 12      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-499 | 13      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 14      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 15      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
| Próximo ao fundo    | C-M-592 | 1       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 2       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 3       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-620 | 4       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 5       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 6       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-621 | 7       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 8       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 9       | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-466 | 10      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 11      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 12      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     | C-M-499 | 13      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 14      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |
|                     |         | 15      | <0,300  | <0,300  | <0,300      | <0,300      | <0,300   |

#### IV.2.1.11. Fenóis

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

Na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, as concentrações de fenóis presentes na água foram avaliados em três estratos da coluna d'água (na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo) nas 15 estações de coleta previstas em projeto (Tabela IV.2.1.11-I).

Nas amostras analisadas foram observadas baixas concentrações de fenóis, com valores de não detectáveis em todos os estratos a até 4µg/L para as amostras de sub-superfície, a até 7µg/L para as amostras de 60m de profundidade e até 5µg/L para as amostras de próximo ao fundo (Tabela IV.2.1.11-I). Todos as concentrações de fenóis observadas se encontram bem abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005/2005, para águas de classe 1, que é de 60µg/L.

**TABELA IV.2.1.11-I**

Concentrações de fenóis (µg/L; ppb) nas amostras de água coletadas a sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações amostradas na campanha de *Baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. As médias e desvios padrões apresentados foram calculados utilizando apenas as concentrações detectadas e quantificadas.

| Fenóis        |          |                |      |       |
|---------------|----------|----------------|------|-------|
| Blocos        | Estações | sub-superfície | 60m  | fundo |
| C-M-592       | 1        | 1              | <1   | <1    |
|               | 2        | 2              | <1   | 4     |
|               | 3        | 1              | 1    | 2     |
| C-M-620       | 4        | 1              | 3    | <1    |
|               | 5        | 1              | 7    | <1    |
|               | 6        | 1              | 1    | 5     |
| C-M-621       | 7        | 4              | 1    | 1     |
|               | 8        | 1              | 1    | <1    |
|               | 9        | 1              | 1    | 2     |
| C-M-466       | 10       | <1             | 1    | 1     |
|               | 11       | <1             | 1    | 5     |
|               | 12       | 1              | 2    | <1    |
| C-M-499       | 13       | <1             | 2    | <1    |
|               | 14       | <1             | <1   | <1    |
|               | 15       | 1              | 2    | 1     |
| Média         |          | 1,36           | 1,92 | 2,63  |
| Desvio padrão |          | 0,92           | 1,73 | 1,77  |

## IV.2.2. SEDIMENTO

### IV.2.2.1. Perfil de oxigênio do Sedimento



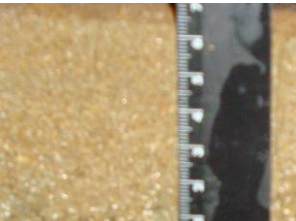
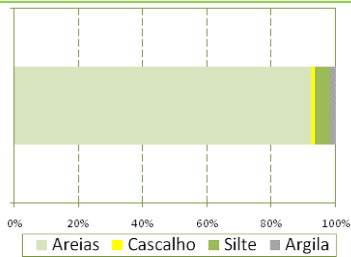


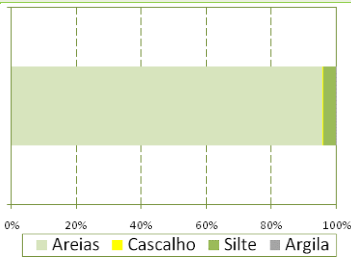


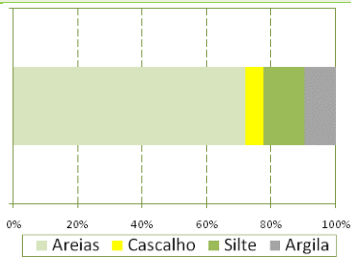


Na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, o perfil de oxigênio no sedimento não foi observado em nenhuma das estações. Provavelmente devido ao tipo de sedimento encontrado, que foi predominantemente areia e cascalho (item IV 2.2.2).

A tabela IV.2.2.1-I apresenta a fotografia de uma das três réplicas de cada estação, a imagem do perfil do sedimento, sua composição granulométrica e a Classificação Textural de Folk.

**TABELA IV.2.2.1-I**

Apresentação fotográfica do Box-core de uma das três réplicas da estação, a imagem do perfil do sedimento, sua composição granulométrica (%) e a Classificação Textural de Folk nas 15 estações amostradas na campanha de *Baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Sedimento (box-core)  | Perfil  | Composição   | Classificação Textural de Folk    |
|---|---|--|-----------------------------------|
| <b>ESTAÇÃO 1</b>  |   |  |                                   |
|  |  |  | Areia lamosa com cascalho esparso |
| <b>ESTAÇÃO 2</b>  |   |  |                                   |
|  |  |  | Cascalho areno-lamoso             |
| <b>ESTAÇÃO 3</b>  |   |  |                                   |
|  |  |  | Areia lamosa com cascalho esparso |

| Sedimento (box-core)  | Perfil  | Composição  | Classificação Textural de Folk    |
|---|---|---|-----------------------------------|
| <b>ESTAÇÃO 4</b>  |   |   |                                   |
|    |    |  <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>■ Areias ■ Cascalho ■ Silte ■ Argila</p>   | Areia lamosa com cascalho esparso |
| <b>ESTAÇÃO 5</b>  |   |   |                                   |
|    |    |  <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>■ Areias ■ Cascalho ■ Silte ■ Argila</p>   | Areia com cascalho esparso        |
| <b>ESTAÇÃO 6</b>  |   |   |                                   |
|  |  |  <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>■ Areias ■ Cascalho ■ Silte ■ Argila</p>  | Areia com cascalho esparso        |
| <b>ESTAÇÃO 7</b>  |   |   |                                   |
|  |  |  <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>■ Areias ■ Cascalho ■ Silte ■ Argila</p> | Areia lamosa com cascalho esparso |
| <b>ESTAÇÃO 8</b>  |   |   |                                   |
|  |  |  <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>■ Areias ■ Cascalho ■ Silte ■ Argila</p> | Areia com cascalho                |

| Sedimento (box-core) | Perfil                   | Composição   | Classificação Textural de Folk    |
|----------------------|--------------------------|--|-----------------------------------|
| <b>ESTAÇÃO 9</b>     |                          |  |                                   |
|                      |                          | <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>Areias Cascalho Silte Argila</p> | Areia siltosa                     |
| <b>ESTAÇÃO 10</b>    |                          |  |                                   |
|                      |                          | <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>Areias Cascalho Silte Argila</p> | Areia lamosa com cascalho         |
| <b>ESTAÇÃO 11</b>    |                          |  |                                   |
|                      | sem registro fotográfico | <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>Areias Cascalho Silte Argila</p> | Cascalho arenolamoso              |
| <b>ESTAÇÃO 12</b>    |                          |  |                                   |
|                      |                          | <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>Areias Cascalho Silte Argila</p> | Areia lamosa com cascalho esparso |
| <b>ESTAÇÃO 13</b>    |                          |  |                                   |
|                      |                          | <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>Areias Cascalho Silte Argila</p> | Areia com cascalho                |

| Sedimento (box-core) | Perfil | Composição   | Classificação Textural de Folk |
|----------------------|--------|--|--------------------------------|
| ESTAÇÃO 14           |        |  |                                |
|                      |        | <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>Areias Cascalho Silte Argila</p> | Areia lamosa com cascalho      |
| ESTAÇÃO 15           |        |  |                                |
|                      |        | <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p>Areias Cascalho Silte Argila</p> | Areia lamosa com cascalho      |

#### IV.2.2.2. Granulometria e Teor de Carbonatos

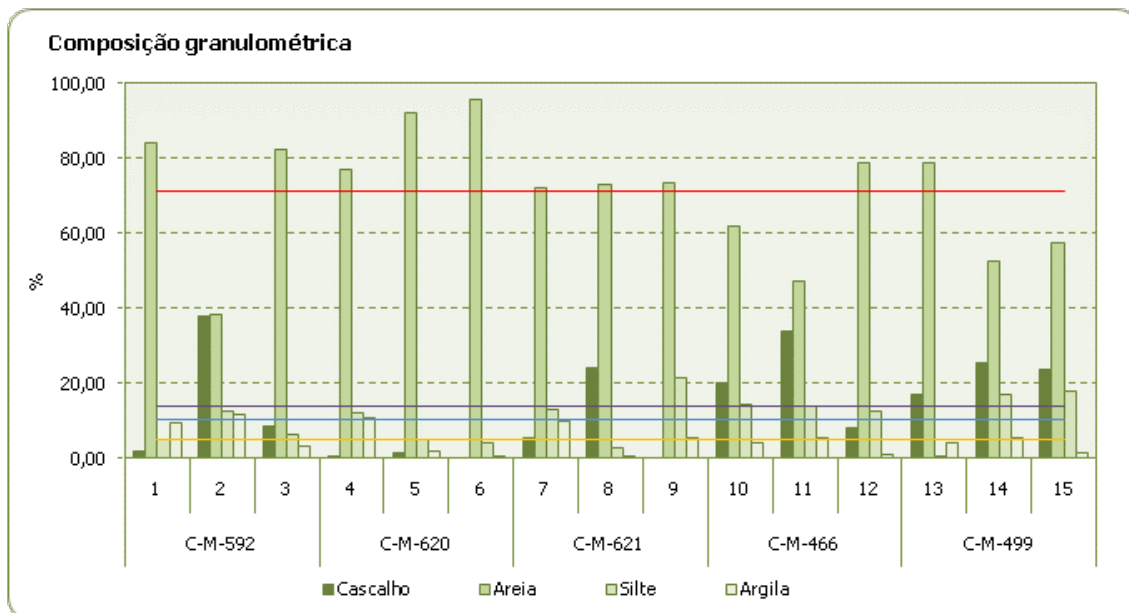
Características do sedimento como a composição granulométrica e química exercem importante papel na estruturação das comunidades bentônicas nos substratos inconsolidados (Snelgrove & Butman, 1994). Assim, é de suma importância avaliar e monitorar as características do sedimento, juntamente com as comunidades bentônicas, buscando um entendimento mais abrangente das eventuais mudanças que estas comunidades podem sofrer. Paralelamente, a caracterização do sedimento fornece subsídios para a distinção de eventuais mudanças nas suas características superficiais em virtude de atividades de exploração e perfuração de poços.

A análise granulométrica do sedimento revelou a predominância de areia em praticamente todas as estações com uma média geral superior a 70%, mas com uma fração variável entre as estações apresentando valores entre 38,36 e 95,66% da amostra (Tabela IV.2.2.2-I, Figura IV.2.2.2-1). O fracionamento da areia foi igualmente diferenciado entre as estações, apresentando valores entre 0,19 e 25,97% para a areia muito grossa, 0,41 a 23,11% para a grossa, 2,07 a 45,70 para a areia média, 3,87 a 34,24% para a areia fina e entre 1,63 a 59,79% para a areia muito fina. O cascalho apresentou uma participação média bastante inferior a da areia com valores entre 0,00 e 38,00%, seguido do silte com valores entre 0,59 e 21,34%, e da argila com valores entre 0,32 e 11,35% (Tabela IV.2.2.2-I). As amostras coletadas apresentaram uma classificação textural variável sendo classificadas como areia de muito fina a grossa, e de particulática a muito leptocúrtica (Tabela IV.2.2.2-II).

**TABELA IV.2.2.2-I**

Composição granulométrica (%) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *Baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Composição granulométrica |          |              |                        |                  |                 |                |                      |           |            |
|---------------------------|----------|--------------|------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------|------------|
| Blocos                    | Estações | Cascalho (%) | Areia muito grossa (%) | Areia grossa (%) | Areia média (%) | Areia fina (%) | Areia muito fina (%) | Silte (%) | Argila (%) |
| C-M-592                   | 1        | 1,89         | 8,87                   | 23,11            | 39,70           | 6,08           | 6,41                 | 4,92      | 9,02       |
|                           | 2        | 38,00        | 12,85                  | 9,19             | 9,92            | 3,87           | 2,53                 | 12,30     | 11,35      |
|                           | 3        | 8,37         | 8,18                   | 10,67            | 45,70           | 14,73          | 2,97                 | 6,25      | 3,12       |
| C-M-620                   | 4        | 0,62         | 4,02                   | 5,51             | 15,39           | 22,68          | 29,09                | 11,94     | 10,75      |
|                           | 5        | 1,30         | 8,72                   | 9,46             | 20,78           | 33,57          | 19,65                | 4,88      | 1,63       |
|                           | 6        | 0,15         | 4,33                   | 11,89            | 42,82           | 34,24          | 2,38                 | 3,85      | 0,32       |
| C-M-621                   | 7        | 5,43         | 12,67                  | 14,22            | 25,07           | 14,98          | 5,07                 | 12,68     | 9,87       |
|                           | 8        | 24,22        | 25,97                  | 21,37            | 18,71           | 5,07           | 1,63                 | 2,61      | 0,43       |
|                           | 9        | 0,00         | 0,19                   | 0,41             | 2,07            | 10,87          | 59,79                | 21,34     | 5,33       |
| C-M-466                   | 10       | 19,92        | 19,01                  | 15,72            | 14,97           | 8,19           | 4,02                 | 14,28     | 3,89       |
|                           | 11       | 33,92        | 12,28                  | 10,61            | 11,07           | 8,40           | 4,92                 | 13,72     | 5,08       |
|                           | 12       | 8,03         | 19,31                  | 18,87            | 21,70           | 13,78          | 5,14                 | 12,48     | 0,69       |
| C-M-499                   | 13       | 17,04        | 18,66                  | 17,62            | 23,05           | 15,35          | 3,90                 | 0,59      | 3,79       |
|                           | 14       | 25,38        | 17,66                  | 10,60            | 11,51           | 8,19           | 4,57                 | 16,96     | 5,14       |
|                           | 15       | 23,78        | 15,83                  | 10,35            | 13,54           | 11,54          | 6,20                 | 17,68     | 1,07       |
| Média                     |          | 13,87        | 12,57                  | 12,64            | 21,07           | 14,10          | 10,55                | 10,43     | 4,77       |
| Desvio padrão             |          | 12,99        | 6,98                   | 5,99             | 12,69           | 9,38           | 15,51                | 6,18      | 3,84       |



**FIGURA IV.2.2.2-1**

Composição granulométrica do sedimento para cada uma das amostras coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha violeta corresponde a fração média de cascalho, a azul a fração média de silte, a vermelha a fração média de areia e a laranja corresponde a fração média de argila.

**TABELA IV.2.2.2-II**

Classificação textural do sedimento nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Classificação textural do sedimento |          |                  |                                   |                                |                    |                             |
|-------------------------------------|----------|------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Blocos                              | Estações | Média            | Classificação Textural de Folk    | Selecionamento                 | Curtose            | Assimetria                  |
| C-M-592                             | 1        | Areia média      | Areia lamosa com cascalho esparso | Pobrememente selecionada       | Muito leptocúrtica | Assimetria muito positiva   |
|                                     | 2        | Areia grossa     | Cascalho areno-lamoso             | Muito pobrememente selecionada | Platicúrtica       | Assimetria muito positiva   |
|                                     | 3        | Areia média      | Areia lamosa com cascalho esparso | Pobrememente selecionada       | Muito leptocúrtica | Aproximadamente e simétrica |
| C-M-620                             | 4        | Areia muito fina | Areia lamosa com cascalho esparso | Pobrememente selecionada       | leptocúrtica       | Aproximadamente e simétrica |
|                                     | 5        | Areia fina       | Areia com cascalho esparso        | Pobrememente selecionada       | Leptocúrtica       | Assimetria negativa         |
|                                     | 6        | Areia média      | Areia com cascalho esparso        | Moderadamente selecionada      | Leptocúrtica       | Aproximadamente e simétrica |
| C-M-621                             | 7        | Areia fina       | Areia lamosa com cascalho esparso | Muito pobrememente selecionada | Mesocúrtica        | Assimetria positiva         |
|                                     | 8        | Areia grossa     | Areia com cascalho                | Pobrememente selecionada       | Mesocúrtica        | Assimetria positiva         |
|                                     | 9        | Areia muito fina | Areia siltosa                     | Moderadamente selecionada      | Leptocúrtica       | Assimetria positiva         |
| C-M-466                             | 10       | Areia média      | Areia lamosa com cascalho         | Muito pobrememente selecionada | Platicúrtica       | Assimetria positiva         |
|                                     | 11       | Areia grossa     | Cascalho areno-lamoso             | Muito pobrememente selecionada | Platicúrtica       | Assimetria positiva         |
|                                     | 12       | Areia média      | Areia lamosa com cascalho esparso | Pobrememente selecionada       | Mesocúrtica        | Assimetria positiva         |
| C-M-499                             | 13       | Areia grossa     | Areia com cascalho                | Pobrememente selecionada       | Mesocúrtica        | Aproximadamente e simétrica |
|                                     | 14       | Areia média      | Areia lamosa com cascalho         | Muito pobrememente selecionada | Platicúrtica       | Assimetria positiva         |
|                                     | 15       | Areia média      | Areia lamosa com cascalho         | Muito pobrememente selecionada | Platicúrtica       | Assimetria positiva         |

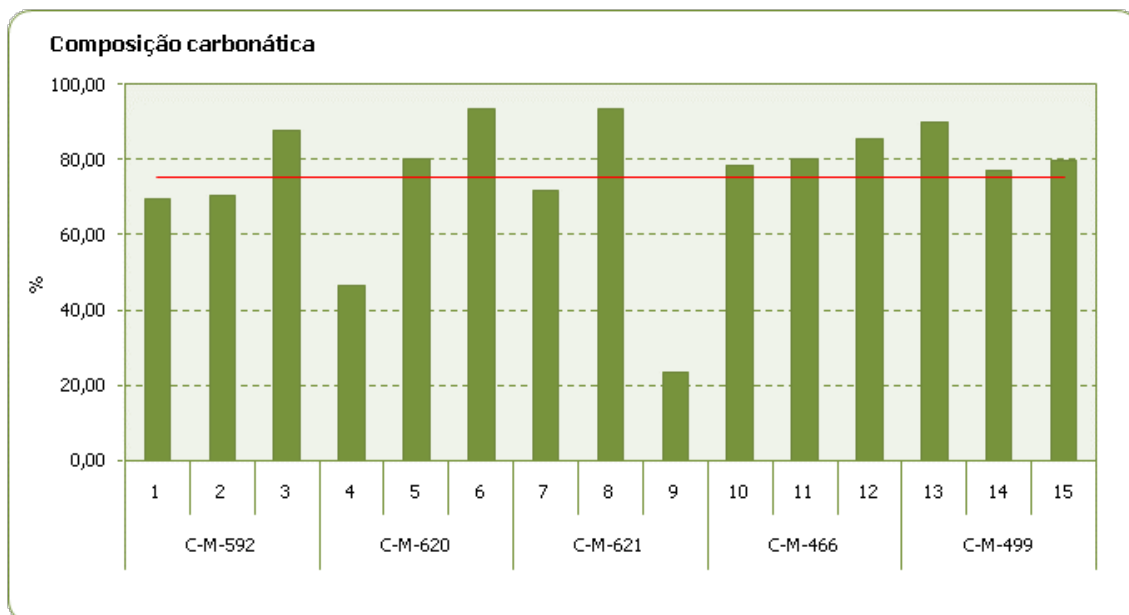
A composição carbonática do sedimento foi bastante representativa em todas as estações apresentando valores entre 23,41 e 93,30% (Tabela IV.2.2.2-III, Figura IV.2.2.2-3). Todas as estações, com exceção das estações 2 e 3, apresentaram valores superiores a 69%, revelando uma característica sedimentar similar a observada mais ao sul, na região ao largo de Santos, caracterizada por apresentar grande quantidade de sedimentos biodetríticos. Esta região pertence à chamada Província Carbonática, que é caracterizada pela presença de sedimentos com mais de 50% de carbonato de cálcio e está restrita à plataforma externa mais ao sul, ocorrendo até o Rio Grande do Sul (Lana *et al.*, 1996).



**TABELA IV.2.2.2-III**

Composição carbonática (%) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Composição carbonática |          |                |
|------------------------|----------|----------------|
| Blocos                 | Estações | Carbonatos (%) |
| C-M-592                | 1        | 69,35          |
|                        | 2        | 70,44          |
|                        | 3        | 87,58          |
| C-M-620                | 4        | 46,46          |
|                        | 5        | 79,89          |
|                        | 6        | 93,30          |
| C-M-621                | 7        | 71,55          |
|                        | 8        | 93,25          |
|                        | 9        | 23,41          |
| C-M-466                | 10       | 78,26          |
|                        | 11       | 80,05          |
|                        | 12       | 85,42          |
| C-M-499                | 13       | 89,82          |
|                        | 14       | 77,07          |
|                        | 15       | 79,70          |
| Média                  |          | 75,04          |
| Desvio padrão          |          | 18,48          |



**FIGURA IV.2.2.2-3**

Composição carbonática (%) nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha vermelha corresponde a média observada entre as estações.

Especialmente, para a composição granulométrica, pode ser distinguido um discreto padrão entre as características do sedimento das estações situadas mais ao norte (estações 10 a 15) nos blocos C-M-

466 e C-M-499, quando comparadas às estações mais ao sul (estações 1 a 9) nos blocos C-M-592, C-M-620, C-M-621. Nas estações situadas mais ao norte, o sedimento, apresenta características granulométricas mais semelhantes entre si do que as apresentadas pelas estações ao sul como pode ser observado na variação dos percentuais dos componentes granulométricos (Tabela IV.2.2.2-I). Assim, os resultados observados nas estações situadas mais ao norte sugerem que a área apresenta um sedimento de fundo com características granulométricas mais homogêneas que o das estações situadas ao sul, além de uma maior representatividade da fração cascalho. Esta diferença entre áreas também pode ser observada na classificação textural, na qual, as amostras das estações situadas mais ao norte foram caracterizadas como areia média a grossa, enquanto as amostras das estações ao sul apresentaram classificação mais variável, de areia muito fina a grossa.

Para a composição carbonática foi observado um padrão espacial similar ao das diferentes frações do sedimento, com as estações situadas mais ao norte (estações de 10 a 15) apresentando uma representatividade de carbonatos menos variável entre as estações que aquela apresentada pelas estações situadas mais ao sul (estações de 1 a 9) (Figura IV.2.2.2-3).

#### **IV.2.2.3. Matéria Orgânica Total, Carbono Total, Nitrogênio e Fósforo**

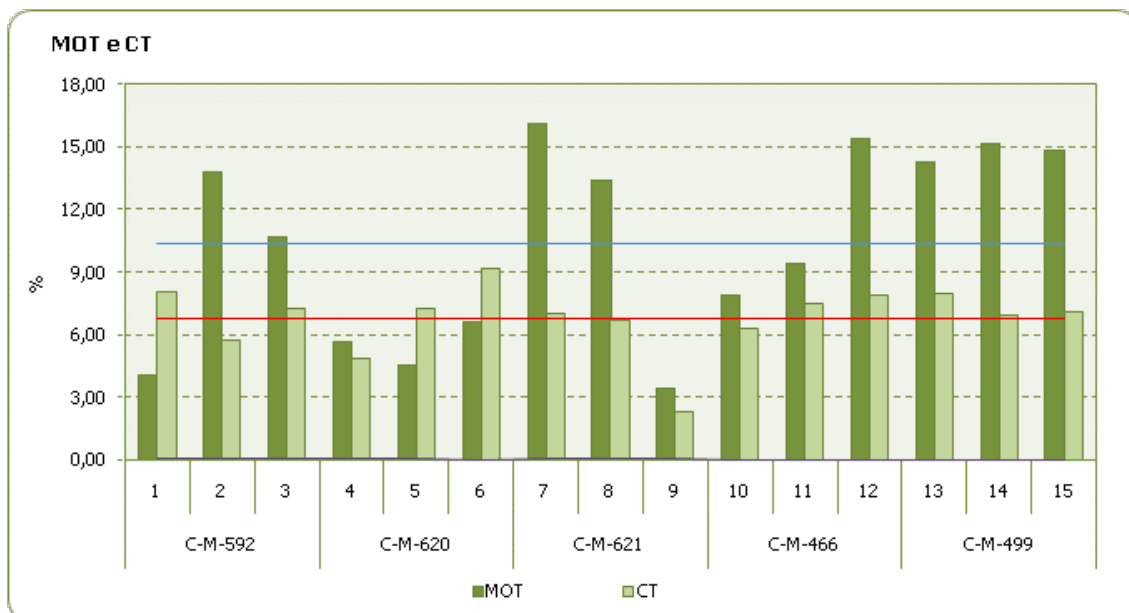
A matéria orgânica presente no sedimento é composta por uma mistura de diferentes classes de materiais, que possuem uma vida média no sedimento, que pode variar de segundos a milhares de anos. Desta maneira, o tempo de residência destas diferentes frações que compõem a matéria orgânica no sedimento é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

O percentual de matéria orgânica total (MOT) no sedimento variou de 3,44 a 16,12%, enquanto que o carbono total (CT) variou de 2,33 a 9,15% (Tabela IV.2.2.3-I, Figura IV.2.2.3-1). Para o nitrogênio Kjeldahl os valores observados entre as estações variaram de 0,069 a 0,168%, e para o fósforo variaram de 0,023 a 0,066% (Tabela IV.2.2.3-I, Figura IV.2.2.3-2).

**TABELA IV.2.2.3-I**

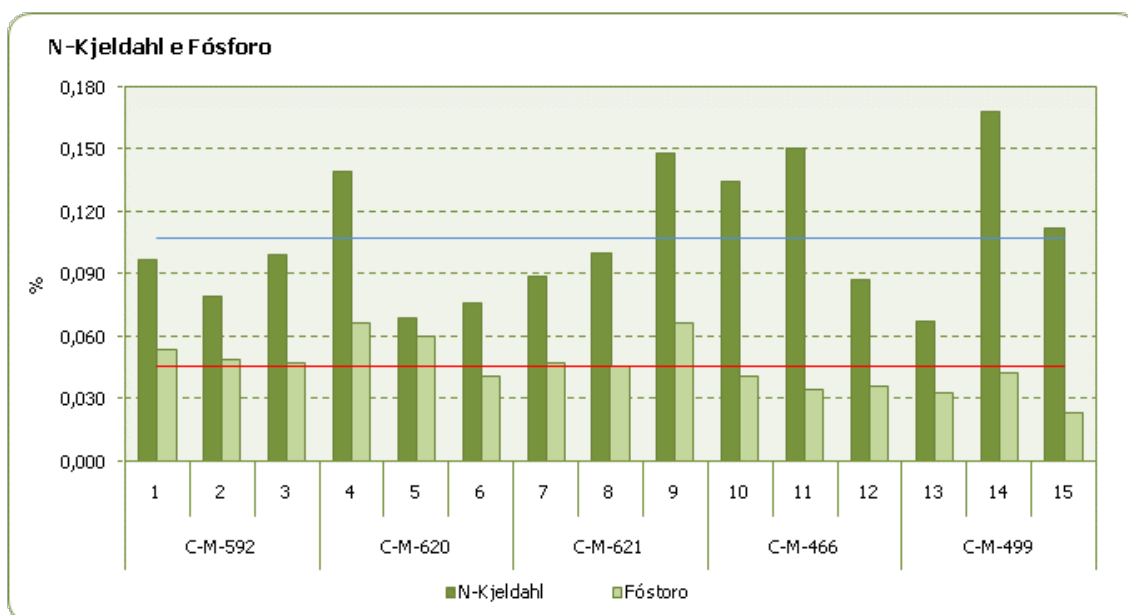
Percentuais de matéria orgânica total (MOT), carbono total (CT), nitrogênio Kjeldahl (N-Kjeldahl) e fósforo total (PT) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Matéria orgânica total, carbono total, nitrogênio e fósforo |          |         |        |            |        |
|---|----------|---------|--------|------------|--------|
| Blocos  | Estações | MOT (%) | CT (%) | N-Kjeldahl | PT (%) |
| C-M-592   | 1        | 4,07    | 8,08   | 0,097      | 0,054  |
|   | 2        | 13,74   | 5,74   | 0,079      | 0,049  |
|   | 3        | 10,64   | 7,25   | 0,099      | 0,047  |
| C-M-620   | 4        | 5,69    | 4,89   | 0,139      | 0,066  |
|   | 5        | 4,55    | 7,22   | 0,069      | 0,060  |
|   | 6        | 6,63    | 9,15   | 0,076      | 0,041  |
| C-M-621   | 7        | 16,12   | 6,98   | 0,089      | 0,047  |
|   | 8        | 13,39   | 6,71   | 0,100      | 0,046  |
|   | 9        | 3,44    | 2,33   | 0,148      | 0,066  |
| C-M-466   | 10       | 7,85    | 6,30   | 0,134      | 0,041  |
|   | 11       | 9,38    | 7,46   | 0,150      | 0,034  |
|   | 12       | 15,41   | 7,88   | 0,087      | 0,036  |
| C-M-499   | 13       | 14,29   | 7,97   | 0,067      | 0,033  |
|   | 14       | 15,10   | 6,92   | 0,168      | 0,042  |
|   | 15       | 14,85   | 7,10   | 0,112      | 0,023  |
| Média   |          | 10,34   | 6,80   | 0,108      | 0,046  |
| Desvio padrão   |          | 4,64    | 1,60   | 0,032      | 0,012  |



**FIGURA IV.2.2.3-1**

Matéria orgânica total e carbono total (%) no sedimento coletado nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha azul representa a média de MOT e a linha vermelha corresponde a média de CT.



**FIGURA IV.2.2.3-2**

Nitrogênio Kjeldahl e fósforo e carbono total (%) no sedimento coletado nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha azul representa a média de N-Kjeldahl e a linha vermelha corresponde a média de fósforo.

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

#### IV.2.2.4. Sulfetos

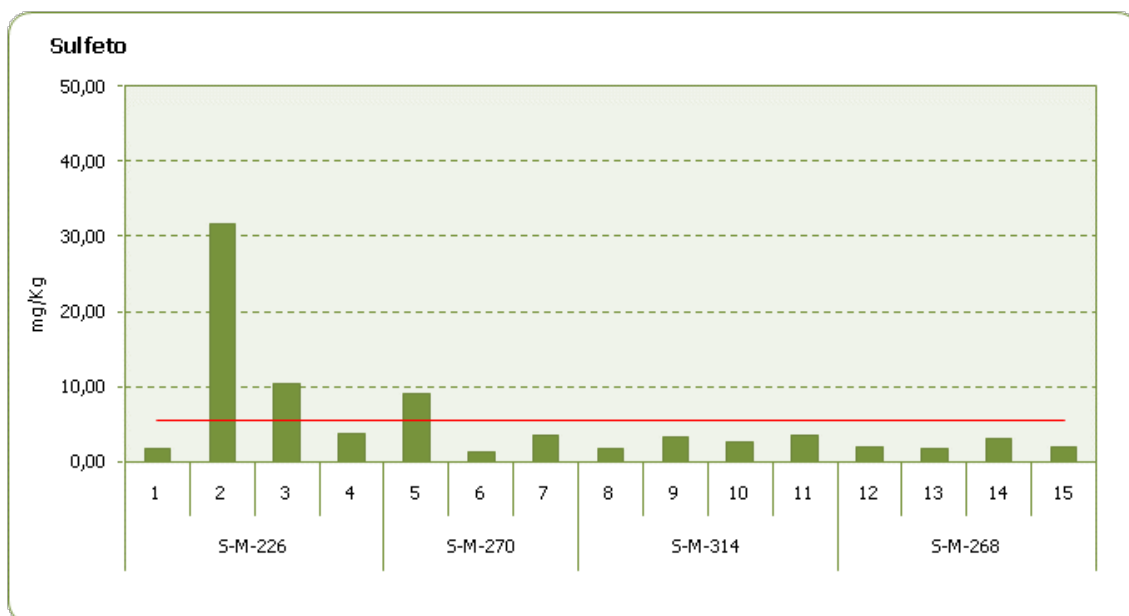
Nesta campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, as concentrações de sulfeto variaram de 1,28mg/Kg na estação 6 a 31,6mg/Kg na estação 2 (Tabela IV.2.2.4-I, Figura IV.2.2.4-1).

**TABELA IV.2.2.4-I**

Concentração de sulfetos (mg/Kg) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Sulfetos |          |                |
|----------|----------|----------------|
| Blocos   | Estações | Sulfeto (mg/L) |
| C-M-592  | 1        | 1,79           |
|          | 2        | 31,6           |
|          | 3        | 10,3           |
| C-M-620  | 4        | 3,87           |
|          | 5        | 9,18           |
|          | 6        | 1,28           |

| Sulfetos      |          |                |
|---------------|----------|----------------|
| Blocos        | Estações | Sulfeto (mg/L) |
| C-M-621       | 7        | 3,44           |
|               | 8        | 1,77           |
|               | 9        | 3,23           |
| C-M-466       | 10       | 2,57           |
|               | 11       | 3,45           |
|               | 12       | 2,10           |
| C-M-499       | 13       | 1,87           |
|               | 14       | 3,18           |
|               | 15       | 1,91           |
| Média         |          | 5,44           |
| Desvio padrão |          | 7,70           |



**FIGURA IV.2.2.4-1**

Concentração de sulfetos (mg/Kg) nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A linha vermelha corresponde a média observada entre as estações.

#### IV.2.2.5. Sulfetos Vóláteis em Ácido (SVA) e Metais Simultaneamente Extraídos (MSE)

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 Vóláteis 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 quanto maior a disponibilidade de sítios de sulfeto para o armadilhamento dos metais, menor sua toxicidade (Di Toro *et al.*, 1992). Logo, quanto maior for a presença de complexos sulfeto-metálicos, menos disponíveis estarão os metais e por conseqüência, menor será a 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 pKps 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).

Segundo Di Toro *et al.* (1992), a razão molar MSE/SVA pode auxiliar na avaliação da biodisponibilidade destes metais no sedimento. Para valores desta razão inferiores a 1, o sedimento não apresenta toxicidade aguda. Estudos mostram que a mortalidade de espécies aumenta com a razão molar na faixa entre 1,5 e 2,5 (Casas e Creselius, 1994).

A Tabela IV.2.2.5-I apresenta os teores de metais simultaneamente extraídos, dos 12 metais analisados nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Neste estudo como não foram detectados valores para sulfetos vóláteis em ácido (SVA), essa razão foi zero, assim a toxicidade seria zero segundo a razão molar MSE/SVA. Os metais Cd, Pb, Cu, Hg e Ni não foram detectados e os outros metais apresentaram concentrações normais.

A metodologia utilizada não é a mais apropriada para ambientes oceânicos uma vez que as concentrações de sulfetos nestes sedimentos são normalmente muito baixas, muitas vezes não sendo detectadas nas análises. Isto inviabiliza a obtenção de valores de SVA por sua estreita relação os sulfetos.

**TABELA IV.2.2.5-I**

Teores de Metais Simultaneamente Extraídos (mg/kg) das amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Metais Simultaneamente Extraídos (SEM) |          |         |       |        |        |        |        |         |        |        |        |        |        |
|--|----------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Blocos                                 | Estações | Al      | Br    | Cd     | Pb     | Cu     | Cr     | Fe      | Mg     | Hg     | Ni     | V      | Zn     |
| C-M-592                                | 1        | 16,90   | 1,90  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | <0,424 | <0,804  | 68,94  | <0,063 | <0,357 | <0,384 | 2,134  |
|  | 2        | 1222,77 | 6,12  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | 5,55   | 3187,95 | 106,34 | <0,063 | <0,357 | 9,12   | 10,643 |
|  | 3        | 23,80   | 2,69  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | 3,76   | <0,804  | 97,40  | <0,063 | <0,357 | <0,384 | 2,102  |
| C-M-620                                | 4        | 946,12  | 3,66  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | 5,62   | 2000,79 | 63,59  | <0,063 | <0,357 | 4,84   | 9,691  |
|  | 5        | 61,31   | 2,84  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | <0,424 | 60,34   | 117,31 | <0,063 | <0,357 | <0,384 | 4,685  |
|  | 6        | 114,34  | 1,48  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | <0,424 | 181,25  | 65,04  | <0,063 | <0,357 | <0,384 | 2,011  |
| C-M-621                                | 7        | 47,09   | 8,58  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | <0,424 | 5,13    | 120,56 | <0,063 | <0,357 | <0,384 | 5,753  |
|  | 8        | 15,97   | 2,87  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | <0,424 | 1,24    | 107,90 | <0,063 | <0,357 | <0,384 | 1,469  |
|  | 9        | 1579,09 | 12,64 | <0,366 | <0,313 | <0,513 | 9,08   | 4048,77 | 81,15  | <0,063 | <0,357 | 5,99   | 17,254 |
| C-M-466                                | 10       | 1197,35 | 6,15  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | 5,41   | 2122,86 | 75,68  | <0,063 | <0,357 | 5,98   | 10,629 |
|  | 11       | 921,85  | 5,07  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | 4,14   | 1444,70 | 78,79  | <0,063 | <0,357 | 4,27   | 8,446  |
|  | 12       | 981,34  | 5,95  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | 5,32   | 2220,92 | 189,02 | <0,063 | <0,357 | 7,09   | 10,391 |
| C-M-499                                | 13       | 172,19  | 3,07  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | <0,424 | 39,05   | 60,54  | <0,063 | <0,357 | <0,384 | 3,435  |
|  | 14       | 850,75  | 6,20  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | 3,72   | 919,73  | 45,65  | <0,063 | <0,357 | 5,05   | 7,337  |
|  | 15       | 77,01   | 3,74  | <0,366 | <0,313 | <0,513 | <0,424 | 3,28    | 69,06  | <0,063 | <0,357 | <0,384 | 1,936  |
| Média                                  |          | 548,52  | 4,86  | -      | -      | -      | 5,32   | 1248,92 | 89,80  | -      | -      | 6,05   | 6,528  |
| Desvio padrão                          |          | 560,40  | 2,92  | -      | -      | -      | 1,72   | 1375,12 | 35,43  | -      | -      | 1,64   | 4,610  |

#### IV.2.2.6. Metais Totais

A análise química da composição mineral contida nos sedimentos marinhos permitira futuras comparações amparando o acompanhamento de possíveis alterações no ambiente, 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.

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 (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 Tabela IV.2.2.6-I apresenta os teores totais dos 12 metais analisados nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. A forma gráfica das concentrações de metais observados são apresentados na Figura IV.2.2.6-1.

Cádmio, Chumbo e Mercúrio não foram detectados em nenhuma das amostras de sedimento analisadas. De uma maneira geral, para os demais metais analisados, foi constatada uma homogeneidade dos resultados encontrados para cada estação.

**TABELA IV.2.2.6-I**

Teores de metais totais (mg/kg) das amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Metais totais |          |         |       |       |       |      |       |         |        |       |       |       |       |
|---------------|----------|---------|-------|-------|-------|------|-------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Blocos        | Estações | Al      | Br    | Cd    | Pb    | Cu   | Cr    | Fe      | Mg     | Hg    | Ni    | V     | Zn    |
| C-M-592       | 1        | 11378,8 | 31,75 | <1,46 | <1,25 | 2,05 | 34,94 | 27186,6 | 273,68 | 0,253 | 6,21  | 50,29 | 25,35 |
|               | 2        | 9535,7  | 27,32 | <1,46 | <1,25 | 2,05 | 18,86 | 16850,0 | 141,52 | 0,253 | 7,21  | 29,55 | 23,32 |
|               | 3        | 5526,8  | 19,16 | <1,46 | <1,25 | 2,05 | 17,28 | 13609,3 | 136,08 | 0,253 | 3,68  | 25,70 | 14,98 |
| C-M-620       | 4        | 8697,3  | 30,25 | <1,46 | <1,25 | 2,12 | 20,03 | 13600,6 | 101,19 | 0,253 | 5,50  | 20,21 | 24,04 |
|               | 5        | 9549,0  | 29,06 | <1,46 | <1,25 | 2,05 | 40,56 | 23797,2 | 214,65 | 0,253 | 8,88  | 49,06 | 44,79 |
|               | 6        | 1119,3  | 6,18  | <1,46 | <1,25 | 2,05 | 13,11 | 9512,7  | 114,70 | 0,253 | <1,11 | 18,77 | 10,44 |
| C-M-621       | 7        | 10351,4 | 36,45 | <1,46 | <1,25 | 2,05 | 29,46 | 21305,0 | 566,41 | 0,253 | 12,16 | 47,68 | 39,42 |
|               | 8        | 13719,1 | 44,50 | <1,46 | <1,25 | 2,38 | 26,82 | 27633,6 | 439,39 | 0,253 | 15,08 | 51,21 | 31,10 |
|               | 9        | 8977,2  | 28,07 | <1,46 | <1,25 | 2,37 | 17,68 | 12562,4 | 136,13 | 0,253 | 5,87  | 16,41 | 28,84 |
| C-M-466       | 10       | 17140,4 | 43,00 | <1,46 | <1,25 | 3,49 | 19,98 | 14866,4 | 105,86 | 0,253 | 7,71  | 23,58 | 27,55 |
|               | 11       | 12815,4 | 56,84 | <1,46 | <1,25 | 4,02 | 19,43 | 13983,5 | 125,06 | 0,253 | 7,09  | 20,95 | 32,30 |
|               | 12       | 10317,7 | 30,40 | <1,46 | <1,25 | 2,57 | 17,12 | 12706,6 | 71,60  | 0,253 | 5,97  | 19,93 | 30,92 |
| C-M-499       | 13       | 7542,5  | 27,38 | <1,46 | <1,25 | 2,11 | 12,19 | 9096,9  | 102,99 | 0,253 | 4,56  | 14,73 | 22,23 |
|               | 14       | 11824,4 | 36,82 | <1,46 | <1,25 | 2,88 | 17,46 | 10981,6 | 67,46  | 0,253 | 6,77  | 18,21 | 25,32 |
|               | 15       | 11061,2 | 60,70 | <1,46 | <1,25 | 3,71 | 15,80 | 10031,5 | 120,94 | 0,253 | 5,87  | 15,84 | 31,98 |
| Média         |          | 9970,4  | 33,86 | -     | -     | 2,85 | 21,38 | 15848,3 | 181,18 | -     | 7,33  | 28,14 | 27,51 |
| Desvio padrão |          | 3658,5  | 13,66 | -     | -     | 0,72 | 8,06  | 6209,6  | 142,61 | -     | 3,01  | 13,91 | 8,56  |



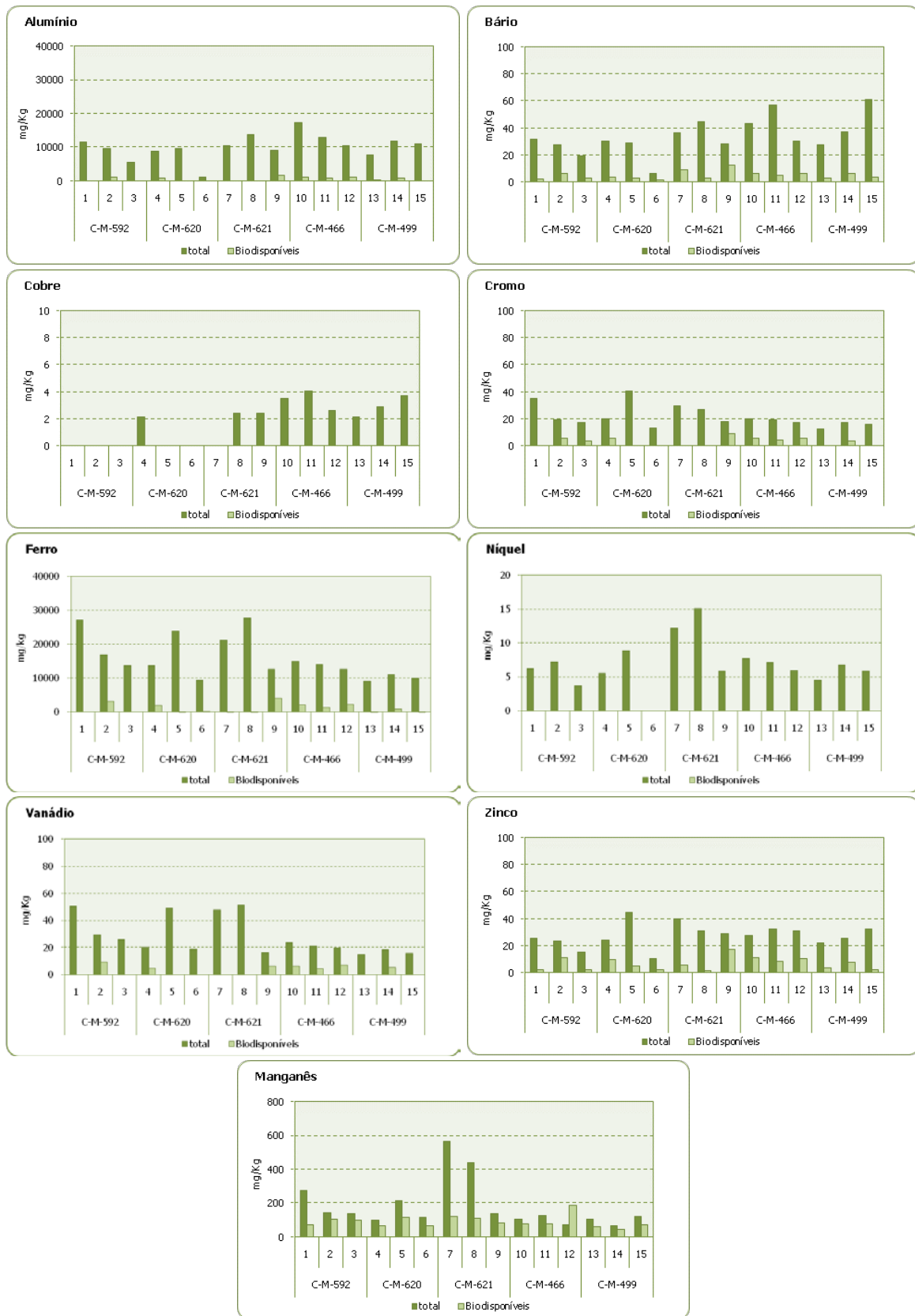


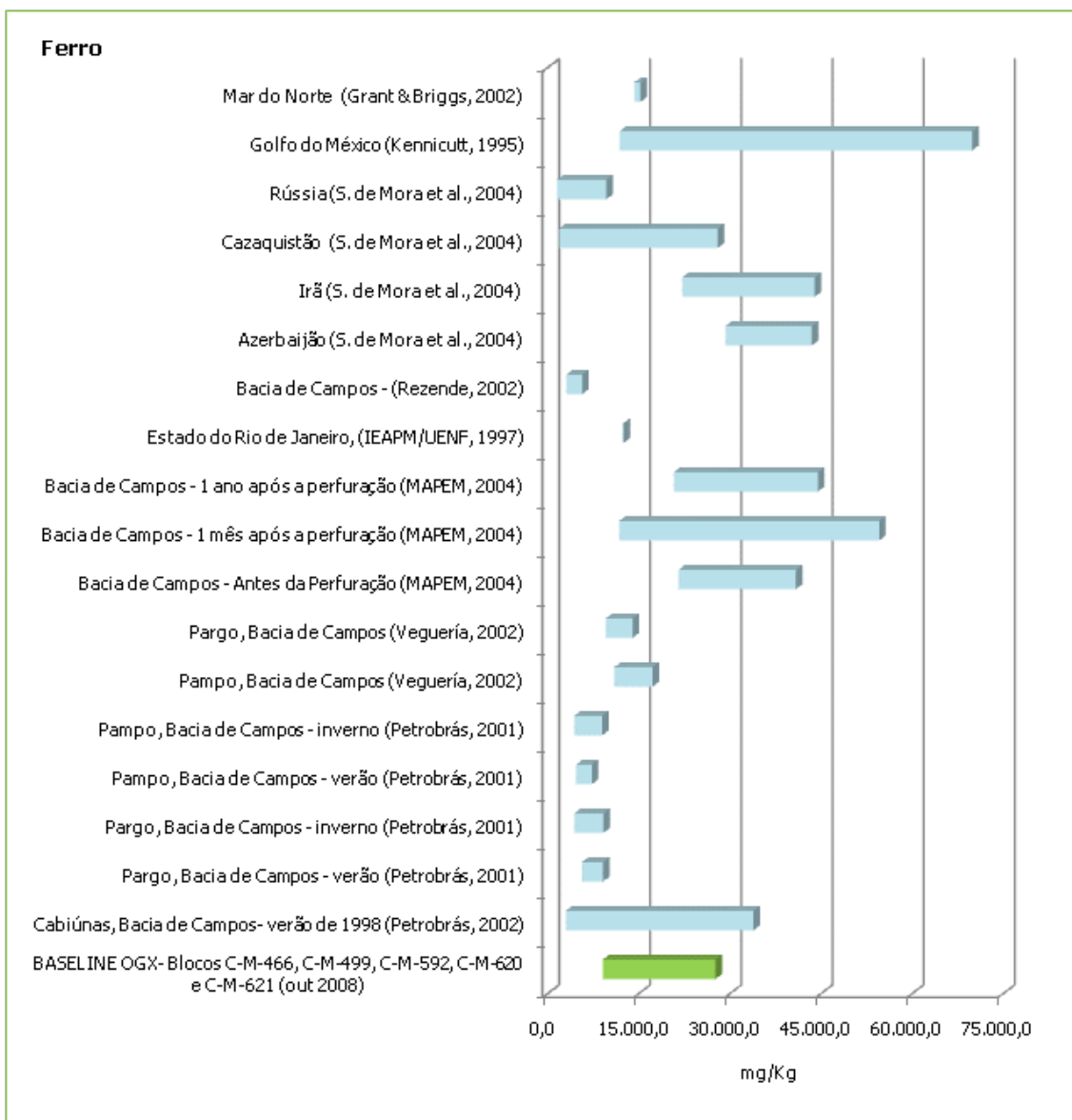
FIGURA IV.2.3.1-1

Distribuição dos teores de metais (mg/kg=ppm) das amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

O ferro geralmente é encontrado em grandes concentrações no sedimento, o que não surpreende uma vez que está associado a vários tipos de sedimento. Ademais, comparando as concentrações de ferro obtidas em outros estudos realizados na costa brasileira (Bacia de Campos - IEAPM/UENF, 1997; Petrobras, 2001; 2002; Vaguería, 2002; Rezende, 2002; MAPEM, 2004), e estrangeira (Hennicutt, 1995; Grant & Briggs, 2002; Moreal *et al.* 2004), nos mais variados tipos de ambiente (costeiros, offshore, estuário, baías, etc...), fica evidente que as concentrações observadas refletem um nível de *background* da área sem apresentar variações anômalas (Figura IV.2.3.1-2). O mesmo pode ser considerado para o alumínio (Figura IV.2.3.1-3), o vanádio (Figura IV.2.3.1-4) e o bário (Figura IV.2.3.1-5).

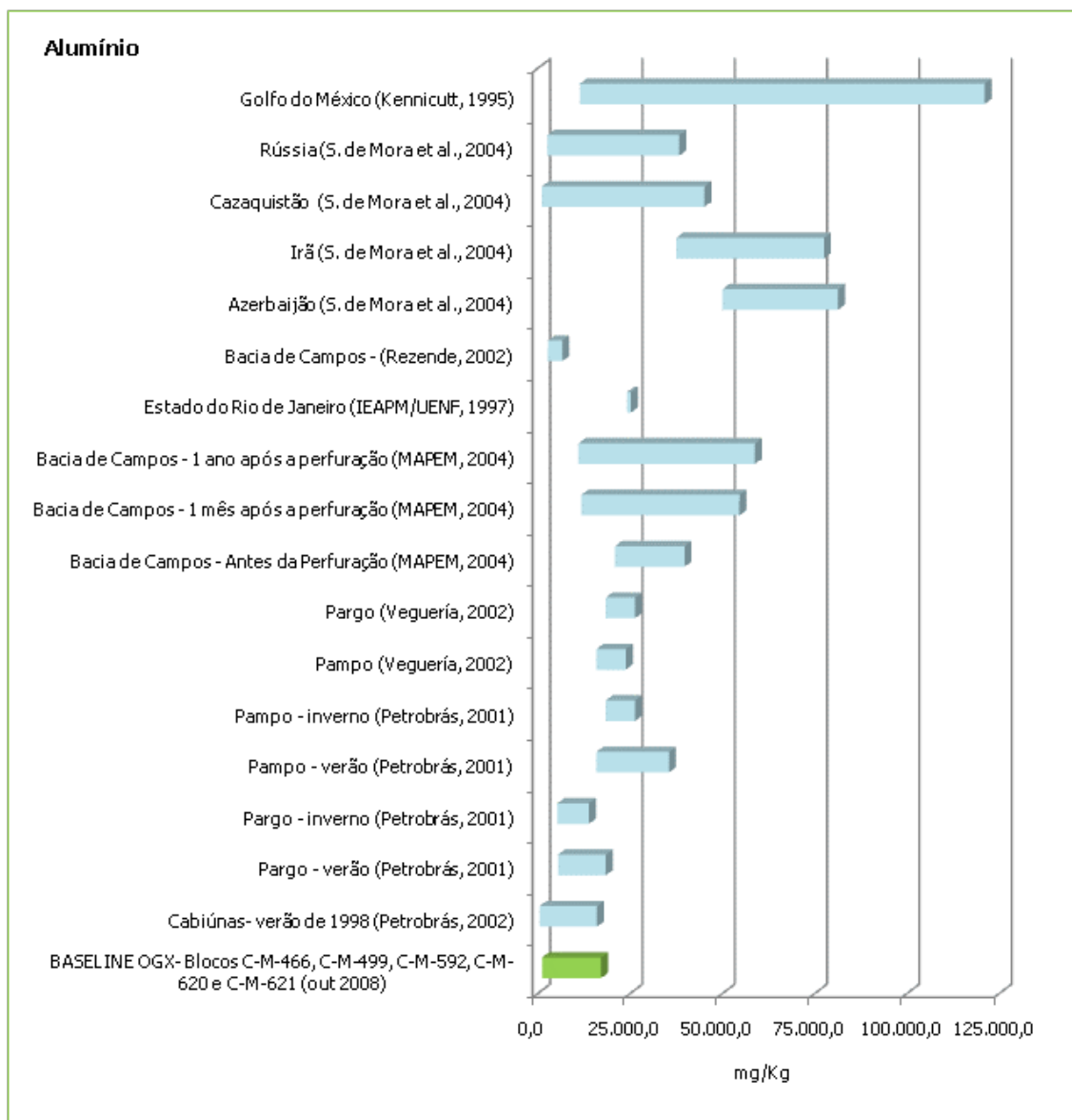
O níquel e o cromo, chegaram a apresentar concentrações superiores as do limite estabelecido como TEL (*Threshold Effect Level* - limite abaixo do qual os efeitos tóxicos irão ocorrer raramente), para o sedimento marinho pela NOAA (*National Oceanic and Atmosphere Administration*; NOAA, 1999) sendo respectivamente 15,9 e 52,3mg/Kg. Entretanto, as concentrações observadas para estes dois metais foram equivalentes ou inferiores as registradas anteriormente para a própria Bacia de Campos e para outras áreas do mundo (Hennicutt, 1995; IEAPM/UENF, 1997; Petrobras, 2001; 2002; Vaguería, 2002; Rezende, 2002; Grant & Briggs, 2002; MAPEM, 2004; Moreal *et al.* 2004), podendo ser considerados usuais para a área de estudo ( Figuras IV.2.3.1-6 e IV.2.3.1-7).

Para o cobre e o zinco as concentrações observadas no presente *baseline*, foram inferiores as do limite estabelecido como TEL (*Threshold Effect Level*), para o sedimento marinho, pela NOAA (*National Oceanic and Atmosphere Administration*; NOAA, 1999) sendo respectivamente de 18,7 e 124,0mg/Kg para o cobre e o zinco. Da mesma maneira, as concentrações observadas no sedimento para estes dois metais foram equivalentes as anteriormente observadas para a Bacia de Campos e para outras partes do mundo (Hennicutt, 1995; IEAPM/UENF, 1997; Petrobras, 2001; 2002; Vaguería, 2002; Rezende, 2002; Grant & Briggs, 2002; MAPEM, 2004; Moreal *et al.* 2004), ( Figuras IV.2.3.1-8 e IV.2.3.1-9)



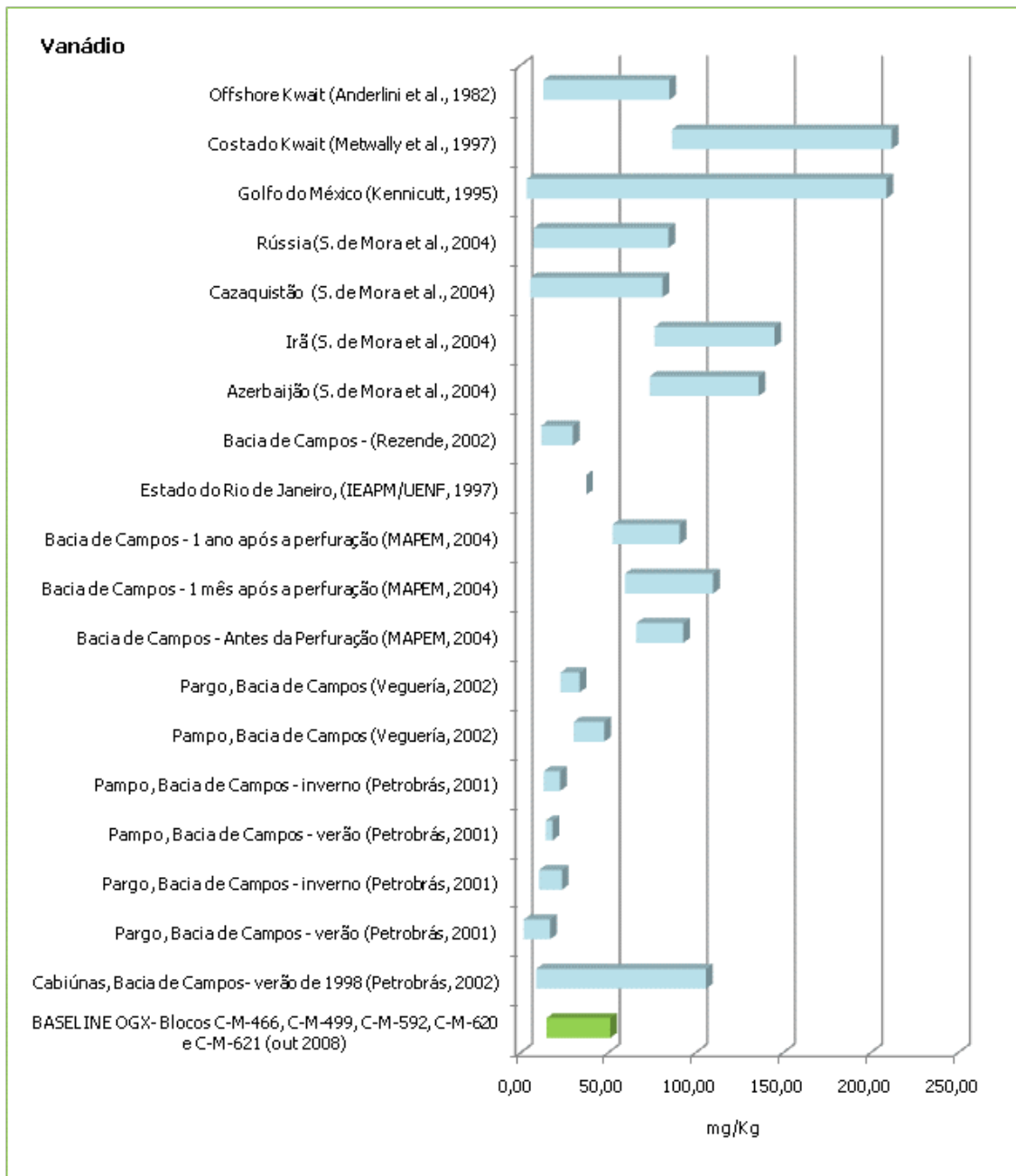
**Figura IV.2.3.1-2**

Comparação dos teores de ferro (ppm=mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos (barra verde), com dados disponíveis na literatura (barras em azul).



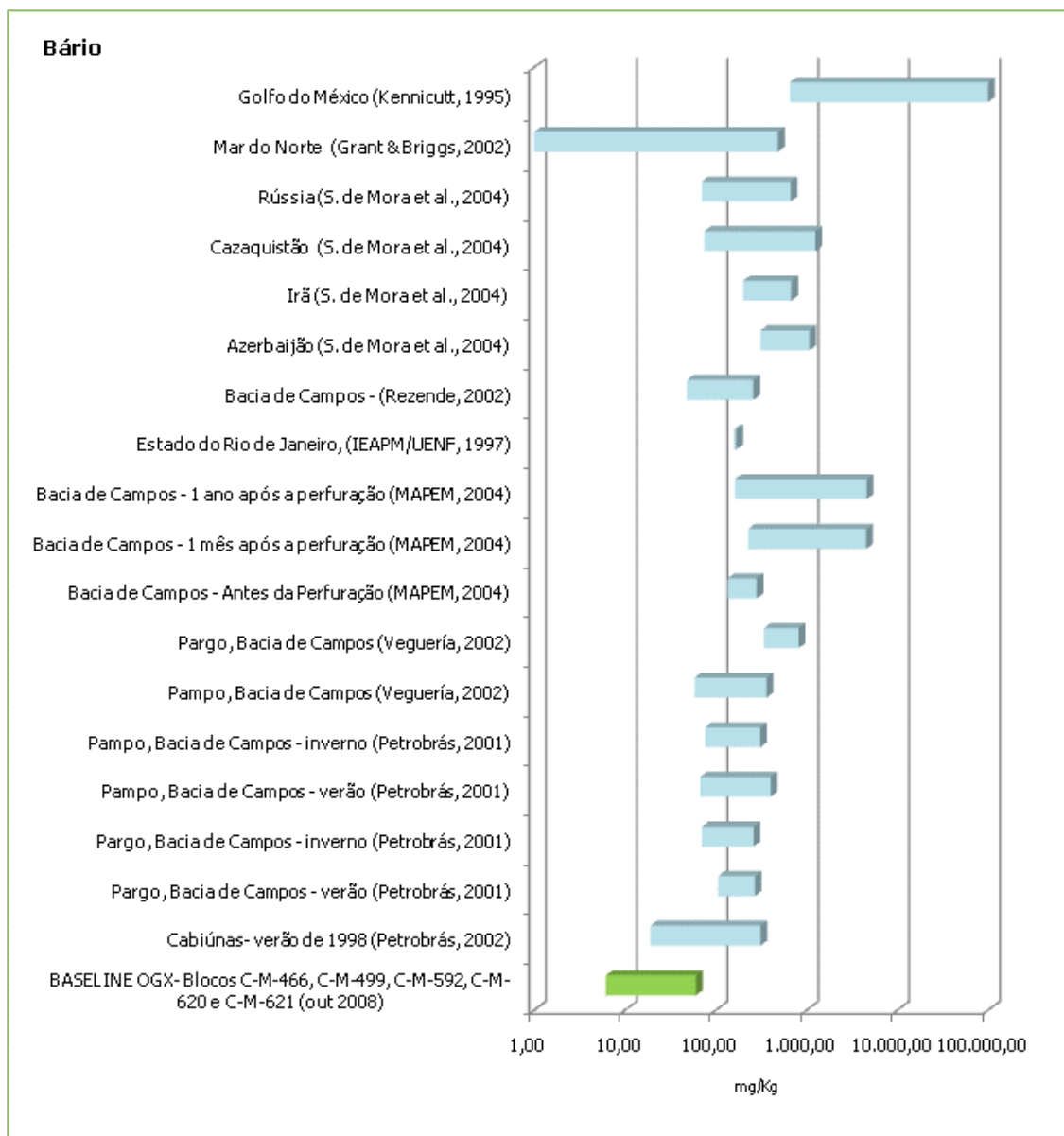
**Figura IV.2.3.1-3**

Comparação dos teores de alumínio (ppm=mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos (barra verde), com dados disponíveis na literatura (barras em azul).



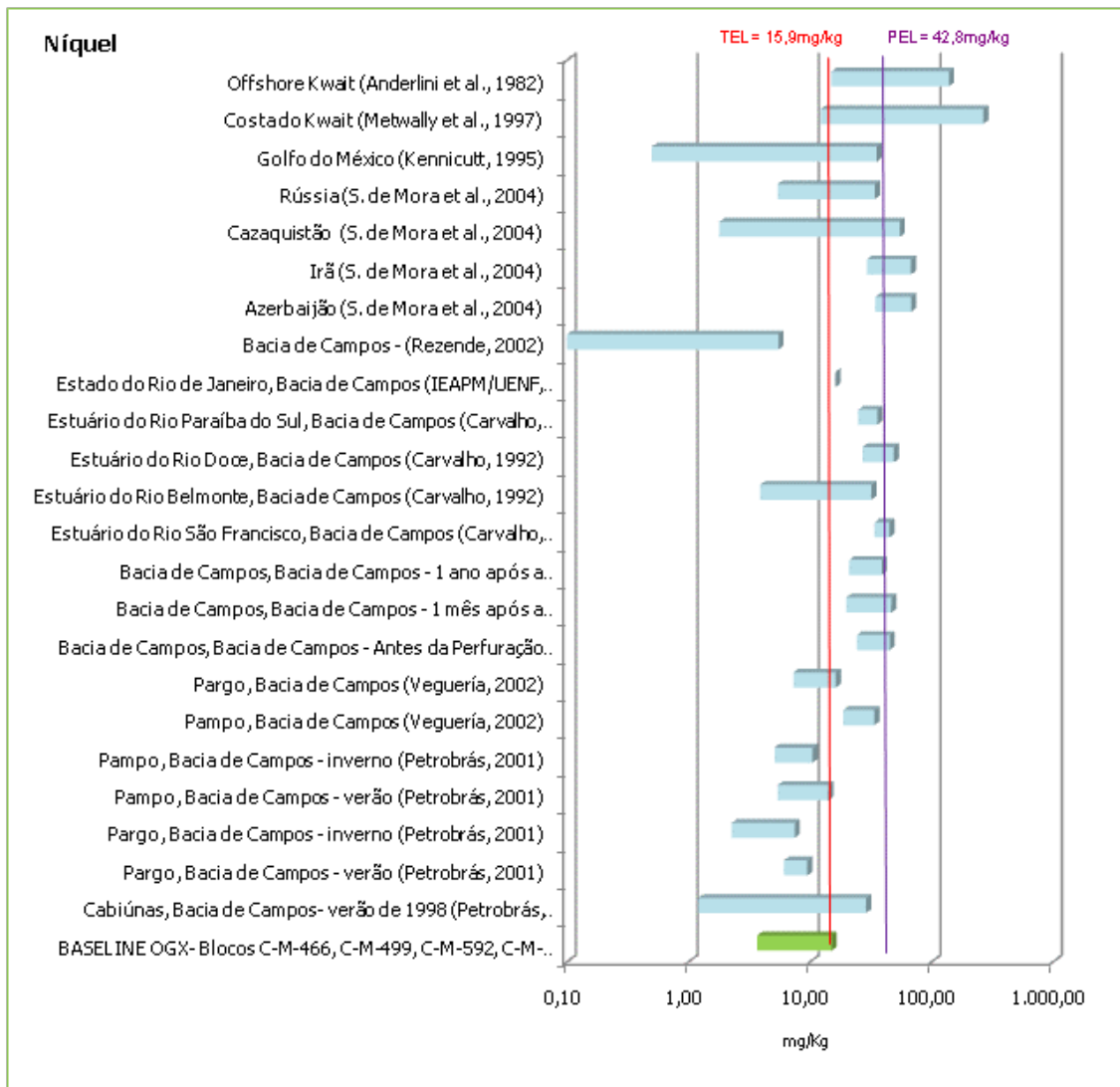
**Figura IV.2.3.1-4**

Comparação dos teores de vanádio (ppm=mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos (barra verde), com dados disponíveis na literatura (barras em azul).



**Figura IV.2.3.1-5**

Comparação dos teores de Bário (ppm=mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos (barra verde), com dados disponíveis na literatura (barras em azul).



**Figura IV.2.3.1-6**

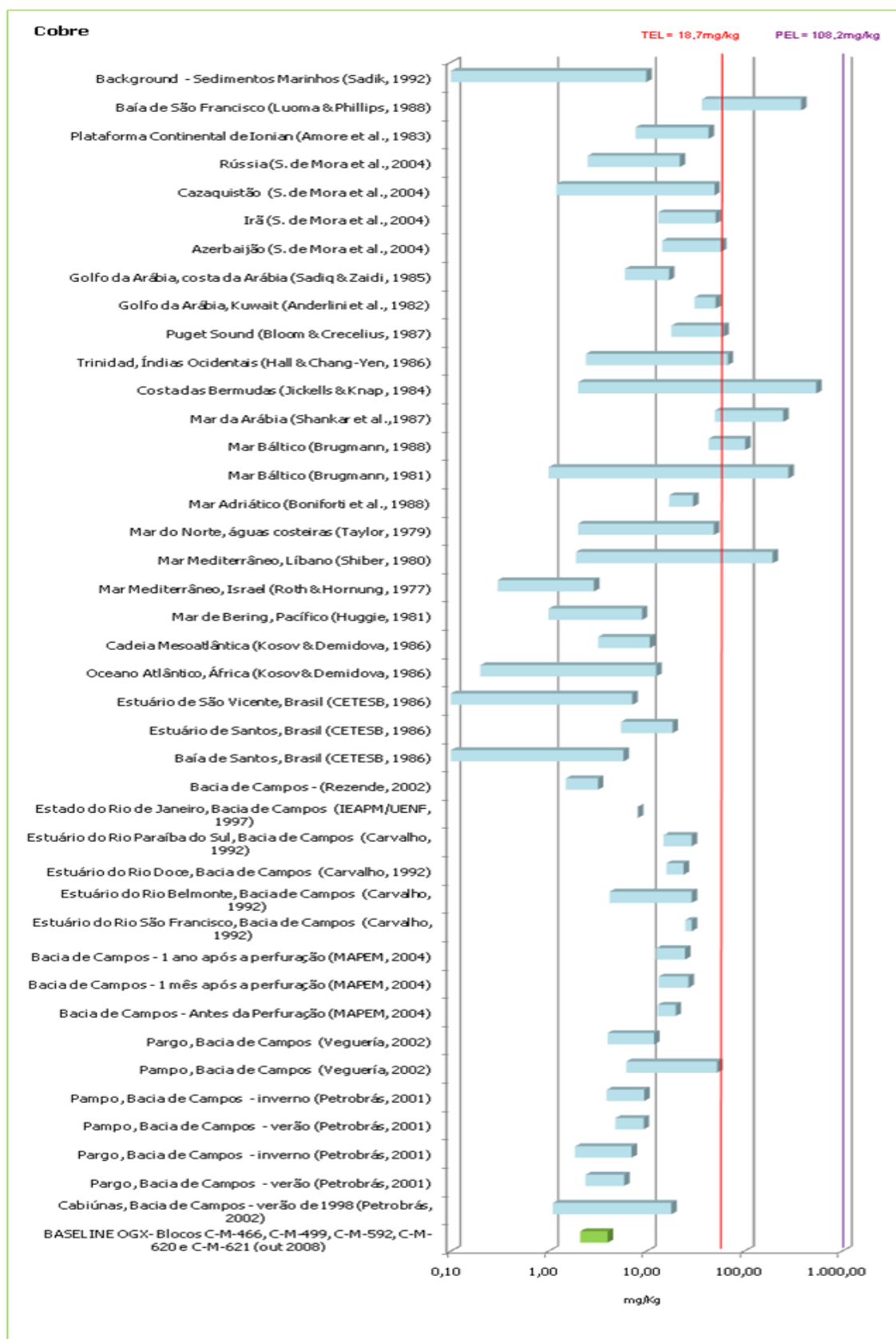
Comparação dos teores de níquel (ppm=mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos (barra verde), com dados disponíveis na literatura (barras em azul). Os valores aproximados de TEL (*threshold effect level*) e PEL (*probable effect level*) estabelecidos pela NOAA (1999), são apresentados em vermelho e roxo, respectivamente.



**Figura IV.2.3.1-7**

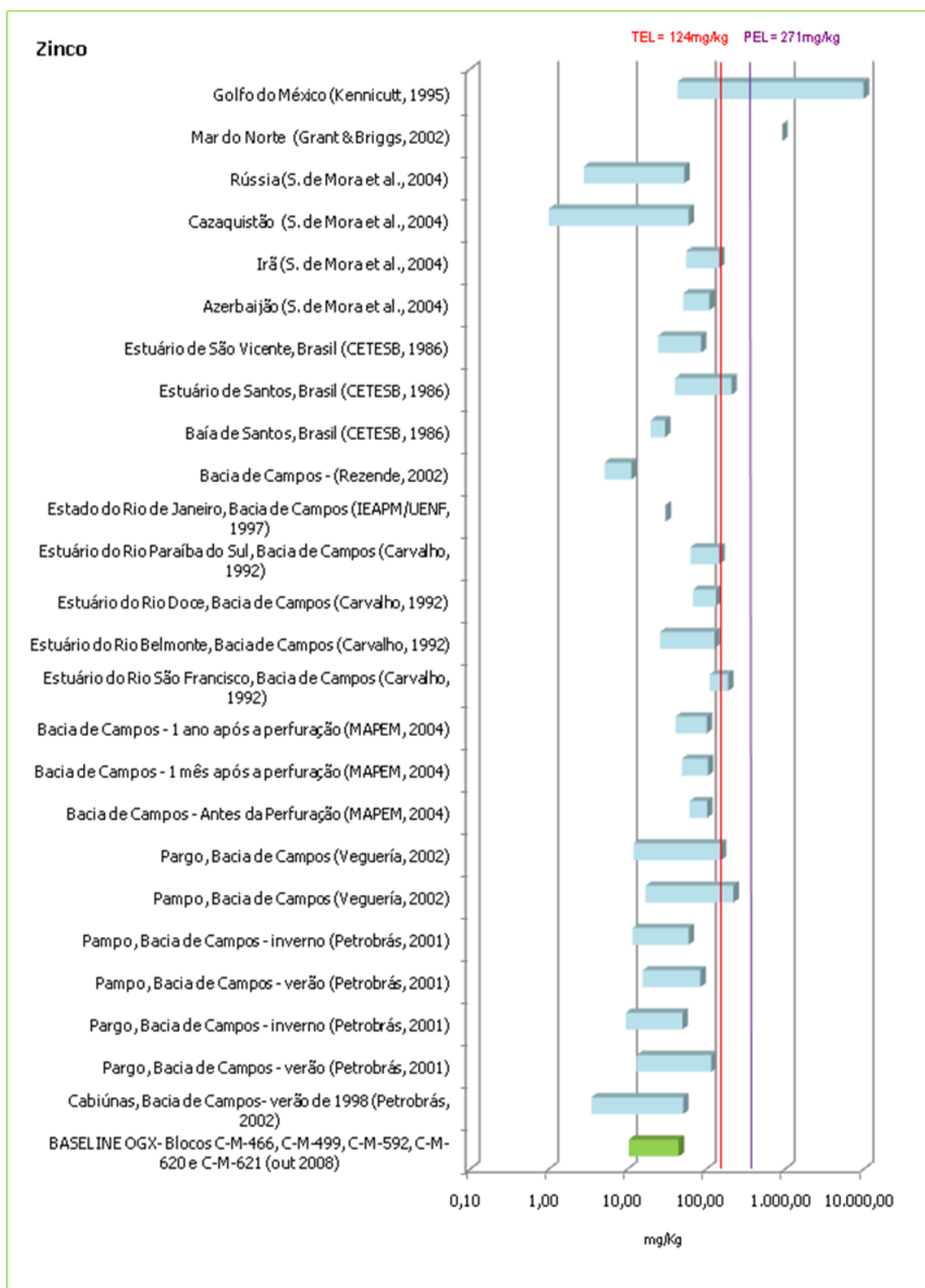
Comparação dos teores de cromo (ppm=mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos (barra verde), com dados disponíveis na literatura (barras em azul). Os valores aproximados de TEL (*threshold effect level*) e PEL (*probable effect level*) estabelecidos pela NOAA (1999), são apresentados em vermelho e roxo, respectivamente.





**Figura IV.2.3.1-8**

Comparação dos teores de cobre (ppm=mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos (barra verde), com dados disponíveis na literatura (barras em azul). Os valores aproximados de TEL (*threshold effect level*) e PEL (*probable effect level*) estabelecidos pela NOAA (1999), são apresentados em vermelho e roxo, respectivamente.



**Figura IV.2.3.1-9**

Comparação dos teores de zinco (ppm=mg/kg) nas amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos (barra verde), com dados disponíveis na literatura (barras em azul). Os valores aproximados de TEL (*threshold effect level*) e PEL (*probable effect level*) estabelecidos pela NOAA (1999), são apresentados em vermelho e roxo, respectivamente.

#### IV.2.2.7. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP)

A comparação dos teores de HTP (hidrocarbonetos totais de petróleo), observados nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, com dados publicados para outras regiões da costa brasileira não é trivial porque, em geral, os trabalhos publicados reportam apenas os teores de n-alcenos nos sedimentos (p. ex., Nishigima *et al.*, 2001 e PETROBRAS 2001 e 2002). Ou seja, medem apenas uma fração do total de hidrocarbonetos através da quantificação dos n-alcenos, embora alguns autores reportem também as concentrações da mistura complexa não resolvida (MCNR). A medida correta de HTP deve considerar a contribuição de todos os hidrocarbonetos presentes no sedimento, sejam eles alifáticos (incluindo os n-alcenos) ou aromáticos. Portanto, estudos de avaliação ambiental, que utilizam exclusivamente os teores de n-alcenos como parâmetro, não medem adequadamente os impactos de hidrocarbonetos, já que esses compostos representam apenas uma pequena fração de todos os hidrocarbonetos presentes nos sedimentos, e, além disso, são rapidamente biodegradados no meio ambiente, o que diminui o potencial de utilização desse parâmetro como ferramenta de estudos de monitoramento e de avaliação de impacto ambiental.

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

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

Os valores de HTP observados no sedimento na campanha de *baseline* nos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621 variaram de não detectado a 19.536,60ppb (Tabela V.2.2.7-1), n-alcenos não foi detectado em nenhuma estação e MCNR variou de não detectado a 14.390,10ppb. A Figura V.2.2.7-1 apresenta as variações das concentrações de n-alcenos, MCNR (mistura complexa não resolvida) e HTP (hidrocarbonetos totais de petróleo) nas estações 1 e 2, onde foram detectadas concentrações de MCNR e TPH.

**TABELA V.2.2.7-I**

Concentrações de n-alcenos ( $\mu\text{g}/\text{kg}=\text{ppb}$ ), MCNR (mistura complexa não resolvida;  $\mu\text{g}/\text{kg}=\text{ppb}$ ), Hidrocarbonetos Totais-HTP ( $\mu\text{g}/\text{kg}=\text{ppb}$ ) coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. (ND-não detectado).

| HTP – SEDIMENTO |          |                 |            |           |
|-----------------|----------|-----------------|------------|-----------|
| Blocos          | Estações | N-ALCANOS (ppb) | MCNR (ppb) | HTP (ppb) |
| C-M-592         | 1        | <125,6          | 14.390,1   | 19.536,6  |
|                 | 2        | <125,6          | 12.004,9   | 18.138,7  |
|                 | 3        | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
| C-M-620         | 4        | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
|                 | 5        | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
|                 | 6        | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
| C-M-621         | 7        | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
|                 | 8        | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
|                 | 9        | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
| C-M-466         | 10       | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
|                 | 11       | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
|                 | 12       | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
| C-M-499         | 13       | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
|                 | 14       | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |
|                 | 15       | <125,6          | <125,6     | <4.177,8  |

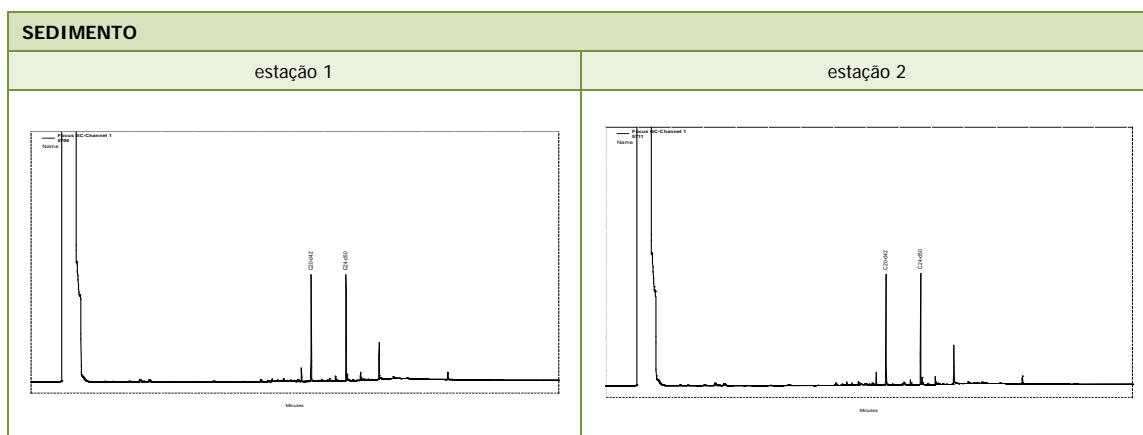
Deve-se notar que, nas quinze estações amostradas, tanto quanto a MCNR ou HTP, foram detectados em apenas duas estações (estação 1 e 2) e n-alceno em nenhuma estação.

Como, não foram detectados n-alcenos nas amostras analisadas, pode-se supor que não houve um acréscimo recente ao sedimento de hidrocarbonetos de origem antrópica e que, no local, existem apenas concentrações de hidrocarbonetos mais complexas e antigas, como atestam as concentrações de MCNR encontradas, que não podem ser decompostas e assimiladas com rapidez e eficiência pelas bactérias.

Os hidrocarbonetos lineares (n-alcenos) 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-C<sub>15</sub>, n-C<sub>17</sub>, n-C<sub>19</sub> e pristano, enquanto os de origem de plantas terrestres apresentam predominantemente n-C<sub>25</sub>, n-C<sub>27</sub>, n-C<sub>29</sub> e n-C<sub>31</sub>. Já no petróleo não há preferência de n-alcenos 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-alcenos, 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-alcenos permite avaliar, por exemplo, o grau de intemperização de hidrocarbonetos.

A Figura V.2.2.7-1 apresenta os perfis cromatográficos das duas amostras em que foram detectadas, neste *Baseline*, concentrações de HTP, que refletem as diferentes origens dos hidrocarbonetos. Resumidamente, com base nas análises de HTP *fingerprinting*, há amostras com baixo teor de MCNR e de n-alcenos não detectado, que resultam da totalização dos hidrocarbonetos do background local (alto MCNR).

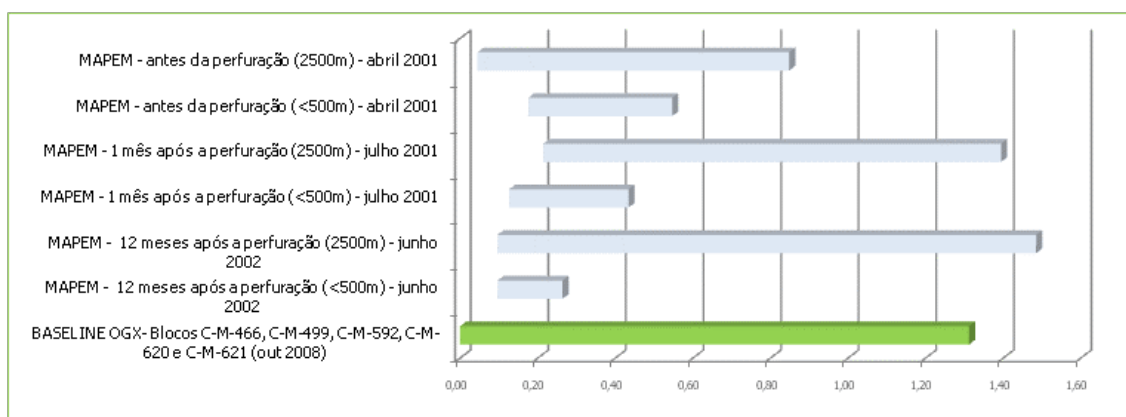


**FIGURA V.2.2.7-1**

Perfil cromatográfico das análises de HTP das amostras de sedimento coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. (HCs = hidrocarbonetos)

Não existem limites estabelecidos pelas agências internacionais para os índices de HTP, n-alcenos 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). No entanto, as diversas análises de sedimentos marinhos realizadas pela HRT (banco de dados da HRT-Petroleum) indicam que o nível de *background* de hidrocarbonetos em sedimentos da Bacia de Campos é de aproximadamente 18.000µg/kg (ppb), ou seja, quase o dobro estipulado por Volkman *et al.* (1992) para sedimentos de áreas internacionais. É importante mencionar, entretanto, que as mesmas análises indicam que o *background* de 18.000µg/kg (ppb) da Bacia de Campos é superior ao observado em outras bacias brasileiras, cujos teores estão próximos ao valor de 10.000µg/kg (ppb) estipulado por Volkman *et al.* (1992).

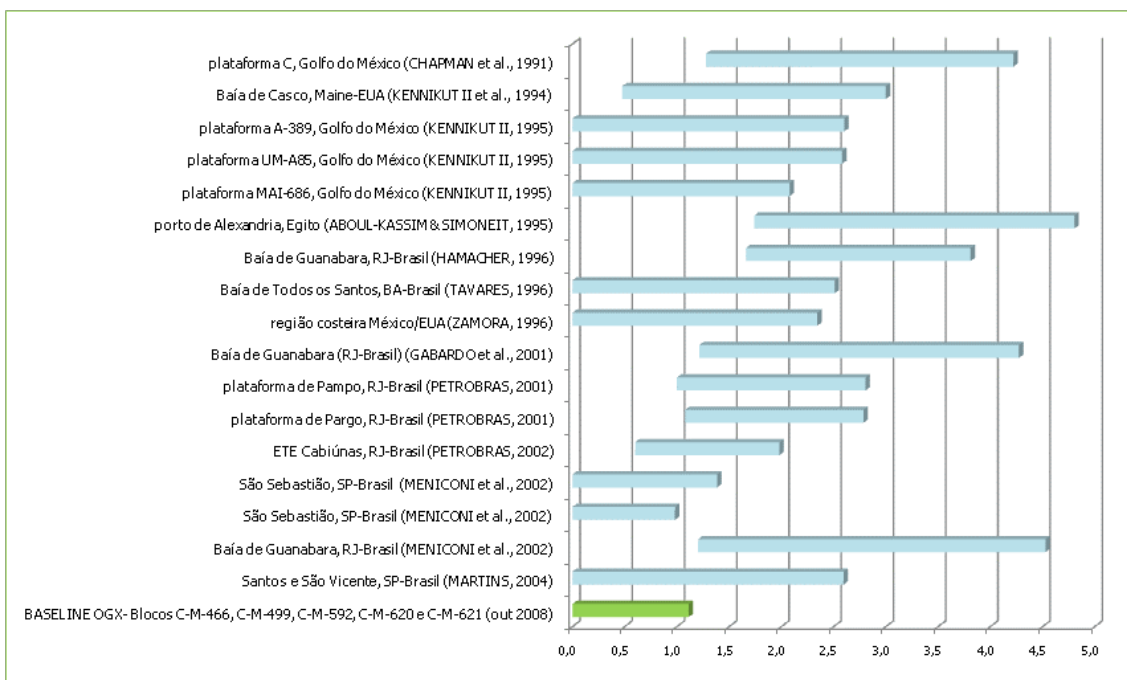
No entanto, não se pode deixar de considerar que em áreas *offshore* não exploradas, teores de HTP acima de 50.000µg/kg (ppb) são geralmente atribuídos à ocorrência de exsudações naturais de petróleo no fundo oceânico. Nesses casos, os teores de HTP apesar de elevados refletem uma contribuição de origem natural (exsudação de óleo que migra para superfície). Dentre as amostras de sedimento coletadas neste *baseline*, apenas as estações 1 e 2 apresentaram concentrações de HTP acima de 10.000µg/kg (ppb). (Figura V.2.2.7-2).



**FIGURA V.2.2.7-2**

Comparação dos teores de HTP (ppm; µg/kg) das amostras de sedimento coletadas em cada uma das estações do *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, com dados disponíveis na literatura.

Com relação à mistura complexa não resolvida (MCNR), a variação de suas concentrações no presente *baseline*, e como foi dito, das quinze estações em apenas duas estações foram detectados MCNR. Quando comparadas aos dados disponíveis na literatura, podem ser consideradas concentrações similares e/ou inferiores a outras citações na literatura, apresentada na Figura V.2.2.7-3.



**FIGURA V.2.2.7-3**

Comparação dos teores de mistura complexa não resolvida (MCNR; ppm; µg/kg; em escala logarítmica) das amostras de sedimento coletadas no *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, com dados disponíveis na literatura.

#### IV.2.2.8. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA)

Os teores de HPAs, que refletem o somatório dos 16 compostos aromáticos prioritários da lista da EPA, demonstram que as concentrações encontradas no *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos não apresentaram concentrações detectáveis de HPAs. (Tabela V.2.2.8-I e Figura V.2.2.8-1).

**TABELA V.2.2.8-I**

Concentrações dos 16 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPA prioritários (µg/kg; ppb) nas amostras de sedimento coletadas no *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. ND-não detectado. Limite de detecção=1,39µg/kg (ppb).

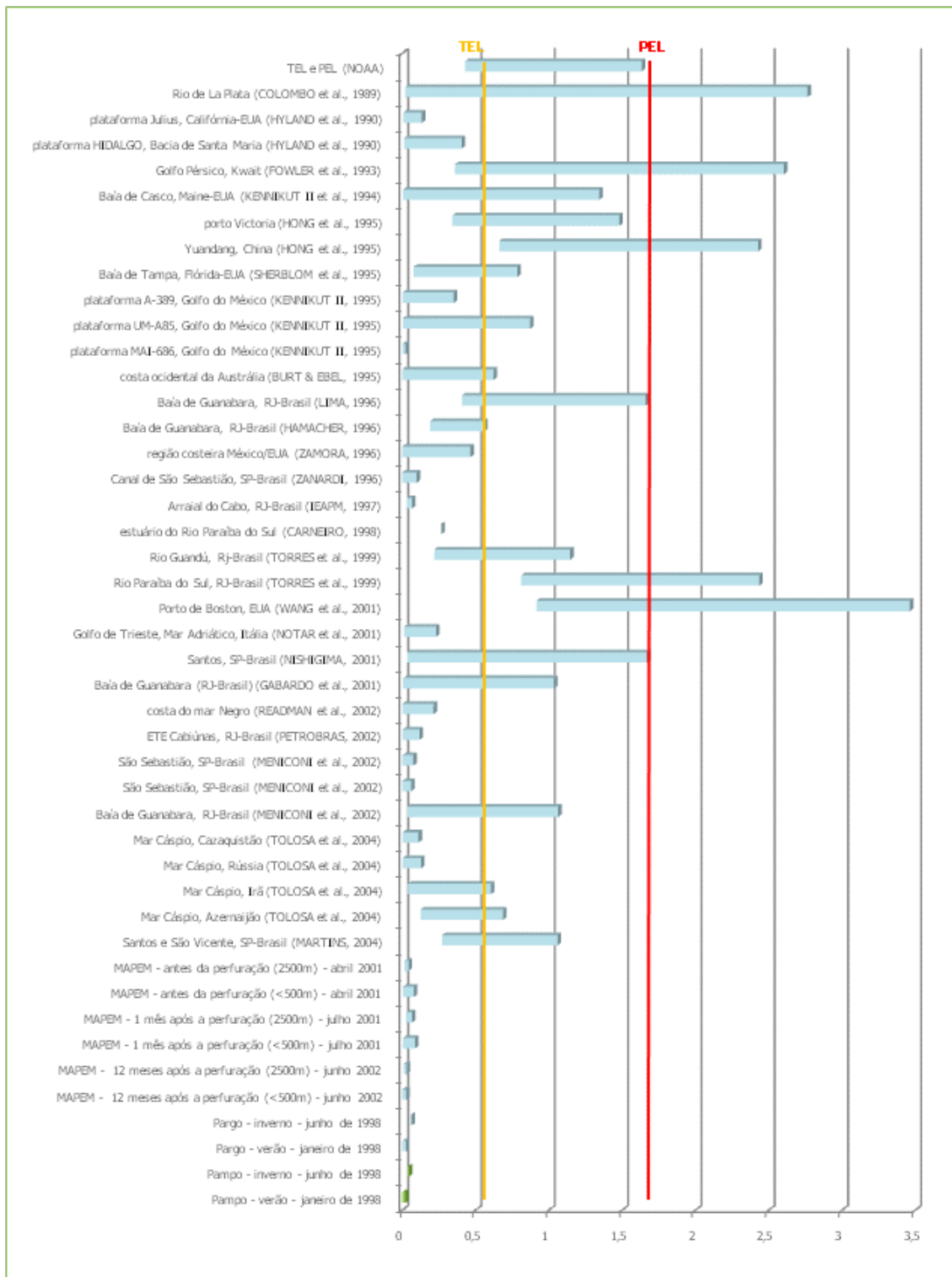
| HPA – SEDIMENTO (µg/kg) |             |              |                |            |              |             |               |          |           |                      |                        |                        |                   |                       |                         |                          |          |
|-------------------------|-------------|--------------|----------------|------------|--------------|-------------|---------------|----------|-----------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|----------|
| ESTAÇÃO                 | 1-Naftaleno | 2-Acenafteno | 3-Acenaftaleno | 4-Fluoreno | 5-Fenantreno | 6-Antraceno | 7-Fluoranteno | 8-Pireno | 9-Criseno | 10-Benzo(a)antraceno | 11-Benzo(b)fluoranteno | 12-Benzo(k)fluoranteno | 13-Benzo(a)pireno | 14-Benzo(ghi)perileno | 15-Indeno(123-cd)pireno | 16-Dibenzo(a,h)antraceno | Σ 16 HPA |
| 1                       | ND          | 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                       | ND       |
| 3                       | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |

| HPA – SEDIMENTO (µg/kg) |             |              |                |            |              |             |               |          |           |                      |                        |                        |                   |                       |                         |                          |          |
|-------------------------|-------------|--------------|----------------|------------|--------------|-------------|---------------|----------|-----------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|----------|
| ESTAÇÃO                 | 1-Naftaleno | 2-Acenafteno | 3-Acenaftaleno | 4-Fluoreno | 5-Fenantreno | 6-Antraceno | 7-Fluoranteno | 8-Pireno | 9-Criseno | 10-Benzo(a)antraceno | 11-Benzo(b)fluoranteno | 12-Benzo(k)fluoranteno | 13-Benzo(a)pireno | 14-Benzo(ghi)perileno | 15-Indeno(123-cd)pireno | 16-Dibenzo(a,h)antraceno | Σ 16 HPA |
| 4                       | ND          | 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                       | ND       |
| 6                       | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |
| 7                       | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |
| 8                       | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |
| 9                       | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |
| 10                      | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |
| 11                      | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |
| 12                      | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |
| 13                      | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |
| 14                      | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |
| 15                      | ND          | ND           | ND             | ND         | ND           | ND          | ND            | ND       | ND        | ND                   | ND                     | ND                     | ND                | ND                    | ND                      | ND                       | ND       |

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

Quando comparadas aos dados disponíveis na literatura, podem ser consideradas concentrações inferiores a outras citações na literatura, apresentada na Figura V.2.2.8-1.





**FIGURA V.2.2.8-1**

Comparação dos teores HPA ( ppm; µg/kg; em escala logarítmica) das amostras de sedimento coletadas no *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, com dados disponíveis na literatura. TEL (*threshold effect level*) e PEL (*probable effect level*) estabelecido pela NOAA (NOAA, 1999).

## IV.2.3. PARÂMETROS BIOLÓGICOS

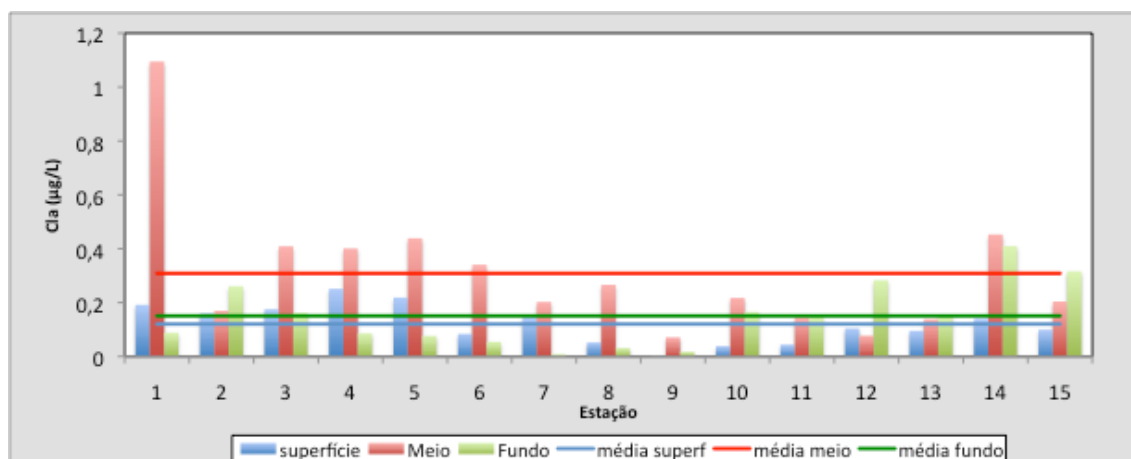
### IV.2.3.1. Fitoplâncton

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

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

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

As concentrações de Clorofila *a* observadas nas 15 estações de coleta da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, foram inferiores a 1,30µg/L, próprias de uma região considerada oligotrófica (Moser, 1998; Cupelo, 2000), sendo que as maiores concentrações foram sempre obtidas nas amostras de fundo e as menores nas de superfície (Figura IV.2.3.1-1 e Tabela IV.2.3.1-I). Especialmente, as maiores concentrações de pigmentos foram observadas nas estações 1, 3, 4 e 5 (blocos C-M-592 e C-M-62), todas ao sul da região de amostragem, e nas estações 14 e 15 (bloco C-M-499), ao norte. Enquanto à porcentagem de Clorofila *a* ativa, tanto as amostras de superfície e meia profundidade os valores médios foram superiores a 70%, indicando possivelmente um bom estado fisiológico do fitoplâncton, enquanto que nas de fundo essas porcentagens foram em média inferiores a 70% (Tabela IV.2.3.1-I).



**FIGURA IV.2.3.1-1**

Concentrações de clorofila *a* (µg/L) observadas nas amostras de água coletadas a sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

**TABELA IV.2.3.1-1**

Concentrações médias de clorofila *a* (µg/L), clorofila *b* (µg/L), clorofila *c* (µg/L), feopigmentos *a* (µg/L), carotenóides (µg/L), clorofila total (µg/L) e porcentagem de clorofila *a* ativa observadas nas amostras de água coletadas a sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Concentrações médias de pigmentos fotossintéticos |                |               |                     |               |                  |               |
|---|----------------|---------------|---------------------|---------------|------------------|---------------|
| Pigmentos fotossintéticos                         | Sub-superfície |               | 60m de profundidade |               | Próximo ao fundo |               |
|   | Média          | Desvio padrão | Média               | Desvio padrão | Média            | Desvio padrão |
| Clorofila <i>a</i>                                | 0,12           | 0,07          | 0,031               | 0,25          | 0,15             | 0,12          |
| Clorofila <i>b</i>                                | 0,06           | 0,04          | 0,08                | 0,05          | 0,05             | 0,03          |
| Clorofila <i>c</i>                                | 0,08           | 0,06          | 0,14                | 0,09          | 0,08             | 0,07          |
| Feopigmentos <i>a</i>                             | 0,07           | 0,06          | 0,25                | 0,31          | 0,14             | 0,17          |
| Clorofila tot                                     | 0,13           | 0,08          | 0,38                | 0,29          | 0,19             | 0,15          |
| Carotenóides                                      | 0,06           | 0,05          | 0,25                | 0,28          | 0,14             | 0,12          |
| %Clorofila ativa                                  | 84,18          | 22,65         | 71,49               | 24,50         | 69,47            | 28,82         |

Nas amostras de sub-superfície, as concentrações máximas de Cl.a foram observadas nas estações 4 e 5, enquanto que as menores concentrações foram observadas entre as estações 9 e 10 (Figura IV.2.3.1-1 e Tabela IV.2.3.1-II). As maiores porcentagens de Cl.a-ativa foram observadas nas estações 1, 6, 7, 9, 10 e da 12 à 15. As menores porcentagens foram obtidas nas estações 4, 8 e 11. As maiores concentrações de feopigmentos *a* foram registradas nas estações 4 e 10, e as de carotenóides nas estações 4 e 5 (Tabela IV.2.3.1-II).

**Tabela IV.2.3.1-II**

Concentrações de clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ), clorofila b ( $\mu\text{g/L}$ ), clorofila c ( $\mu\text{g/L}$ ), feopigmentos a ( $\mu\text{g/L}$ ), carotenoides ( $\mu\text{g/L}$ ), clorofila total ( $\mu\text{g/L}$ ) e porcentagem de clorofila a ativa, obtidas nas amostras de sub-superfície das 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Concentrações de pigmentos fotossintéticos – sub-superfície |          |                           |                           |                           |                            |                            |            |
|---|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------|
| Blocos  | Estações | Cl. a ( $\mu\text{g/L}$ ) | Cl. b ( $\mu\text{g/L}$ ) | Cl. c ( $\mu\text{g/L}$ ) | Feo. a ( $\mu\text{g/L}$ ) | Carot. ( $\mu\text{g/L}$ ) | %Cl. ativa |
| C-M-592   | 1        | 0,192                     | 0,095                     | 0,147                     | N.D.                       | 0,180                      | 100        |
|   | 2        | 0,160                     | 0,037                     | 0,104                     | 0,051                      | 0,180                      | 71         |
|   | 3        | 0,175                     | 0,077                     | 0,103                     | 0,045                      | 0,195                      | 77         |
| C-M-620   | 4        | 0,251                     | 0,038                     | 0,131                     | 0,128                      | 0,299                      | 57         |
|   | 5        | 0,219                     | 0,001                     | 0,043                     | 0,068                      | 0,240                      | 71         |
|   | 6        | 0,084                     | <0,001                    | 0,005                     | <0,001                     | 0,075                      | 100        |
| C-M-621   | 7        | 0,146                     | <0,001                    | 0,008                     | <0,001                     | 0,137                      | 100        |
|   | 8        | 0,052                     | 0,013                     | 0,010                     | 0,027                      | 0,062                      | 57         |
|   | 9        | 0,002                     | <0,001                    | <0,001                    | 0,000                      | 0,000                      | 100        |
| C-M-466   | 10       | 0,038                     | <0,001                    | <0,001                    | 0,184                      | 0,112                      | 100        |
|   | 11       | 0,044                     | 0,015                     | 0,027                     | 0,045                      | 0,062                      | 29         |
|   | 12       | 0,104                     | 0,101                     | 0,163                     | <0,001                     | 0,062                      | 100        |
| C-M-499   | 13       | 0,095                     | 0,039                     | 0,064                     | <0,001                     | 0,087                      | 100        |
|   | 14       | 0,141                     | 0,122                     | 0,175                     | <0,001                     | 0,112                      | 100        |
|   | 15       | 0,100                     | 0,070                     | 0,114                     | <0,001                     | 0,100                      | 100        |

Nas amostras de meia profundidade (60m), as concentrações máximas de Cl.a foi observada na estação 1, enquanto que as menores concentrações foram observadas nas estações 9 e 12 (Figura IV.2.3.1-1 e Tabela IV.2.3.1-III). As maiores porcentagens de Cl.a-ativa foram observadas nas estações 2, 5, 7, 9 e 15 enquanto que as menores porcentagens foram obtidas nas estações 11 e 13. As maiores concentrações de feopigmentos a foram registradas nas estações 11 e 13, e a de carotenoides na estação 1.

**Tabela IV.2.3.1-III**

Concentrações de clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ), clorofila b ( $\mu\text{g/L}$ ), clorofila c ( $\mu\text{g/L}$ ), feopigmentos a ( $\mu\text{g/L}$ ), carotenoides ( $\mu\text{g/L}$ ), clorofila total ( $\mu\text{g/L}$ ) e porcentagem de clorofila a ativa, obtidas nas amostras de 60m de profundidade das 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.. (ND = valor inferior ao limite de detecção de 0,001  $\mu\text{g/L}$ ).

| Concentrações de pigmentos fotossintéticos – 60m de profundidade |          |                           |                           |                           |                            |                            |            |
|--|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------|
| Blocos   | Estações | Cl. a ( $\mu\text{g/L}$ ) | Cl. b ( $\mu\text{g/L}$ ) | Cl. c ( $\mu\text{g/L}$ ) | Feo. a ( $\mu\text{g/L}$ ) | Carot. ( $\mu\text{g/L}$ ) | %Cl. ativa |
| C-M-592  | 1        | 1,095                     | 0,186                     | 0,389                     | 0,445                      | 1,257                      | 65         |
|  | 2        | 0,170                     | 0,035                     | 0,083                     | N.D.                       | 0,165                      | 100        |
|  | 3        | 0,409                     | 0,111                     | 0,203                     | 0,252                      | 0,509                      | 50         |
| C-M-620  | 4        | 0,401                     | 0,107                     | 0,132                     | 0,056                      | 0,419                      | 87         |
|  | 5        | 0,439                     | 0,081                     | 0,205                     | 0,006                      | 0,434                      | 99         |
|  | 6        | 0,340                     | 0,010                     | 0,091                     | 0,107                      | 0,374                      | 71         |
| C-M-621  | 7        | 0,203                     | 0,027                     | 0,066                     | N.D.                       | 0,187                      | 100        |
|  | 8        | 0,266                     | N.D.                      | 0,057                     | 0,073                      | 0,287                      | 75         |
|  | 9        | 0,071                     | N.D.                      | 0,039                     | N.D.                       | 0,062                      | 100        |

| Concentrações de pigmentos fotossintéticos – 60m de profundidade |          |              |              |              |               |               |            |
|--|----------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|------------|
| Blocos   | Estações | Cl. a (µg/L) | Cl. b (µg/L) | Cl. c (µg/L) | Feo. a (µg/L) | Carot. (µg/L) | %Cl. ativa |
| C-M-466  | 10       | 0,217        | 0,030        | 0,092        | 0,089         | 0,249         | 64         |
|  | 11       | 0,146        | 0,062        | 0,102        | 1,007         | 0,561         | 26         |
|  | 12       | 0,077        | 0,069        | 0,106        | 0,046         | 0,100         | 54         |
| C-M-499  | 13       | 0,138        | 0,064        | 0,119        | 0,631         | 0,399         | 35         |
|  | 14       | 0,453        | 0,112        | 0,220        | 0,246         | 0,549         | 55         |
|  | 15       | 0,204        | 0,093        | 0,166        | 0,016         | 0,212         | 92         |

Nas amostras de próximo ao fundo, as concentrações máximas de Cl.a foram observadas nas estações 14 e 15, enquanto que a menor concentração foi observada na estação 9 (Figura IV.2.3.1-1 e Tabela IV.2.3.1-IV). As maiores porcentagens de Cl.a-ativa foram observadas nas estações 6 à 9. As menores porcentagens foram obtidas nas estações 10, 11 e 12. As maiores concentrações de feopigmentos *a* foram registradas nas estações 10, 11 e 12, e as de carotenóides nas estações 11, 12 e 14.

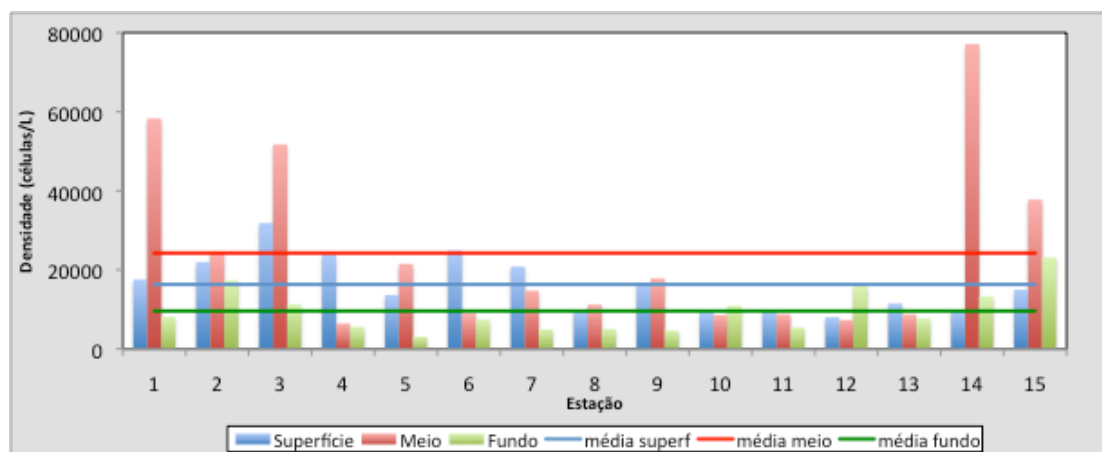
**Tabela IV.2.3.1-IV**

Concentrações de clorofila a (µg/L), clorofila b (µg/L), clorofila c (µg/L), feopigmentos a (µg/L), carotenóides (µg/L), clorofila total (µg/L) e porcentagem de clorofila a ativa, obtidas nas amostras de próximo ao fundo das 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. (ND = valor inferior ao limite de detecção de 0,001 µg/L).

| Concentrações de pigmentos fotossintéticos – próximo ao fundo |          |              |              |              |               |               |            |
|---|----------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|------------|
| Blocos  | Estações | Cl. a (µg/L) | Cl. b (µg/L) | Cl. c (µg/L) | Feo. a (µg/L) | Carot. (µg/L) | %Cl. ativa |
| C-M-592   | 1        | 0,088        | 0,030        | 0,054        | 0,041         | 0,105         | 61         |
|   | 2        | 0,261        | 0,038        | 0,091        | 0,034         | 0,269         | 87         |
|   | 3        | 0,162        | 0,027        | 0,051        | 0,088         | 0,195         | 55         |
| C-M-620   | 4        | 0,086        | 0,066        | 0,023        | 0,041         | 0,105         | 61         |
|   | 5        | 0,076        | 0,064        | 0,083        | 0,026         | 0,090         | 71         |
|   | 6        | 0,054        | N.D.         | 0,003        | N.D.          | 0,050         | 100        |
| C-M-621   | 7        | 0,009        | N.D.         | 0,020        | N.D.          | 0,009         | 100        |
|   | 8        | 0,032        | N.D.         | 0,012        | N.D.          | 0,025         | 100        |
|   | 9        | 0,018        | N.D.         | N.D.         | N.D.          | 0,018         | 100        |
| C-M-466   | 10       | 0,165        | 0,018        | 0,066        | 0,153         | 0,225         | 32         |
|   | 11       | 0,149        | 0,026        | 0,068        | 0,492         | 0,349         | 43         |
|   | 12       | 0,283        | 0,062        | 0,105        | 0,474         | 0,474         | 37         |
| C-M-499   | 13       | 0,154        | 0,057        | 0,117        | 0,050         | 0,175         | 71         |
|   | 14       | 0,410        | 0,081        | 0,215        | 0,110         | 0,449         | 75         |
|   | 15       | 0,316        | 0,112        | 0,217        | 0,052         | 0,337         | 85         |

A densidade de organismos fitoplanctônicos (Figura IV.2.3.1-2), variou entre  $3,1 \times 10^3$  e  $7,7 \times 10^4$  cels/L, considerando conjuntamente micro e nanofitoplâncton (sem incluir os nanofitoflagelados), sendo que as maiores densidades foram observadas nas estações 1, 3 e 14. A densidade média foi maior a 60m de profundidade e menor próximo ao fundo (Tabela IV.2.3.1-V). Especialmente, as maiores

densidades foram observadas nas estações 1 e 3 (bloco C-M-592), ao sul da região de amostragem, e nas estações 14 e 15 (bloco C-M-499), ao norte. As densidades observadas no presente estudo estiveram uma ordem de magnitude inferiores às observadas nos trabalhos de Cupelo (2000), Purcell (1999) e Suzini-Ribeiro (1996), todos na região oceânica entre nordeste e costa central do Brasil.



**Figura IV.2.3.1-2**

Densidades do fitoplâncton (cels/L), sem incluir nanofitoflagelados, observadas nas amostras de água coletadas a sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

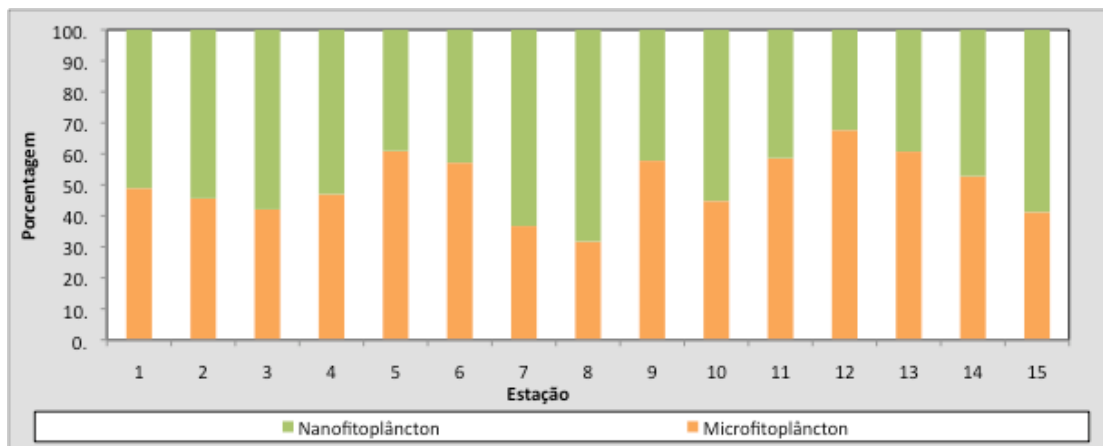
**TABELA IV.2.3.1-V**

Densidades médias dos principais grupos do fitoplâncton (diatomáceas, dinoflagelados; cocolitoforídeos; silicoflagelados; microflagelados; ciliados; cianobactérias; nanoflagelados; total sem nanoflagelados; cels/L) obtidas nas amostras de água coletadas a sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Densidade média dos principais grupos do fitoplâncton |                |               |                     |               |                  |               |
|---|----------------|---------------|---------------------|---------------|------------------|---------------|
| Pigmentos fotossintéticos                             | Sub-superfície |               | 60m de profundidade |               | Próximo ao fundo |               |
|   | Média          | Desvio padrão | Média               | Desvio padrão | Média            | Desvio padrão |
| Diatomáceas   | 6164           | 3341          | 11922               | 12999         | 3852             | 3264          |
| Dinoflagelados  | 4685           | 1600          | 4581                | 3416          | 2237             | 960           |
| Cocolitoforídeos                                      | 5257           | 4041          | 7510                | 7022          | 3414             | 2779          |
| Silicoflagelados                                      | 5              | 20            | 5                   | 19            | 22               | 38            |
| Microflagelados                                       | 0              | 0             | 5                   | 19            | 7                | 25            |
| Ciliados  | 200            | 211           | 227                 | 226           | 55               | 70            |
| Cianobactérias  | 0              | 0             | 3                   | 11            | 5                | 19            |
| Nanoflagelados  | 697216         | 309655        | 641727              | 370011        | 496764           | 203078        |
| Total sem nanoflagelados                              | 16313          | 7072          | 24252               | 21977         | 9592             | 5703          |

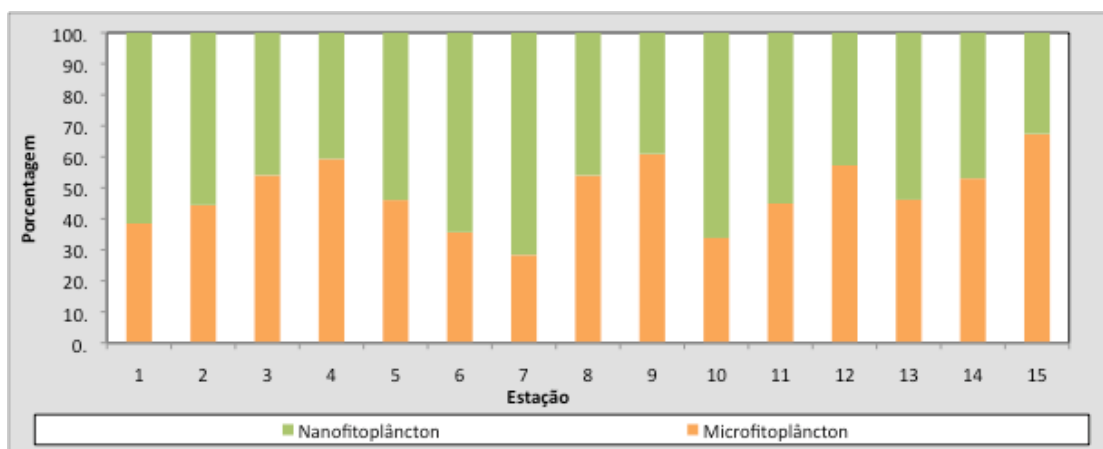
O microfitoplâncton e o nanofitoplâncton apresentaram porcentagens similares, não tendo sido observado o predomínio de nenhum desses grupos. As maiores contribuições do nanofitoplâncton foram observadas nas estações 7 e 8 na sub-superfície, 6, 7 e 10 aos 60 e 2, 6, 9 e 14 próximo ao

fundo. Já o microfitoplâncton foi mais representativo nas estações 5 e 12 na sub-superfície, na estação 15 aos 60m e nas estações 11 e 12 próximo ao fundo (Figuras IV.2.3.1-3 a IV.2.3.1-5).



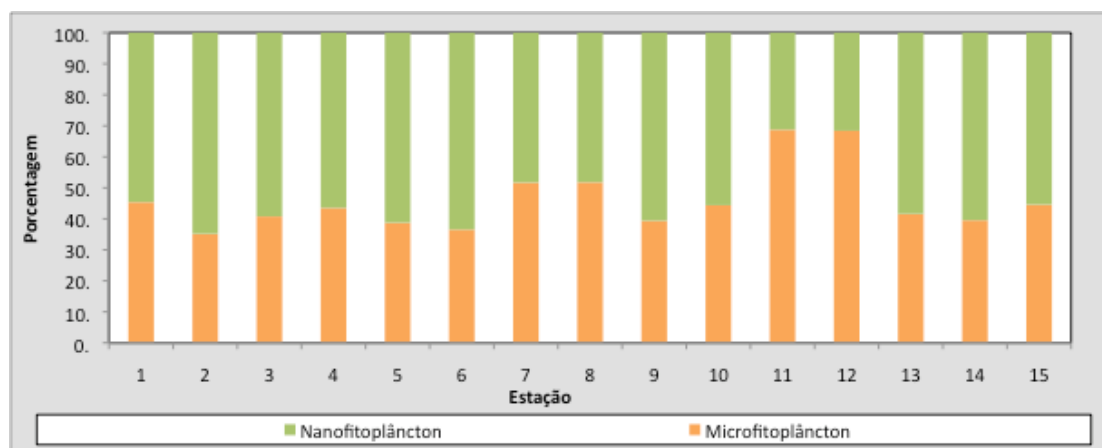
**FIGURA IV.2.3.1-3**

Relação entre micro e nanofitoplâncton, excluindo nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de sub-superfície nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.1-4**

Relação entre micro e nanofitoplâncton, excluindo nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de 60m de profundidade nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.1-5**

Relação entre micro e nanofitoplâncton, excluindo nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de próximo ao fundo, nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

O grupo das diatomáceas apresentou densidades médias entre 3.852 e 11.922 cels/L, nas amostras de próximo ao fundo e de 60m de profundidade respectivamente (Tabela IV.2.3.1-V). Não obstante, o grupo mais abundante foi o dos nanoflagelados, com densidades médias entre 496.764 e 697.216cels/L. O terceiro grupo mais abundante foi o dos coccolitoforídeos, variando em média entre 3.414 e 7.510cels/L. Os dinoflagelados apresentaram densidades médias entre 2.237 e 4.685cels/L. Silicoflagelados, ciliados, cianobactérias e microfitoflagelados apresentaram densidades médias inferiores a 227cels/L. Nas tabelas IV.2.3.1-VI a IV.2.3.1-VIII e nas figuras IV.2.3.1-6 a IV.2.3.1-8 é representada a variação da densidade dos diferentes grupos taxonômicos, sem incluir os nanoflagelados, nas amostras de sub-superfície, 60m de profundidade e próximo ao fundo respectivamente. Pode-se observar que as diatomáceas, dinoflagelados e os coccolitoforídeos foram os grupos dominante em todas as estações (Anexo XI).

**TABELA IV.2.3.1-VI**

Densidades dos principais grupos do fitoplâncton (cels/L) presentes nas amostras de água de sub-superfície, nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. Diat. – diatomáceas; Dino. – dinoflagelados; Coccolit. – coccolitoforídeos; Silico. – silicoflagelados; Microf. – microflagelados; Cil. – ciliados; Ciano. – cianobactérias; Nanof. – nanoflagelados; FT- total sem nanoflagelados.

| Densidade dos principais grupos do fitoplâncton nas amostras de sub-superfície |          |                |                |                    |                  |                  |              |                |                 |             |
|--|----------|----------------|----------------|--------------------|------------------|------------------|--------------|----------------|-----------------|-------------|
| Blocos   | Estações | Diat. (cels/L) | Dino. (cels/L) | Coccolit. (cels/L) | Silico. (cels/L) | Microf. (cels/L) | Cil (cels/L) | Ciano (cels/L) | Nanof. (cels/L) | FT (cels/L) |
| C-M-592  | 1        | 9115           | 2858           | 5253               | 0                | 0                | 309          | 0              | 425971          | 17534       |
|  | 2        | 6828           | 5640           | 9351               | 0                | 0                | 148          | 0              | 680452          | 21968       |
|  | 3        | 10309          | 5551           | 15562              | 0                | 0                | 396          | 0              | 1051520         | 31818       |
| C-M-620  | 4        | 6809           | 5107           | 11150              | 0                | 0                | 851          | 0              | 1420774         | 23918       |
|  | 5        | 7249           | 4192           | 2009               | 0                | 0                | 175          | 0              | 411610          | 13626       |
|  | 6        | 13903          | 6586           | 4390               | 0                | 0                | 0            | 0              | 888375          | 24879       |
| C-M-621  | 7        | 7115           | 6500           | 7027               | 0                | 0                | 176          | 0              | 745643          | 20817       |
|  | 8        | 1838           | 2521           | 5409               | 0                | 0                | 0            | 0              | 373572          | 9767        |



| Densidade dos principais grupos do fitoplâncton nas amostras de sub-superfície |          |                   |                   |                      |                     |                     |                 |                   |                    |                |
|--|----------|-------------------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-------------------|--------------------|----------------|
| Blocos   | Estações | Diat.<br>(cels/L) | Dino.<br>(cels/L) | Cocolit.<br>(cels/L) | Silico.<br>(cels/L) | Microf.<br>(cels/L) | Cil<br>(cels/L) | Ciano<br>(cels/L) | Nanof.<br>(cels/L) | FT<br>(cels/L) |
|  | 9        | 6548              | 6399              | 3720                 | 0                   | 0                   | 74              | 0                 | 793805             | 16741          |
| C-M-466  | 10       | 1135              | 6207              | 1817                 | 76                  | 0                   | 227             | 0                 | 852341             | 9462           |
|  | 11       | 3146              | 5448              | 1228                 | 0                   | 0                   | 0               | 0                 | 423523             | 9822           |
|  | 12       | 3689              | 2355              | 1805                 | 0                   | 0                   | 157             | 0                 | 443316             | 8006           |
| C-M-499  | 13       | 5345              | 1953              | 4008                 | 0                   | 0                   | 206             | 0                 | 1027271            | 11511          |
|  | 14       | 3428              | 4457              | 1851                 | 0                   | 0                   | 137             | 0                 | 465869             | 9874           |
|  | 15       | 6008              | 4506              | 4281                 | 0                   | 0                   | 150             | 0                 | 454194             | 14946          |

**TABELA IV.2.3.1-VII**

Densidades dos principais grupos do fitoplâncton (cels/L) presentes nas amostras de água de 60m de profundidade, nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. Diat. – diatomáceas; Dino. – dinoflagelados; Cocolit. – cocolitoforídeos; Silico. – silicoflagelados; Microf. – microflagelados; Cil. – ciliados; Ciano. – cianobactérias; Nanof. – nanoflagelados; FT- total sem nanoflagelados.

| Densidade dos principais grupos do fitoplâncton nas amostras de 60m de profundidade |          |                   |                   |                      |                     |                     |                 |                   |                    |                |
|---|----------|-------------------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-------------------|--------------------|----------------|
| Blocos  | Estações | Diat.<br>(cels/L) | Dino.<br>(cels/L) | Cocolit.<br>(cels/L) | Silico.<br>(cels/L) | Microf.<br>(cels/L) | Cil<br>(cels/L) | Ciano<br>(cels/L) | Nanof.<br>(cels/L) | FT<br>(cels/L) |
| C-M-592   | 1        | 26196             | 12162             | 19491                | 0                   | 0                   | 468             | 0                 | 1604778            | 58317          |
|   | 2        | 8823              | 3480              | 11930                | 0                   | 0                   | 373             | 0                 | 729147             | 24606          |
|   | 3        | 26186             | 3832              | 20949                | 0                   | 0                   | 766             | 0                 | 985293             | 51734          |
| C-M-620   | 4        | 3829              | 1422              | 1094                 | 0                   | 0                   | 109             | 0                 | 156368             | 6454           |
|   | 5        | 17610             | 2348              | 1565                 | 0                   | 0                   | 0               | 0                 | 907125             | 21524          |
|   | 6        | 3675              | 1295              | 3990                 | 0                   | 0                   | 70              | 0                 | 290706             | 9029           |
| C-M-621   | 7        | 4232              | 2717              | 7681                 | 0                   | 0                   | 104             | 0                 | 427302             | 14734          |
|   | 8        | 5101              | 3481              | 2520                 | 0                   | 0                   | 120             | 0                 | 388089             | 11222          |
|   | 9        | 7434              | 6833              | 3379                 | 75                  | 0                   | 150             | 0                 | 582430             | 17871          |
| C-M-466   | 10       | 1661              | 2811              | 3961                 | 0                   | 0                   | 85              | 43                | 256270             | 8561           |
|   | 11       | 1949              | 4231              | 2450                 | 0                   | 0                   | 167             | 0                 | 896033             | 8797           |
|   | 12       | 2179              | 2291              | 2626                 | 0                   | 0                   | 224             | 0                 | 406770             | 7320           |
| C-M-499   | 13       | 2166              | 2838              | 3659                 | 0                   | 75                  | 0               | 0                 | 610480             | 8737           |
|   | 14       | 46075             | 11597             | 19276                | 0                   | 0                   | 157             | 0                 | 844076             | 77105          |
|   | 15       | 21715             | 7373              | 8080                 | 0                   | 0                   | 606             | 0                 | 541043             | 37774          |

**TABELA IV.2.3.1-VIII**

Densidades dos principais grupos do fitoplâncton (cels/L) presentes nas amostras de água de próximo ao fundo, nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. Diat. – diatomáceas; Dino. – dinoflagelados; Cocolit. – cocolitoforídeos; Silico. – silicoflagelados; Microf. – microflagelados; Cil. – ciliados; Ciano. – cianobactérias; Nanof. – nanoflagelados; FT- total sem nanoflagelados.

| Densidade dos principais grupos do fitoplâncton nas amostras de próximo ao fundo |          |                   |                   |                      |                     |                     |                 |                   |                    |                |
|--|----------|-------------------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-------------------|--------------------|----------------|
| Blocos   | Estações | Diat.<br>(cels/L) | Dino.<br>(cels/L) | Cocolit.<br>(cels/L) | Silico.<br>(cels/L) | Microf.<br>(cels/L) | Cil<br>(cels/L) | Ciano<br>(cels/L) | Nanof.<br>(cels/L) | FT<br>(cels/L) |
| C-M-592  | 1        | 3458              | 882               | 3662                 | 34                  | 0                   | 34              | 0                 | 401923             | 8069           |
|  | 2        | 5567              | 1697              | 9862                 | 0                   | 0                   | 212             | 0                 | 534089             | 17338          |
|  | 3        | 4564              | 928               | 5751                 | 0                   | 0                   | 37              | 0                 | 505775             | 11279          |
| C-M-620  | 4        | 1916              | 2589              | 1087                 | 0                   | 0                   | 0               | 0                 | 278755             | 5592           |
|  | 5        | 1190              | 691               | 1190                 | 0                   | 0                   | 0               | 0                 | 399854             | 3070           |
|  | 6        | 2501              | 2858              | 1940                 | 102                 | 0                   | 0               | 0                 | 691997             | 7401           |

| Densidade dos principais grupos do fitoplâncton nas amostras de próximo ao fundo |          |                |                |                   |                  |                  |              |                |                 |             |
|--|----------|----------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|--------------|----------------|-----------------|-------------|
| Blocos   | Estações | Diat. (cels/L) | Dino. (cels/L) | Cocolit. (cels/L) | Silico. (cels/L) | Microf. (cels/L) | Cil (cels/L) | Ciano (cels/L) | Nanof. (cels/L) | FT (cels/L) |
| C-M-621  | 7        | 1633           | 1884           | 1424              | 0                | 0                | 0            | 0              | 393858          | 4941        |
|  | 8        | 1688           | 2381           | 964               | 0                | 0                | 30           | 0              | 344296          | 5063        |
|  | 9        | 387            | 3447           | 809               | 0                | 0                | 0            | 0              | 427585          | 4643        |
| C-M-466  | 10       | 3475           | 3622           | 3769              | 0                | 0                | 49           | 0              | 562262          | 10916       |
|  | 11       | 2277           | 1844           | 1161              | 23               | 0                | 159          | 0              | 153149          | 5464        |
|  | 12       | 8875           | 3727           | 3187              | 98               | 98               | 0            | 0              | 569308          | 15985       |
| C-M-499  | 13       | 2492           | 2275           | 2925              | 0                | 0                | 36           | 0              | 455954          | 7729        |
|  | 14       | 4943           | 2696           | 5317              | 75               | 0                | 150          | 75             | 990415          | 13256       |
|  | 15       | 12818          | 2042           | 8167              | 0                | 0                | 113          | 0              | 742243          | 23141       |

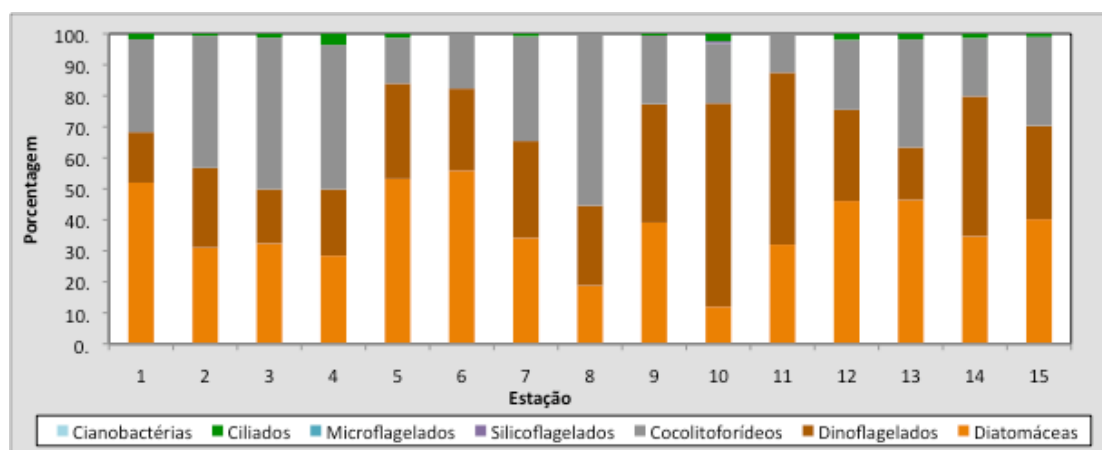


FIGURA IV.2.3.1-6

Abundâncias relativas dos principais grupos do fitoplâncton, sem incluir nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de sub-superfície nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

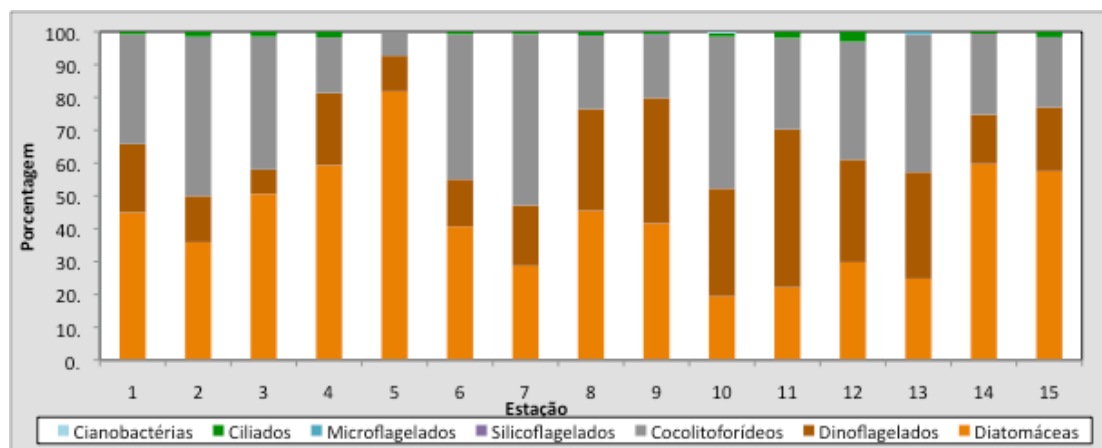
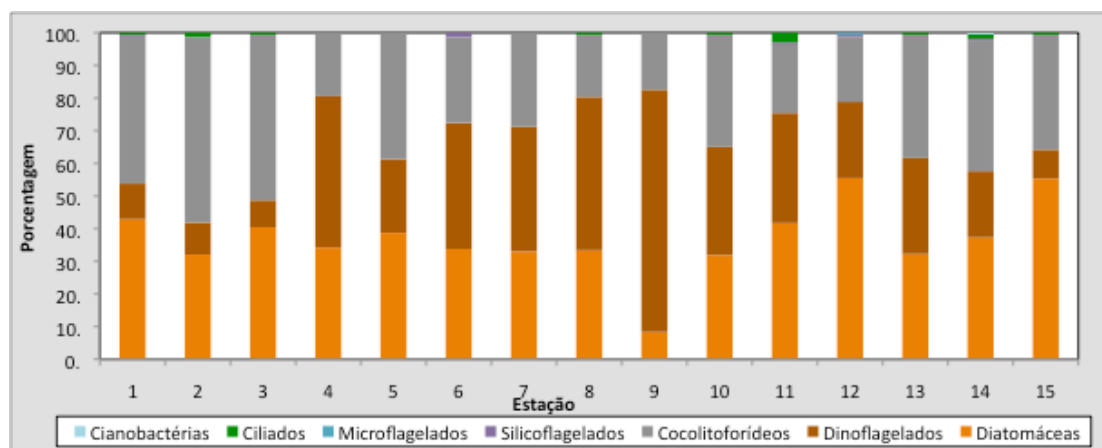


FIGURA IV.2.3.1-7

Abundâncias relativas dos principais grupos do fitoplâncton, sem incluir nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de 60m de profundidade nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.1-8**

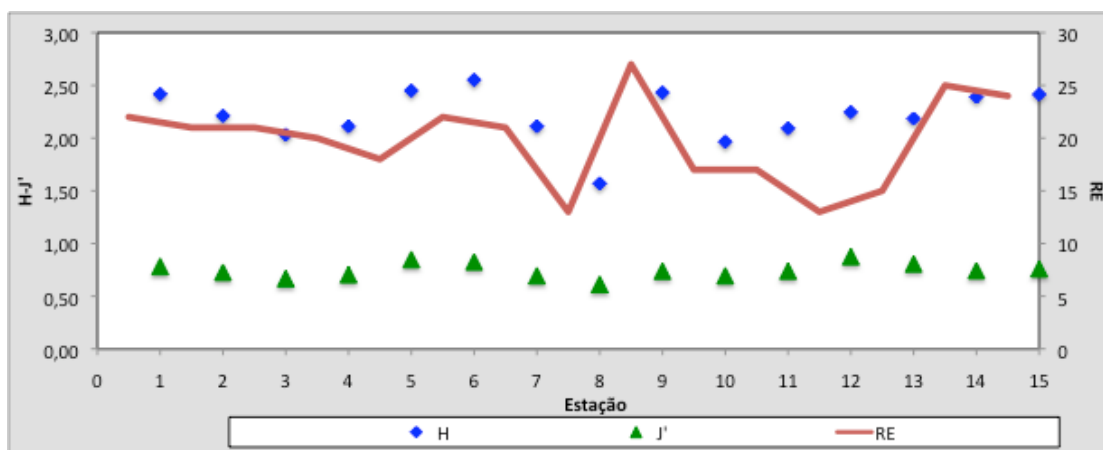
Abundâncias relativas dos principais grupos do fitoplâncton, sem incluir nanofitoflagelados, obtidas nas amostras de próximo ao fundo nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Os dados médios de diversidade, equitatividade e riqueza específica mostraram que essas três variáveis apresentaram valores similares nas três profundidades (Tabela IV.2.3.1-IX). A riqueza específica nas amostras de sub-superfície variou entre 13 (estação 12) e 27 (estação 9), enquanto que nas amostras de fundo variou entre 9 (estação 9) e 29 (estação 11) (Figuras IV.2.3.1-9 e IV.2.3.1-11). A diversidade do fitoplâncton variou entre 1,18 e 2,63bits/cel, nas estações 9 (fundo) e 15 (meia profundidade) respectivamente. A variação da diversidade entre as amostras de cada profundidade foi similar (Figuras IV.2.3.1-9 a IV.2.3.1-11). A equitatividade indica o grau de uniformidade na quantidade de espécies da comunidade fitoplanctônica e varia entre 0 e 1. Nas amostras de sub-superfície variou entre 0,61 e 0,88, sendo que nas amostras de fundo variou entre 0,54 e 0,84. Nas amostras de meia profundidade, com exceção da estação 12, a equitatividade variou entre 0,50 e 0,80.

**TABELA IV.2.3.1-IX**

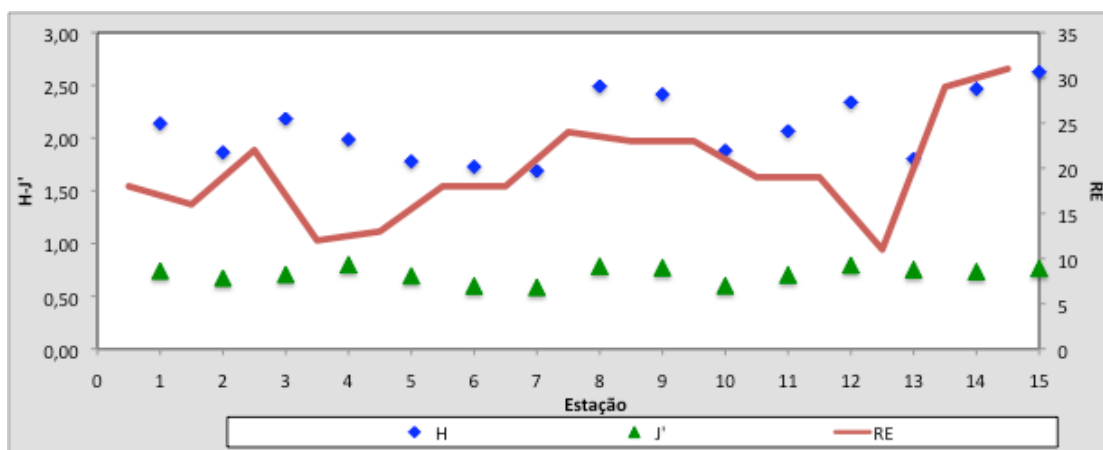
Média da Diversidade (H em bits/cel), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton das amostras de água obtidas na sub-superfície, a 60m de profundidade e próximo ao fundo nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Médias de diversidade, equitatividade e riqueza específica do fitoplâncton |                |               |                     |               |                  |               |
|--|----------------|---------------|---------------------|---------------|------------------|---------------|
| Índices ecológicos   | Sub-superfície |               | 60m de profundidade |               | Próximo ao fundo |               |
|  | Média          | Desvio padrão | Média               | Desvio padrão | Média            | Desvio padrão |
| H (bits/cel)   | 2,21           | 0,25          | 2,10                | 0,31          | 2,12             | 0,36          |
| RE   | 20             | 4             | 20                  | 6             | 21               | 5             |
| J'   | 0,75           | 0,07          | 0,71                | 0,07          | 0,71             | 0,08          |



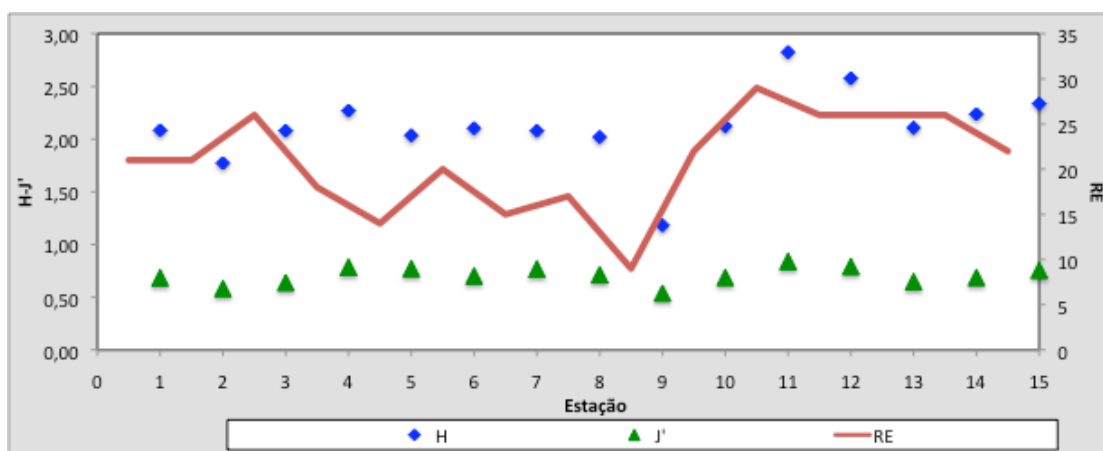
**FIGURA IV.2.3.1-9**

Diversidade (H em bits/cel), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton, obtidas nas amostras de sub-superfície das 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.1-10**

Diversidade (H em bits/cel), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton, obtidas nas amostras de 60m de profundidade das 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

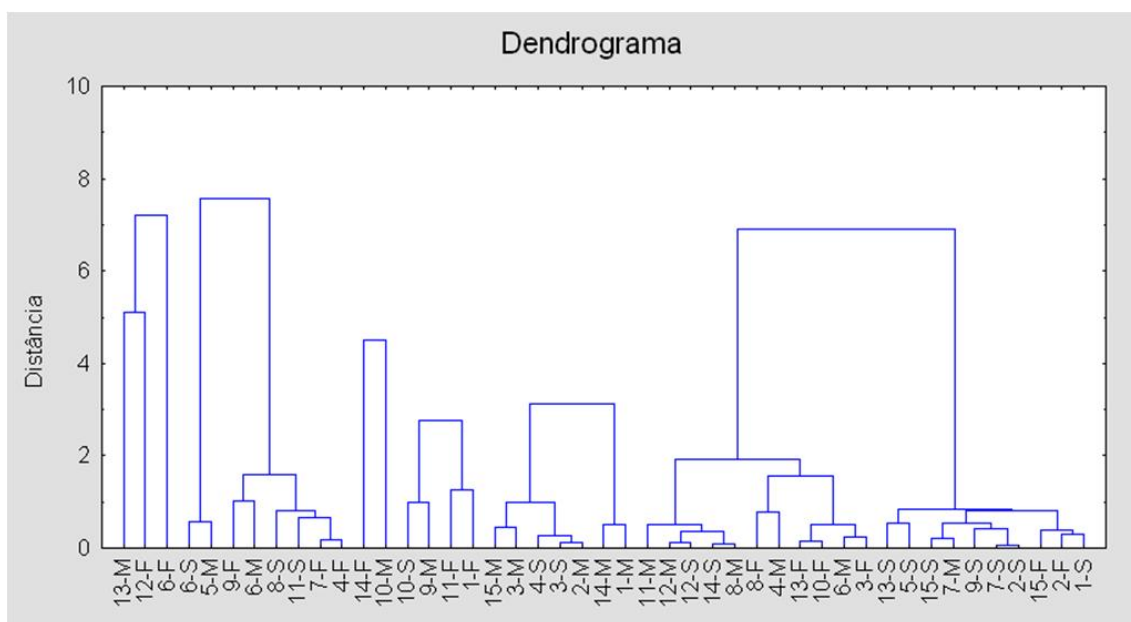


**FIGURA IV.2.3.1-11**

Diversidade (H em bits/cel), Equitatividade (J') e Riqueza Específica (RE) do fitoplâncton, obtidas nas amostras de próximo ao fundo das 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Nas 45 amostras analisadas foram identificados 97 taxa, sendo 31 diatomáceas cêntricas, 24 diatomáceas penadas, 25 dinoflagelados tecados, 5 dinoflagelados atecados, 1 coccolitoforídeo, 3 silicoflagelados, 3 microflagelados, 2 ciliados, 2 cianobactérias e 1 nanoflagelado (Anexo XI). A relação dos taxa identificados em cada uma das amostras encontra-se nas tabelas apresentadas no anexo de composição taxonômica. Desses taxa, *Navicula* spp, *Nitzschia morphotype Nitzschiiella*, *Nitzschia* spp, *Gymnodinium* spp e os coccolitoforídeos foram os dominantes.

A análise de agrupamento em modo Q, aplicada aos dados, não mostrou a formação de grupos identificáveis entre as estações, estando as amostras das diferentes profundidades e estações bem mescladas nos grupos formados (Figura IV.2.3.1-12). Este resultado não é atípico, uma vez que, a coluna d'água amostrada é relativamente rasa e as diferenças físico-químicas das massas de água não foram muito acentuadas.



**FIGURA IV.2.3.1-12**

Análise de agrupamento em modo Q (método de Ward x Distância Euclidiana ao quadrado) aplicada aos dados de pigmentos e fitoplâncton observado nos três estratos (sub-superfície, 60m de profundidade e próximo ao fundo) das 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Os resultados de biomassa (estimada a partir da concentração de Clorofila *a*) obtidos durante a campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, caracterizaram a região estudada como oligotrófica, com valores de densidade fitoplanctônica bem inferiores aos observados em estudos anteriores para regiões mesooligotróficas. As maiores biomassas e densidades de organismos foram observadas no bloco C-M-592 (estações 1 e 3), ao sul da região de amostragem, e no bloco C-M-499 (estações 14 e 15), ao norte. As relativamente elevadas porcentagens de Cl<sub>a</sub>-ativa indicaram também que a população fitoplanctônica pode ter

apresentado um estado fisiológico adequado na presente campanha. As maiores concentrações de pigmentos fotossintéticos estiveram diretamente relacionadas às maiores densidades do fitoplâncton, especialmente com as diatomáceas e cocolitoforídeos. Em geral, a comunidade fitoplanctônica foi dominada pelos cocolitoforídeos e diatomáceas, especialmente diatomáceas penadas, sendo que entre essas últimas os gêneros *Navicula* e *Nitzschia* foram os que apresentaram a maior densidade em grande parte das estações. A comunidade fitoplanctônica apresentou valores médios de diversidade, equitatividade e riqueza específica, indicando que houve um certo predomínio de umas poucas espécies, apresentando algumas delas abundâncias relativas entre 20 e 55%. Assim, pode-se concluir que a região apresentou uma riqueza taxonômica intermediária do ponto de vista do fitoplâncton.

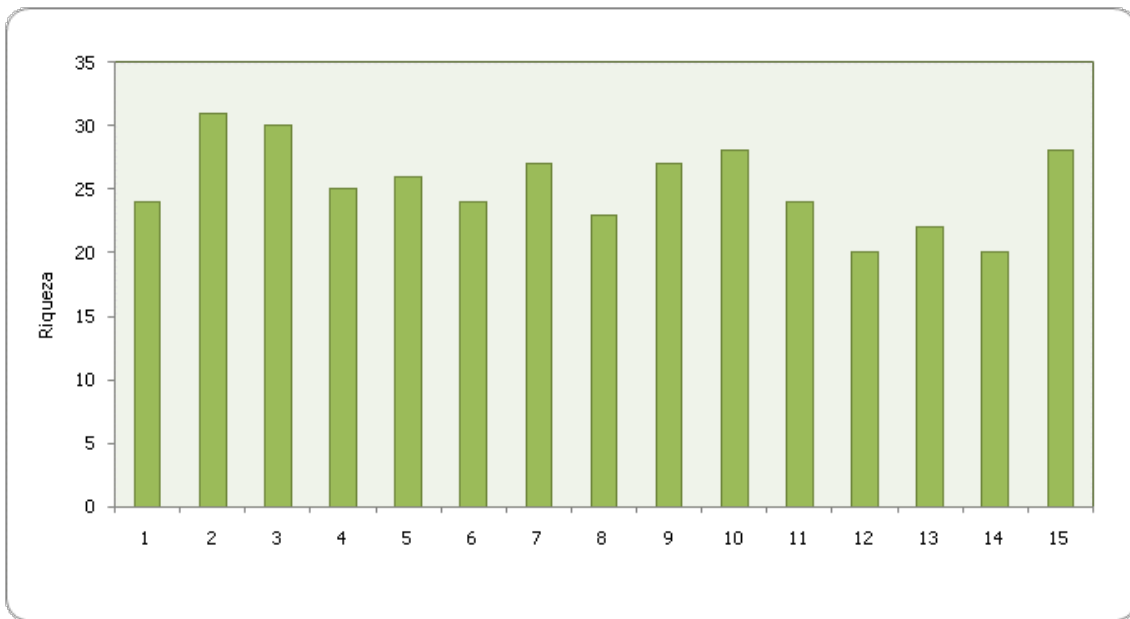
#### IV.2.3.2. Zooplâncton

A comunidade zooplanctônica da campanha *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, foi composta por 49 táxons distribuídos em 15 grupos taxonômicos: Siphonophora (1), Hidromedusa (1), Pteropoda (2), Cladocera (3), Ostracoda (1), Copepoda (28), Euphausiacea (1), Chaetognatha (2), Appendicularia (3), Thaliacea (1), Polychaeta (1), Cirripedia (1), Bivalvia (1), Brachyura (1) e Osteichthyes (2) (Anexo XII).

A riqueza específica variou de 20 a 31 táxons por estação de coleta. Os menores valores foram encontrados nas estações 12 e 14 enquanto que o maior valor foi observado na estação 2, seguida da estação 3 (30 táxons). As outras 11 estações apresentaram valores entre 22 e 28 táxons (Figura IV.2.3.2-1).

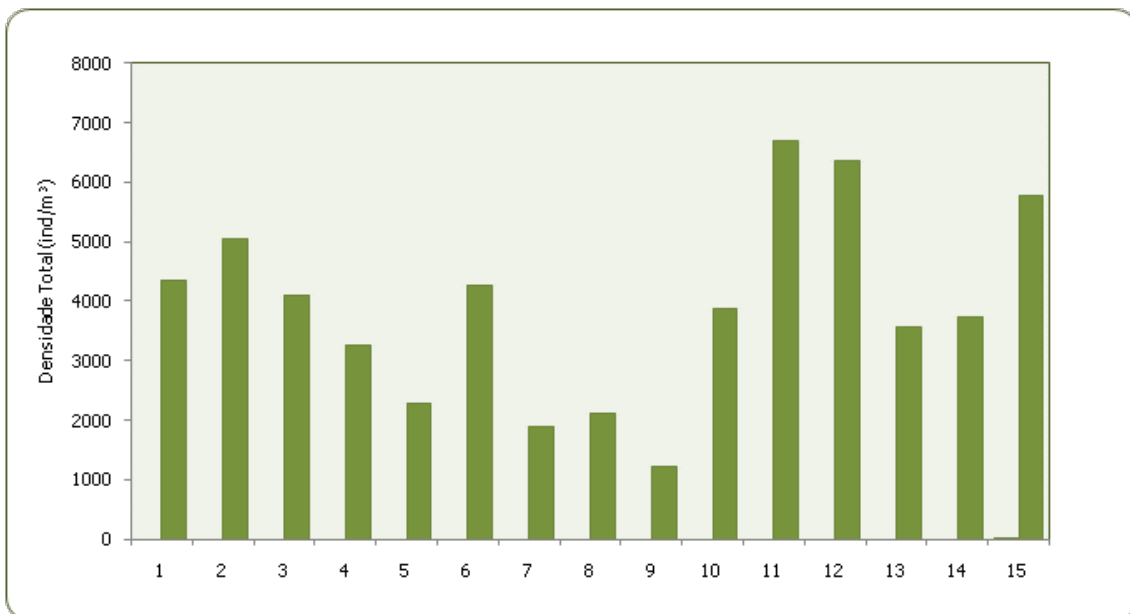
Na área de estudo, a densidade total do zooplâncton atingiu um valor de 58.516,89ind/m<sup>3</sup> (Anexo XII). A Figura IV.2.3.2-2 mostra que a densidade mais elevada foi verificada na estação 11 (6.680,48ind/m<sup>3</sup>), seguida da estação 12 (6.363,64ind/m<sup>3</sup>). A menor densidade foi registrada na estação 9 (1.230,97ind/m<sup>3</sup>). Em relação às demais estações de coleta houve uma variação de 1.901,36ind/m<sup>3</sup> a 5.761,60ind/m<sup>3</sup>.

De um modo geral, ocorrem densidades mais baixas de zooplâncton em regiões oceânicas. De acordo com Lopes *et al.* (2006), o zooplâncton apresenta densidades mais elevadas nas regiões costeiras, principalmente em áreas adjacentes a baías, enseadas e desembocaduras de estuários, devido à influência de aportes continentais e intrusão ou advecção de águas contendo concentrações variáveis de nutrientes e fitoplâncton.



**FIGURA IV.2.3.2-1**

Riqueza de táxons do zooplâncton coletado nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

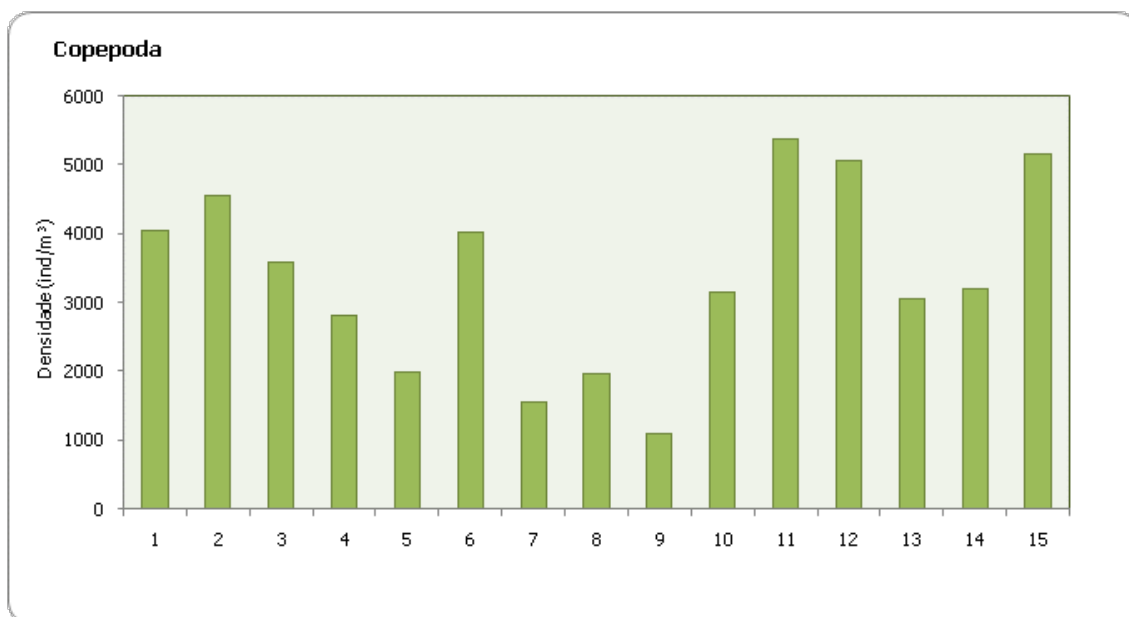


**FIGURA IV.2.3.2-2**

Densidade total do zooplâncton (ind/m³) nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

No conjunto de organismos zooplancônicos coletados, os crustáceos Copepoda foram dominantes em todas as estações da presente campanha, distribuídos em 28 táxons. O grupo apresentou valores altos de densidade, compreendidos entre 1.079,71 e 5.380,08 ind/m³. A maior densidade foi encontrada na estação 11 (5.380,08 ind/m³), seguida das estações 15 e 12 (5.155,11 ind/m³ e

5.054,55ind/m<sup>3</sup>, respectivamente). O menor valor de densidade de copépodes foi verificado na estação 9 (1.079,71ind/m<sup>3</sup>) (Figura IV.2.3.2-3). Os copépodes constituem um elo fundamental na teia alimentar pelágica além de ser o maior grupo da fauna planctônica, estes organismos também são considerados o principal elo na passagem da produção fitoplanctônica para os demais níveis tróficos (Cushing, 1977).

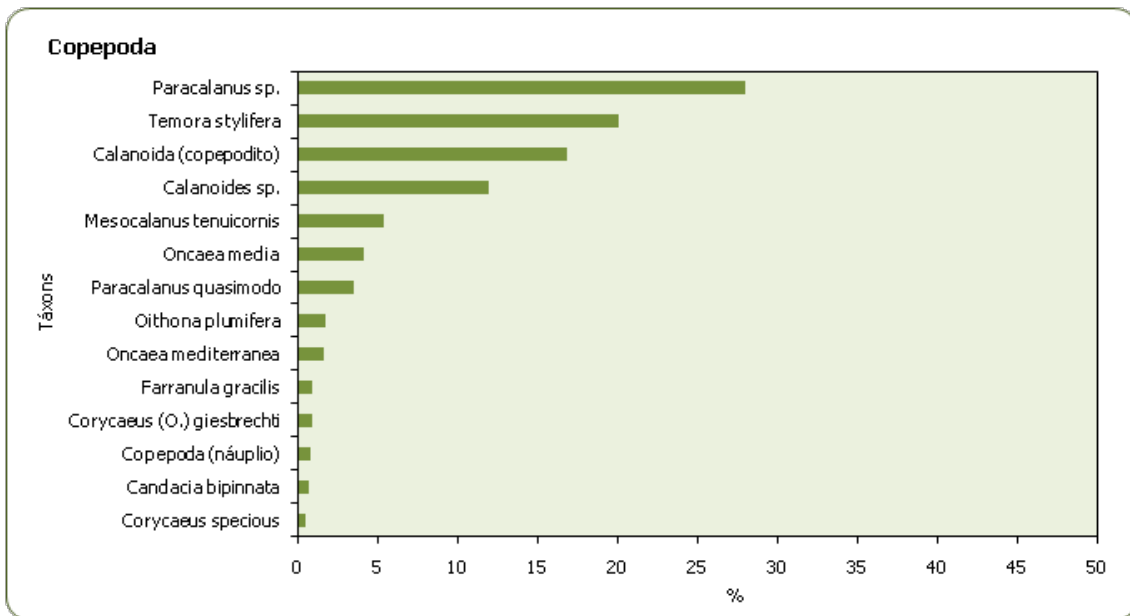


**FIGURA IV.2.3.2-3**

Densidade total de Copepoda (ind/m<sup>3</sup>) nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Os táxons de Copepoda com abundância relativa superior a 1%, em ordem decrescente, foram: *Paracalanus* sp, *Temora stylifera*, copepodito de Calanoida, *Calanoides* sp., *Mesocalanus tenuicornis*, *Oncaea media*, *Paracalanus quasimodo*, *Oithona plumifera*, *Oncaea mediterranea*, *Farranula gracilis*, *Corycaeus (O.) giesbrechti*, náuplio de Copepoda, *Candacia bipinnata* e *Corycaeus speciosus* (Figura IV.2.3.2-4). Destes, *Paracalanus* sp. apresentou o maior percentual, com 28%, seguido pela espécie *Temora stylifera*, com abundância relativa de 20%. Em águas de plataforma caracterizadas pela mistura de Água Costeira e Água Tropical, observa-se frequentemente a predominância de espécies dos gêneros *Paracalanus* e *Temora*, dentre outros (Björnberg, 1981).



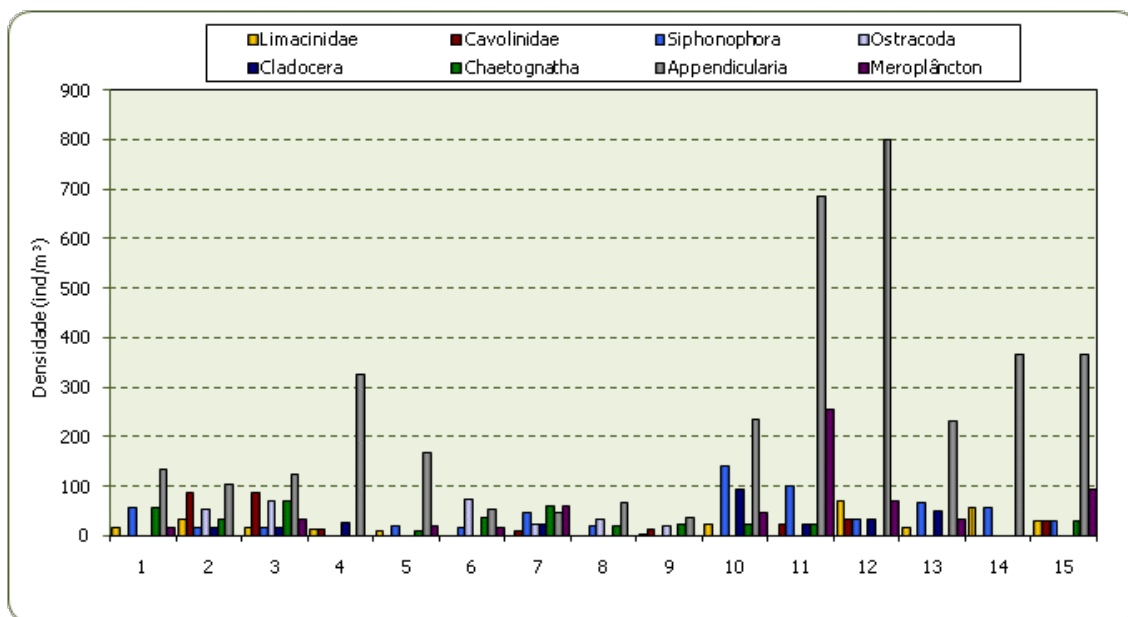


**FIGURA IV.2.3.2-4**

Percentual das espécies de Copepoda coletadas, com valores superiores a 1%, no total de amostras das 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Os copepoditos de Calanoida registraram o terceiro maior valor percentual (17%) dentre o total de táxons de Copepoda. Os estágios larvais dos copépodes (náuplios e copepoditos) representam uma fonte de alimentos fundamental para as larvas e juvenis do icteoplâncton. De acordo com Lopes *et al.* (2006), dentre as espécies do gênero *Calanoides*, identificado nesta campanha, destaca-se *Calanoides carinatus* como indicadora de ressurgência costeira. Os demais táxons apresentaram densidades abaixo de 5% do total de Copepoda coletado nesta campanha.

Dentre os demais grupos identificados no zooplâncton, os urocordados Appendicularia registraram valores mais elevados de densidade que os demais na maioria das estações (Figura IV.2.3.2-5). Nas estações 6 e 7, porém os Ostracoda e Chaetognatha e organismos meroplanctônicos foram os grupos com maiores densidades 73,99ind/m<sup>3</sup> e 62,14ind/m<sup>3</sup>, respectivamente.



**FIGURA IV.2.3.2-5**

Densidade dos grupos de zooplâncton (ind/m<sup>3</sup>) coletados nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

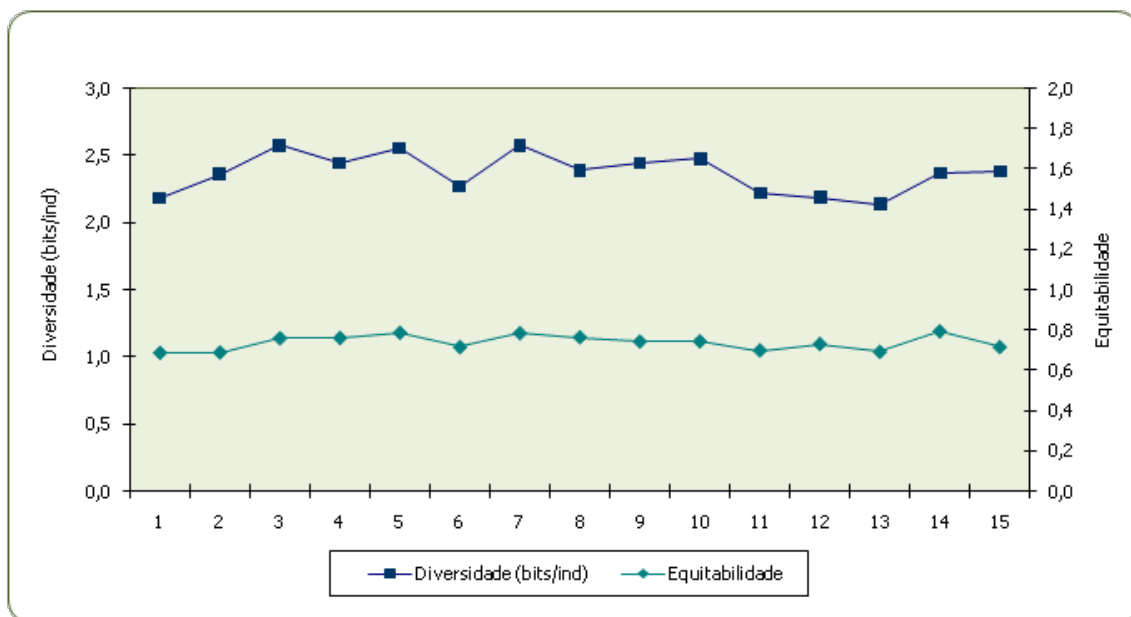
O grupo taxonômico Appendicularia ocorreu em todas as estações de coleta e suas densidades variaram de 36,51ind/m<sup>3</sup> (estação 9) a 800,00ind/m<sup>3</sup> (estação 12). Este grupo foi representado por 3 espécies: *Oikopleura longicauda*, *O. fusiformis* e *O. dioica*. Segundo Lopes *et al.* (2006) *Oikopleura longicauda* é dominante na região sudeste, assim como *O. fusiformis* e *O. dioica*.

Os representantes de Siphonophora, apesar da baixa densidade (17,83 a 142,22ind/m<sup>3</sup>), foram frequentes, ocorrendo em treze estações de coleta, excetuando-se as estações 4 e 9. Quantidades elevadas de sifonóforos têm sido detectadas na região do Rio de Janeiro (Lopes *et al.*, 2006), diminuindo em direção ao litoral sul do Brasil. O grupo Ostracoda registrou a maior densidade na estação 6, porém sua densidade foi considerada baixa, assim como os demais grupos da mesma estação. Este grupo foi identificado em seis das quinze estações de coleta. Os Chaetognatha estiveram presentes em onze das quinze estações de coleta, porém com densidades inferiores aos Urochordata (11,33ind/100m<sup>3</sup> a 71,31ind/m<sup>3</sup>). O grupo Chaetognatha foi composto pelas espécies *Sagitta enflata* e *S. tenuis*.

O meroplâncton, composto por larvas de Polychaeta, Cirripedia, Bivalvia e Brachyura, apresentaram valores que variaram de 18,50 a 254,98ind/m<sup>3</sup>. Foram encontrados em 10 estações, com densidades mais altas nas estações 12 (254,98ind/m<sup>3</sup>) e 15 (95,76ind/m<sup>3</sup>). Nos estudos feitos por Lopes *et al.* (2006), na região Sudeste-Sul afirma-se o desconhecimento da distribuição geográfica do meroplâncton em geral, sendo estimada de acordo com a distribuição dos organismos adultos

bentônicos. Os grupos Limacinidae, Cavolinidae e Cladocera apresentaram baixas densidades e frequências nas estações de coleta.

A diversidade do zooplâncton apresentou valor máximo nas estações 7 (2,58bits/ind), seguida das estações 3 (2,57bits/ind) e 5 (2,55bits/ind), enquanto que o menor valor ocorreu na estação 13 (2,13 bits/ind). Segundo a classificação de Shannon (1948), todas as estações apresentaram valores correspondentes à diversidade média (entre 2,00 e 3,00bits/ind) (Figura IV.2.3.2-6). O maior valor de equitabilidade foi registrado na estação 14 (0,79), seguida das estações 5 e 7 (0,78), enquanto que a menor uniformidade nas densidades foi encontrada também na estação 13 (0,69) e nas estações 1 e 2 que registraram o mesmo valor (Figura IV.2.3.2-6). A equitabilidade de uma comunidade indica sua homogeneidade em termos da participação de cada táxon, variando de 0 a 1. As estações mostraram valores de equitabilidade considerados altos, próximos a 0,90, o que caracteriza uma comunidade mais homogênea, sem a presença um táxon dominante. Com esta característica a comunidade zooplânctônica tende a ser mais resistente a distúrbios (Pielou, 1977; Begon *et al.*, 1996).

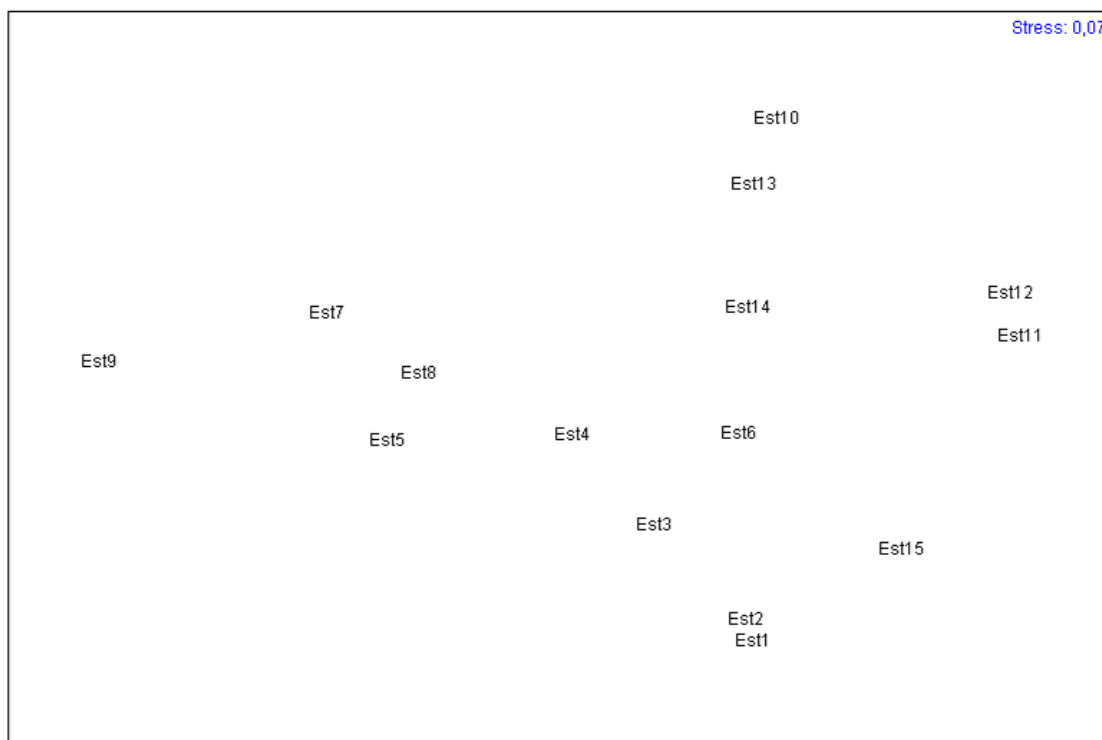


**FIGURA IV.2.3.2-6**

Valores de diversidade (bits/ind) e equitabilidade do zooplâncton coletado nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Através da análise de ordenação multidimensional (MDS) de todas as estações amostradas na campanha *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, para os táxons do zooplâncton, foi possível verificar uma tendência de agrupamento das estações 11 e 12. As estações 1 e 2 ficaram também próximas. A estação 9 se destacou das demais. Esta estação apresentou a mais baixa densidade do zooplâncton coletado (1.230,97ind/m<sup>3</sup>). Não foi possível

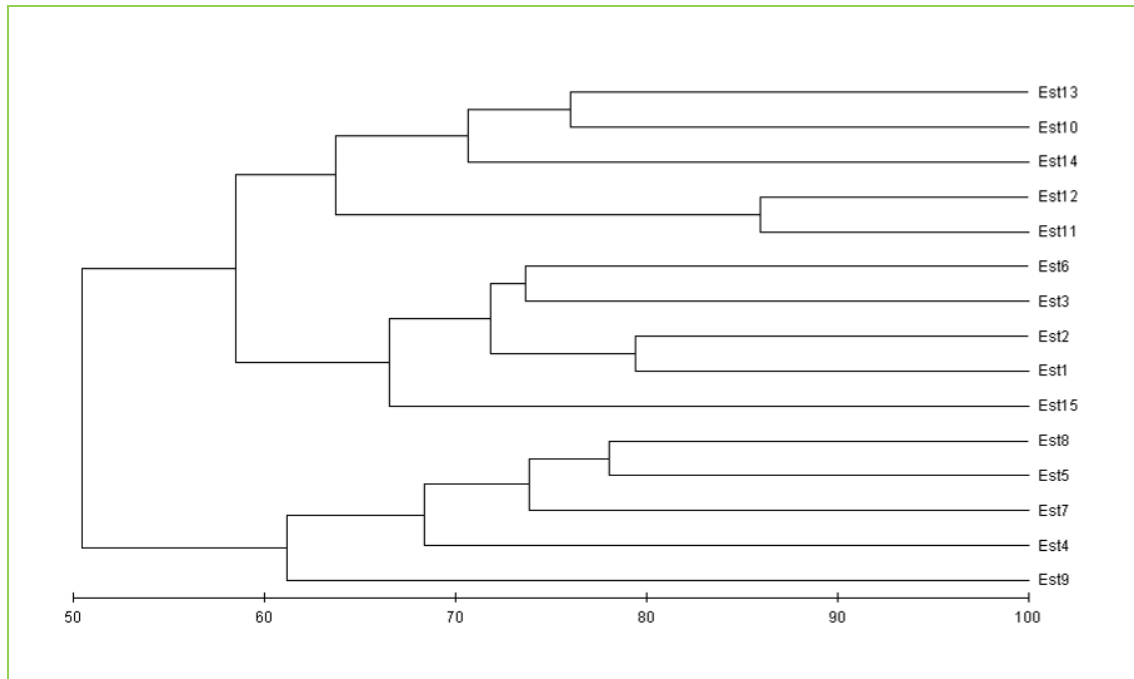
identificar um padrão de distribuição das demais estações, (Figura IV.2.3.2-6). O valor de stress foi de 0,07, inferior ao limite máximo de 0,1, o que corresponde a uma boa ordenação.



**FIGURA IV.2.3.2-6**

Análise de Ordenação Multidimensional (MDS) baseada na densidade total dos táxons de zooplâncton nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, sendo o fator considerado as estações de coleta (índice Bray-Curtis).

Os resultados decorrentes da análise de Cluster mostraram similaridade de aproximadamente 85% entre as estações 11 e 12, de 80% entre a estação 1 e 2 e as estações 5 e 8, e aproximadamente 75% entre as estações 10 e 13 (Figura IV.2.3.2-7). A estação 9 apresentou a menor similaridade em relação às demais estações (aproximadamente 60%). De um modo geral, as estações 11 e 12 apresentaram maior similaridade entre si, assim como as estações 1 e 2, enquanto que a estação 9 isolou-se das demais. Destaca-se que, esses resultados reforçam o que foi verificado através da análise de ordenação multidimensional – já que ambas as análises levam em consideração os valores de densidade e composição taxonômica do zooplâncton.



**FIGURA IV.2.3.2-7**

Análise de Cluster baseada na densidade total dos táxons de zooplâncton, nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, sendo o fator considerado as estações de coleta (índice Bray-Curtis).

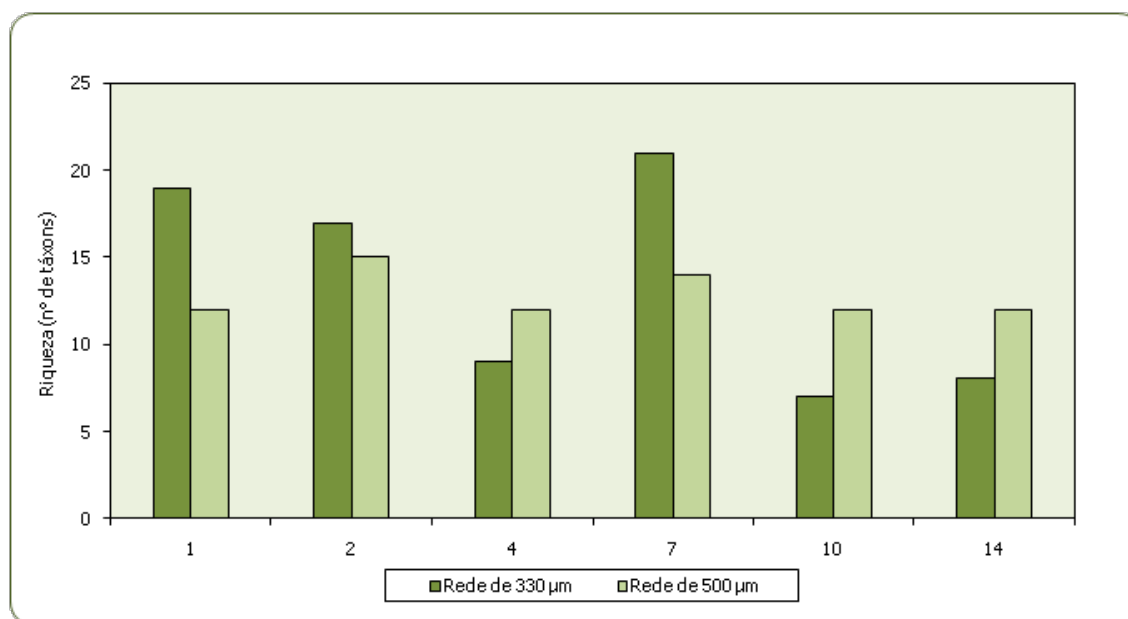
Em síntese, na área de estudo foi registrada a ocorrência de 49 táxons distribuídos nas quinze estações de coleta da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. No total, a densidade do zooplâncton foi baixa, variando de 1.230,97ind/m<sup>3</sup> a 6.680,48ind/m<sup>3</sup>, o que é esperado para uma área oceânica, influenciada pela Água Tropical, pobre em nutrientes. Com relação às estações de coleta, as maiores riquezas foram observadas nas estações 2 e 3, com a ocorrência de 31 e 30 táxons respectivamente. Foi observada a dominância do grupo Copepoda em todas as estações de coleta, com maior representatividade de *Paracalanus* sp., *Temora stylifera*, copepodito de Calanoida, *Calanoides* sp. A presença destes táxons é esperada em uma região oceânica da plataforma caracterizadas pela mistura de Água Costeira e Água Tropical. Os demais grupos do zooplâncton identificados no estudo registraram densidades bem abaixo dos valores de Copepoda, com dominância do grupo Appendicularia na maioria das estações. As variações observadas na composição e densidade da comunidade zooplanctônica, provavelmente foram decorrentes de flutuações naturais e do transporte passivo dos organismos pelas correntes nas águas oceânicas oligotróficas da região de estudo.

#### IV.2.3.3. Ictioplâncton

A comunidade ictioplanctônica da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, foi composta por 42 táxons, pertencentes a 17 famílias, 21 gêneros

e 4 espécies (Anexo XIII). Do total, 6 táxons foram exclusivos à rede de 330 $\mu$ m (*Electrona* sp., *Cyclopsetta* sp., *Bothus* sp., Apogonidae, Paralichthyidae e Balistidae), e 10 táxons à rede de 500 $\mu$ m (*Synodus synodus*, *Benthosema* sp., *Trichiurus* sp., *Syacium* sp., *Monacanthus* sp., *Sphoeroides* sp., Scorpaenidae, Labrissomidae, Labridae e Bothidae), enquanto que 26 táxons foram comuns às duas redes. Todos os táxons observados já foram citados para a costa brasileira (Menezes *et al.*, 2003) e nenhuma das espécies coletadas está incluída na lista vermelha da União Mundial para a Conservação da Natureza (IUCN, 2007).

A riqueza média para ambas as redes foi de aproximadamente 13 táxons. Para a rede de 330 $\mu$ m, a maior riqueza (21 táxons) foi observada na estação 7, enquanto que a menor (7 táxons) ocorreu na estação 10. Para a rede de 500, a maior riqueza (15 táxons), foi encontrada na estação 2, enquanto que a menor (12 táxons) ocorreu nas estações 1, 4, 10 e 14 (Figura IV.2.3.3-1). De acordo com Katsuragawa *et al.* (2006), resultados de várias pesquisas evidenciam uma grande diversidade de grupos taxonômicos compondo o ictioplâncton da região sudeste. No entanto, a composição taxonômica e a abundância ou frequência relativa dos grupos apresentam grandes variações, relacionadas a diversos fatores.



**FIGURA IV.2.3.3-1**

Riqueza de táxons de larvas de peixes coletadas nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

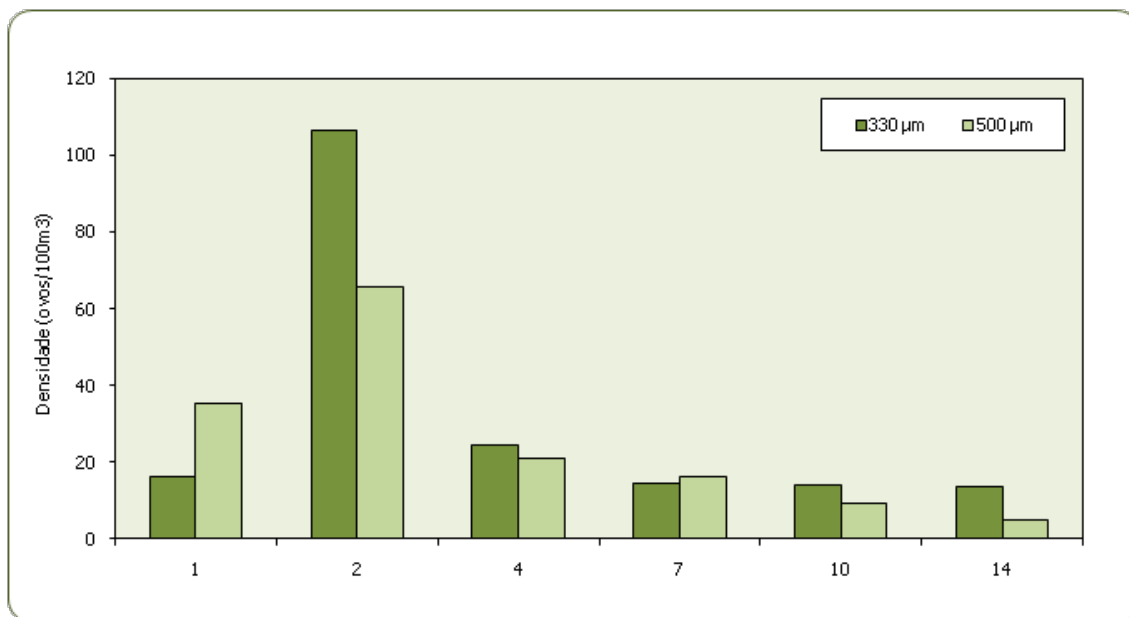
Na atual campanha, observou-se a presença de ovos em todas as estações para ambas as redes. A densidade média de ovos de peixes registrada para a rede de 330 $\mu$ m foi de 31,43ovos/100m<sup>3</sup>, enquanto que para a rede de 500 $\mu$ m, foi de 25,22ovos/100m<sup>3</sup> (Tabela IV.2.3.3-1). Para a rede de

330 $\mu$ m, a maior densidade de ovos foi registrada na estação 2 (106,40ovos/100m<sup>3</sup>), e a menor, na estação 14 (13,66ovos/100m<sup>3</sup>). Para a rede de 500 $\mu$ m, a densidade mais elevada foi verificada na estação 2 (65,69ovos/100m<sup>3</sup>), e a menor densidade, na estação 14 (4,65ovos/100m<sup>3</sup>) (Figura IV.2.3.3-2). Nas estações 2, 4, 10 e 14, as densidades de ovos foram mais elevadas para a rede de 330 $\mu$ m, enquanto que, nas estações 1 e 7, maiores densidades foram observadas para a rede de 500 $\mu$ m.

**TABELA IV.2.3.3-I**

Densidade total de ovos de peixes (ovos/100m<sup>3</sup>) coletados com as redes de 330  $\mu$ m e 500  $\mu$ m nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Densidade total de ovos de peixes |          |        |       |       |       |       |
|-----------------------------------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Rede                              | Estações |        |       |       |       |       |
|                                   | 1        | 2      | 4     | 7     | 10    | 14    |
| 330 $\mu$ m                       | 15,91    | 106,40 | 24,22 | 14,25 | 14,11 | 13,66 |
| 500 $\mu$ m                       | 35,10    | 65,69  | 20,65 | 15,98 | 9,26  | 4,65  |



**FIGURA IV.2.3.3-2**

Densidade de ovos de peixes (ovos/100m<sup>3</sup>) coletados com as redes de 330 $\mu$ m e 500 $\mu$ m nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

De um modo geral, ocorreram baixas densidades de ovos na região. A área de estudo, Bacia de Campos, encontra-se sob influência da Água Tropical, caracterizada como água quente (temperatura superior a 20°C) com reduzido teor de nutrientes, o que confere à região baixa produtividade

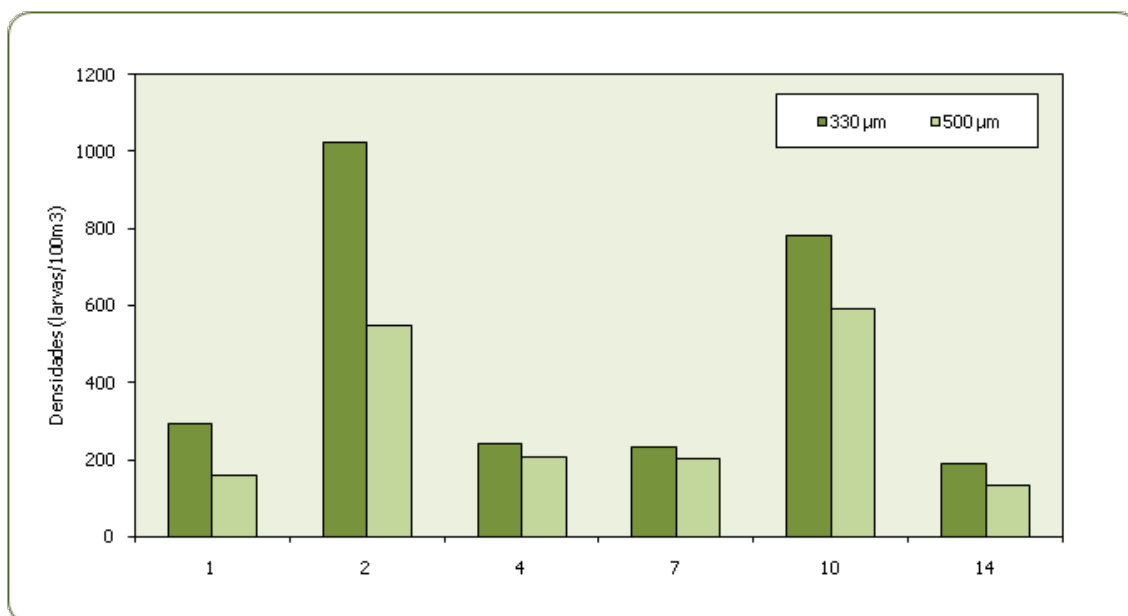
primária, – típica de ambientes oligotróficos – e conseqüentemente, baixa densidade de organismos ictioplancônicos (Gaeta, 1994; Ekau & Matsuura, 1996; Braga & Niencheski, 2006).

A densidade média de larvas de peixes foi de 461,24larvas/100m<sup>3</sup> para a rede de 330µm, e 307,77larvas/100m<sup>3</sup> para a rede de 500µm. Para a rede de 330µm, o maior valor foi obtido na estação 2 (106,40larvas/100m<sup>3</sup>), enquanto que a menor densidade foi observada na estação 14 (13,66larvas/100m<sup>3</sup>). Para a rede de 500µm, o maior valor foi verificado na estação 2 (65,69larvas /100m<sup>3</sup>), e o menor, na estação 14 (4,65larvas/100m<sup>3</sup>). (Tabela IV.2.3.3-II e Figura IV.2.3.3-3). O Anexo XIII apresentam todos os táxons do ictioplâncton com suas respectivas densidades para as redes de 330µm e 500µm. Ressalta-se que as estações 2 e 14 apresentaram os maiores e menores valores de densidade para ambas as redes, respectivamente. Nas estações 2, 4, 10 e 14, as densidades de larvas, assim como de ovos, foram mais elevadas para a rede de 330µm, enquanto que, nas estações 1 e 7, maiores densidades foram observadas para a rede de 500µm.

**TABELA IV.2.3.3-II**

Densidade total de larvas de peixes (larvas/100m<sup>3</sup>) coletadas com as redes de 330µm e 500µm nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Densidade total de larvas de peixes |          |      |     |     |     |     |
|-------------------------------------|----------|------|-----|-----|-----|-----|
| Rede                                | Estações |      |     |     |     |     |
|                                     | 1        | 2    | 4   | 7   | 10  | 14  |
| 330µm                               | 294      | 1021 | 242 | 235 | 783 | 191 |
| 500µm                               | 161      | 547  | 207 | 204 | 593 | 135 |



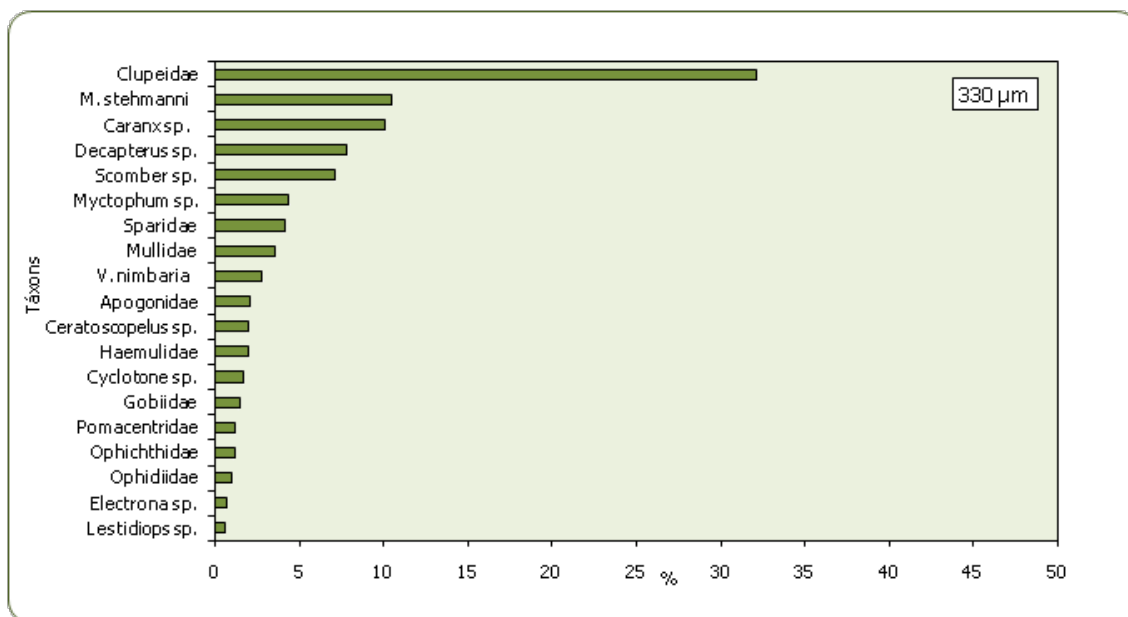
**FIGURA IV.2.3.3-3**

Densidade de larvas de peixes (larvas/100m<sup>3</sup>) coletados com as redes de 330µm e 500µm nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



Estudos sobre o ictioplâncton na costa sudeste brasileira oferecem indícios de forte relação entre a estratégia de desova dos peixes e a dinâmica de massas d'água da região, especialmente com o regime da ACAS (Água Central do Atlântico Sul) que transporta grande quantidade de nutrientes ao se aproximar da costa, propiciando condições favoráveis para o desenvolvimento do fitoplâncton na região pelágica nerítica (Aidar *et al.*, 1993). Itagaki (1999) identificou três principais associações de larvas de peixes na região da plataforma Sudeste do Brasil, denominadas de assembléias costeira, nerítica e oceânica. A área ocupada pela assembléia costeira esteve principalmente influenciada pela AC (Água Costeira), enquanto que a área ocupada pela assembléia nerítica (larvas de grupos cujos adultos apresentam uma distribuição ampla na região da plataforma) foi influenciada pela ACAS (Água Central do Atlântico Sul), e a assembléia oceânica (dominância de larvas de peixes mesopelágicos), pela AT (Água Tropical), que é carregada pela Corrente do Brasil. Acredita-se que a Corrente do Brasil deva desempenhar um papel fundamental na distribuição e abundância do ictioplâncton da costa sudeste e sul como um todo, devido às massas d'água por ela transportadas, assim como também aos seus meandramentos e vórtices associados (Katsuragawa *et al.*, 2006).

Para a abundância relativa dos táxons, no conjunto coletado pela rede de 330 $\mu$ m, a família Clupeidae foi a mais abundante, com 32% do total (densidade média de 148,09larvas/100m<sup>3</sup>). Outros percentuais acima de 10% foram apresentados pela espécie *Maurolicus stehmanni* (família Sternoptychidae) e pelo gênero *Caranx* sp. (família Carangidae), com 48,50larvas/100m<sup>3</sup> e 46,46larvas/100m<sup>3</sup> de densidade média, respectivamente. Acima de 5%, estiveram os gêneros *Decapterus* sp. (família Carangidae) e *Scomber* sp. (família Scombridae), com 36,06larvas/100m<sup>3</sup> e 32,59larvas/100m<sup>3</sup> de densidade média, respectivamente. Os demais táxons apresentaram abundância relativa inferior a 5% do total e densidade média inferior a 20larvas/100m<sup>3</sup> (Figura IV.2.3.3-4).



**FIGURA IV.2.3.3-4**

Percentual dos principais táxons de larvas de peixes coletados com rede de 330 µm nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

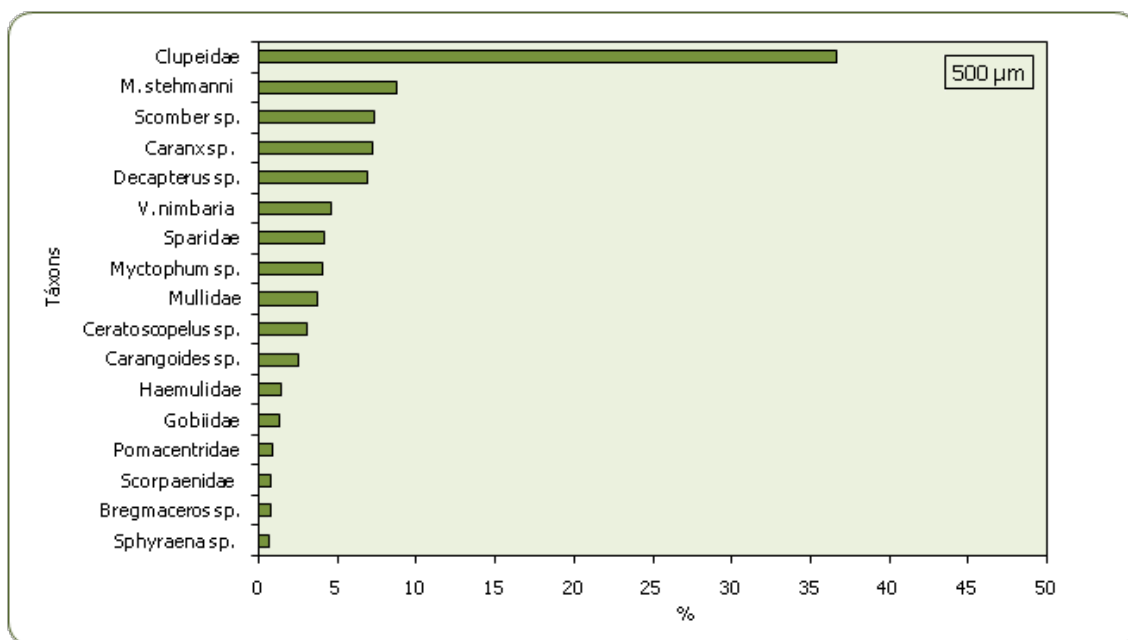
A família Clupeidae (sardinhas e savelhas) inclui peixes pelágicos de pequeno porte, hábitos costeiros, planctófagos (alimentam-se de organismos planctônicos) da superfície ou meia-água. Alguns formam grandes cardumes e são muito importantes economicamente em várias regiões do mundo. Na costa sudeste do Brasil, são conhecidos oito gêneros (Figueiredo & Menezes, 1978). Devido à relevância da sardinha para a pesca da região Sudeste, ovos e larvas de Clupeidae foram os primeiros a serem estudados. Ao sintetizar os trabalhos existentes, pode-se dizer que, na região Sudeste, a larva de *Sardinella brasiliensis* é a mais abundante, seguida por *Harengula jaguana*. De acordo com Katsuragawa *et al.* (1997), ambas as espécies foram observadas na região da Bacia de Campos (RJ), até ligeiramente o Cabo de São Tomé, durante o verão e o inverno, porém comparativamente em menor abundância do que a observada na costa sudeste, a partir do Cabo Frio.

A espécie *Maurolicus stehmanni* (família Sternoptychidae), conhecida também como peixe-lanterna, é tipicamente mesopelágica. Os peixes-lanterna vivem ou passam pelo menos parte do dia na zona mesopelágica, região oceânica entre profundidades de 200 e 1.000m, aproximadamente. São pouco utilizados comercialmente (consumo direto como alimento), porém são considerados importantes elos na cadeia trófica oceânica, servindo de alimento para espécies de peixes maiores (como atuns e afins) e cetáceos, ou atuando como predadores de zooplâncton (Hopkins & Baird, 1977).

Peixes da família Carangidae (chicharro, palombeta, pampo, charéu e outros), representada no presente estudo pelos gêneros *Caranx* e *Decapterus*, distribuem-se amplamente pelas águas marinhas e estuarinas tropicais, subtropicais e temperadas de ambos os hemisférios, sendo a maioria pelágica e

nadadora ativa (Smith-Vaniz, 1984). No mínimo 15 gêneros ocorrem na costa sudeste do Brasil (Menezes & Figueiredo, 1980) e alguns têm importância comercial, como o carapau e o xaréu (gênero *Caranx*).

No conjunto de táxons coletados pela rede de 500µm, a família Clupeidae também foi a mais abundante, com 37% do total (densidade média de 112,73larvas/100m<sup>3</sup>). Em seguida, a espécie *Maurolicus stehmanni* (família Sternoptychidae) apresentou 9% de abundância, com 26,86larvas/100m<sup>3</sup> de densidade média, enquanto que os gêneros *Caranx* sp. e *Decapterus* sp. (família Carangidae), e *Scomber* sp. (família Scombridae), apresentaram 7% cada, com densidade média em torno de 22larvas/100m<sup>3</sup>. A espécie *Vinciguerria nimbaria* (família Phosichthyidae) apresentou 5%, com densidade média de 14,19larvas/100m<sup>3</sup> e os demais táxons mostraram percentuais inferiores a 5% de abundância relativa (Figura IV.2.3.3-5).



**FIGURA IV.2.3.3-5**

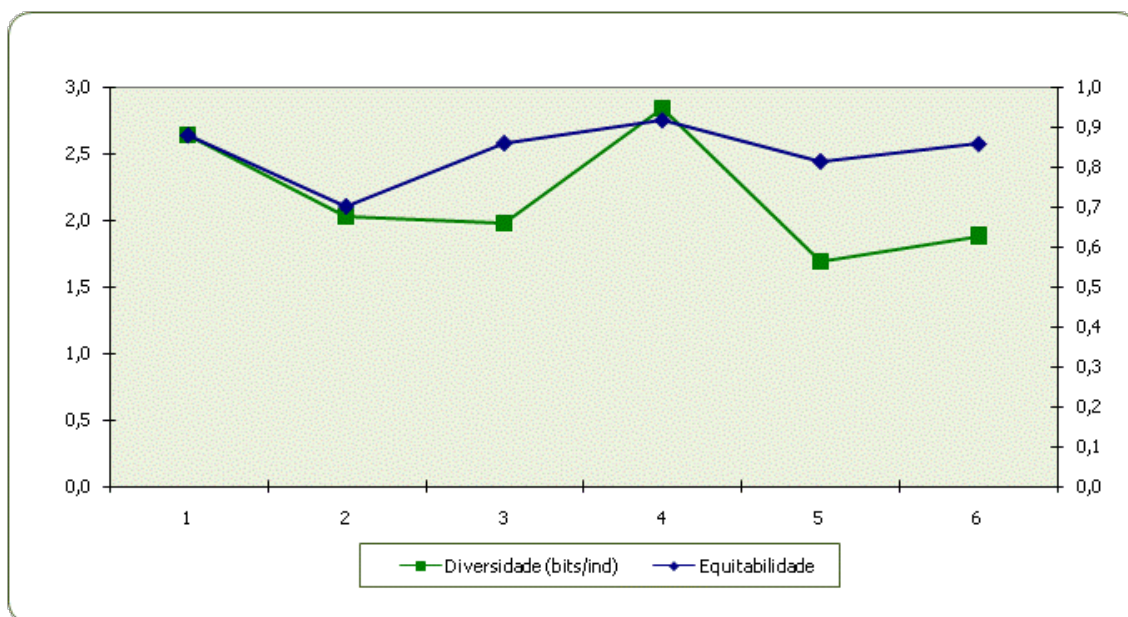
Percentual dos principais táxons de larvas de peixes coletados com rede de 500µm nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Peixes da família Scombridae (atuns, bonitos, cavalinhas) são considerados organismos do topo da cadeia alimentar marinha. Pelágicos e carnívoros, são geralmente cosmopolitas de grande porte, sendo que muitos realizam migrações transoceânicas (Figueiredo & Menezes, 2000). Grande parte das espécies é encontrada em águas brasileiras e apresenta elevado valor comercial.

Sabe-se que ovos e principalmente larvas de peixes mesopelágicos, representados por *Maurolicus stehmanni* e *Vinciguerria nimbaria*, são comumente encontrados nas amostras de ictioplâncton de regiões oceânicas das costas sul-sudeste do Brasil. Geralmente, realizam migrações verticais diárias,

podendo chegar próximo à superfície durante a noite (Katsuragawa *et al.*, 2006). De acordo com Bonecker & Hubold (1990), larvas de *Vinciguerria* ocorrem em toda parte oceânica da região Sul durante o inverno e a primavera, com abundâncias superiores a 200ind/100m<sup>2</sup>.

Quanto aos índices ecológicos, a diversidade do ictioplâncton na rede de 330µm apresentou valor máximo nas estações 7 (2,84bits/ind) e 1 (2,64bits/ind), enquanto que o menor valor ocorreu na estação 10 (1,70bits/ind). Segundo a classificação de Shannon (1948), as estações 4, 10 e 14 apresentaram valores correspondentes à diversidade baixa (entre 1,0 e 2,0bits/ind), enquanto que as estações 1, 2 e 7 apresentaram valores de diversidade média (entre 2,0 e 3,0bits/ind). O maior valor de equitabilidade também foi registrado na estação 7 (0,92), enquanto que a menor uniformidade nas densidades foi encontrada na estação 2 (0,70) (Figura IV.2.3.3-6). A equitabilidade de uma comunidade indica sua homogeneidade em termos da participação de cada táxon, podendo variar de 0 a 1. Valores mais altos (próximos de 0,90), como ocorrido na maioria das estações na Bacia de Campos (1, 4, 7, 10 e 14), indicam uma comunidade mais homogênea, e portanto, mais resistente a distúrbios (Pielou, 1977; Begon *et al.*, 1996).

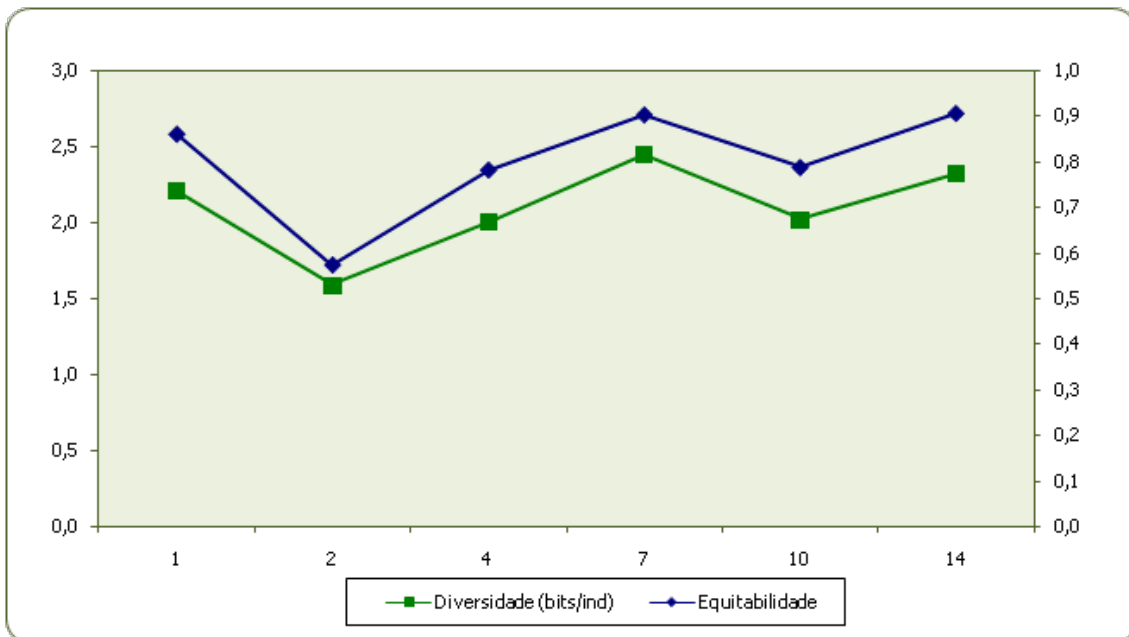


**FIGURA IV.2.3.3-6**

Valores de diversidade (bits/ind) e equitabilidade do ictioplâncton para a rede de 330µm nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Na rede de 500µm, a diversidade do ictioplâncton atingiu o valor mais elevado na estação 7 (2,44bits/ind), enquanto que o valor mais baixo ocorreu na estação 2 (1,59bits/ind). Somente a estação 2 apresentou valor correspondente à baixa diversidade, enquanto que as demais estações apresentaram diversidade média de acordo com a classificação de Shannon (1948). A estação 14

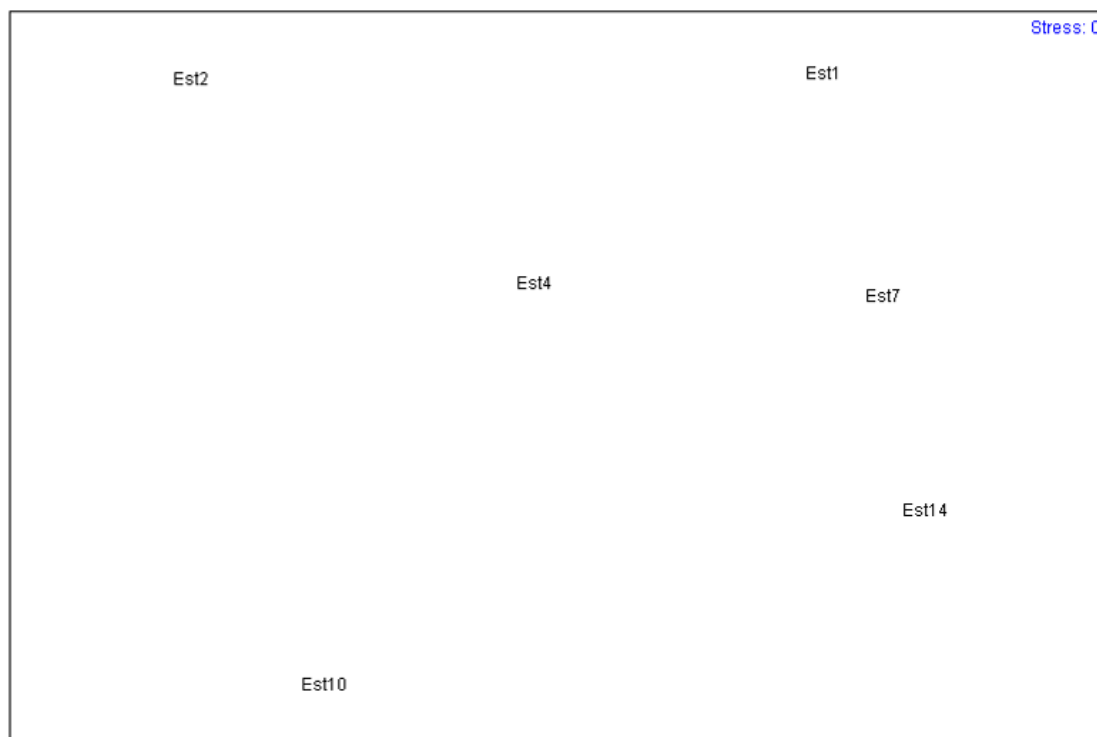
apresentou o maior valor de equitabilidade, com 0,91. A menor uniformidade nas densidades ocorreu na estação 2 (0,57), confirmando os resultados de diversidade (Figura IV.2.3.3-7). Os valores de equitabilidade para a rede de 500 $\mu$ m foram mais baixos que os valores obtidos para a rede de 330 $\mu$ m, com exceção da estação 14. Ressalta-se que a estação 7 apresentou os maiores índices de diversidade e equitabilidade tanto para a rede de 330 $\mu$ m, quanto para a rede de 500 $\mu$ m.



**FIGURA IV.2.3.3-7**

Valores de diversidade (bits/ind) e equitabilidade do icteoplâncton para a rede de 500 $\mu$ m nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

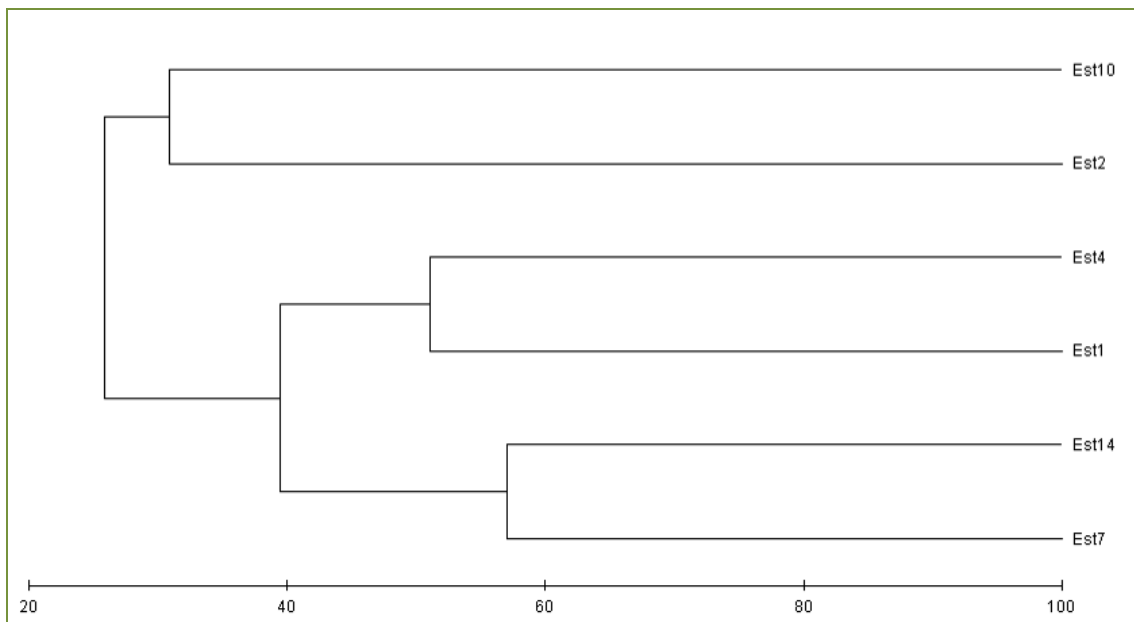
Através da Análise de Ordenação Multidimensional, aplicada aos táxons do icteoplâncton coletados com a rede de 330 $\mu$ m, não foi possível observar uma tendência de aproximação entre as estações (Figura IV.2.3.3-8). O valor de stress, igual a zero, corresponde a uma boa ordenação (valor inferior a 0,1), de acordo com Clarke & Warwick (1994).



**FIGURA IV.2.3.3-8**

Análise de Ordenação Multidimensional (MDS) baseada na densidade total dos táxons de ictioplâncton obtidos para a rede de 330 $\mu$ m nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, sendo o fator considerado as estações de coleta (índice Bray-Curtis).

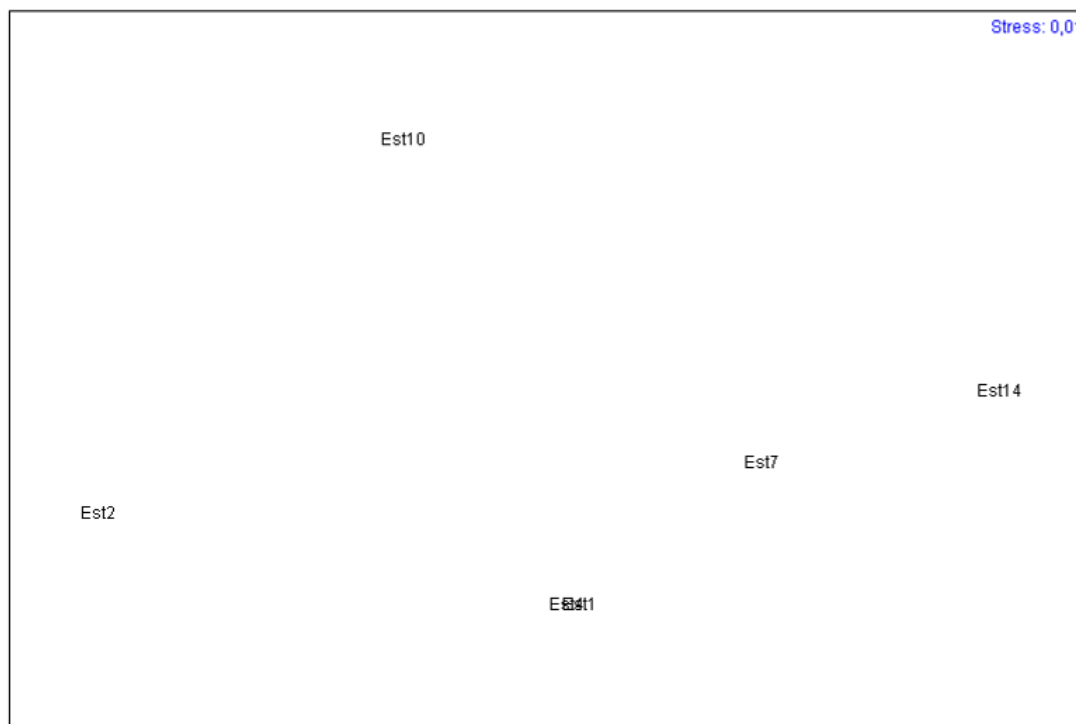
A análise de Cluster mostrou similaridades entre 20% e 60% (Figura IV.2.3.3-9). A maior similaridade foi observada entre as estações 7 e 14, que apresentaram densidades semelhantes (249,33ind/100m<sup>3</sup> e 204,97ind/100m<sup>3</sup>, respectivamente) e compartilharam 8 táxons. Similaridade em torno de 20% foi observada entre o clado formado pelas estações 2 e 10 e o clado composto pelas demais estações. Cabe enfatizar que valores mais altos de similaridade estão relacionados a valores de densidade próximos e, principalmente, à semelhança taxonômica entre as estações.



**FIGURA IV.2.3.3-9**

Análise de Cluster baseada na densidade total dos táxons de ictioplâncton obtidos para a rede de 330 $\mu$ m, nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, sendo o fator considerado as estações de coleta (índice Bray-Curtis).

Para a rede de 500 $\mu$ m, a Análise de Ordenação Multidimensional resultou em grande aproximação das estações 1 e 4, cujas densidades foram de 196,56ind/100m<sup>3</sup> e 227,18ind/100m<sup>3</sup>, respectivamente (Figura IV.2.3.3-10). No total, essas estações apresentaram 8 táxons em comum. Em relação às outras estações, não foi possível identificar uma tendência de aproximação entre elas. O valor de stress, igual a 0,01, corresponde a uma boa ordenação (Clarke & Warwick, 1994) assegurando a confiabilidade dos resultados.

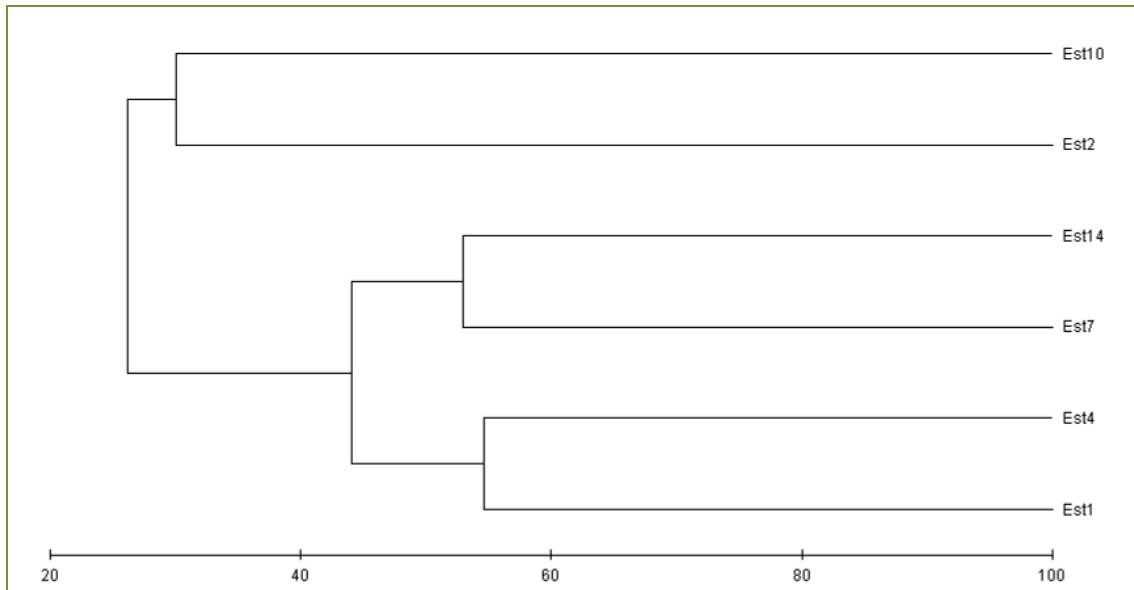


**FIGURA IV.2.3.3-10**

Análise de Ordenação Multidimensional (MDS) baseada na densidade total dos táxons de ictioplâncton obtidos para a rede de 500µm nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, sendo o fator considerado as estações de coleta (índice Bray-Curtis).

Através da análise de Cluster para a rede de 500µm foram verificadas similaridades entre 20% e 60% (Figura IV.2.3.3-11). A maior similaridade mostrada pelo dendrograma foi observada entre as estações 1 e 4, corroborando o resultado observado na análise de MDS. Outra similaridade acima de 50% foi verificada entre as estações 7 e 14. A menor similaridade foi observada entre o clado formado pelas estações 2 e 10 e o clado composto pelas demais estações.





**FIGURA IV.2.3.3-11**

Análise de Cluster baseada na densidade total dos táxons de ictioplâncton obtidos para a rede de 500 $\mu$ m, nos 6 arrastos realizados na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, sendo o fator considerado as estações de coleta (índice Bray-Curtis).

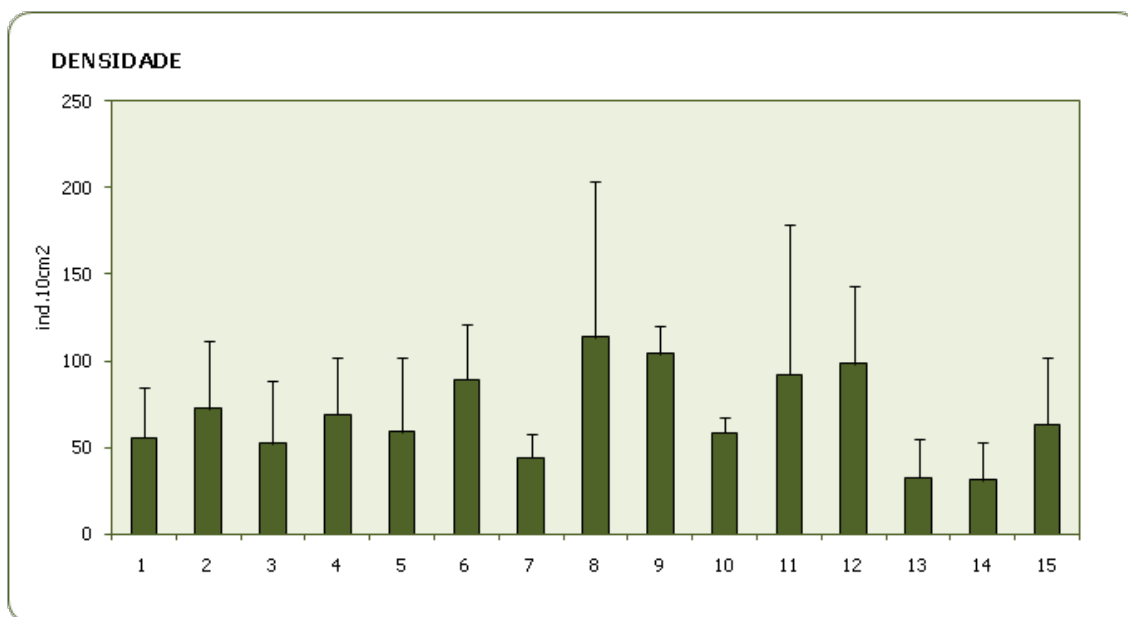
De uma maneira geral, as análises de Cluster e ordenação multidimensional, mostraram proximidade de estações com densidades ou composição taxonômica semelhantes, sem evidenciar, no entanto, um padrão claro de distribuição espacial das densidades de peixes. Possivelmente, as variações observadas na composição e densidade de larvas e ovos de peixes foram decorrentes de flutuações naturais ligadas ao período e intensidade de desova das espécies de peixes e ao transporte passivo das larvas pelas correntes nas águas oceânicas oligotróficas da região de estudo.

#### IV.2.3.4. Meiofauna Bentônica

Os sedimentos marinhos cobrem mais de 80% do fundo dos oceanos, criando um dos maiores tipos de habitats da terra. Os organismos associados a esses sedimentos variam, em tamanho, desde uma bactéria até enormes caranguejos e peixes, sendo que entre as categorias de tamanho, destaca-se a meiofauna bentônica por sua enorme abundância e diversidade, principalmente, várias espécies de nematódeos e micro-crustáceos, como os copépodes (Nybakken, 2004).

Atualmente, cada vez mais a meiofauna vem sendo utilizada como instrumento de biomonitoramento ambiental devido, principalmente, as suas características como: dependência e estreita associação com o sedimento, ciclo de vida curto e direto ou com estágios larvais bentônicos e alta diversidade, abundância e sensibilidade ambiental (Coull & Chandler, 1992).

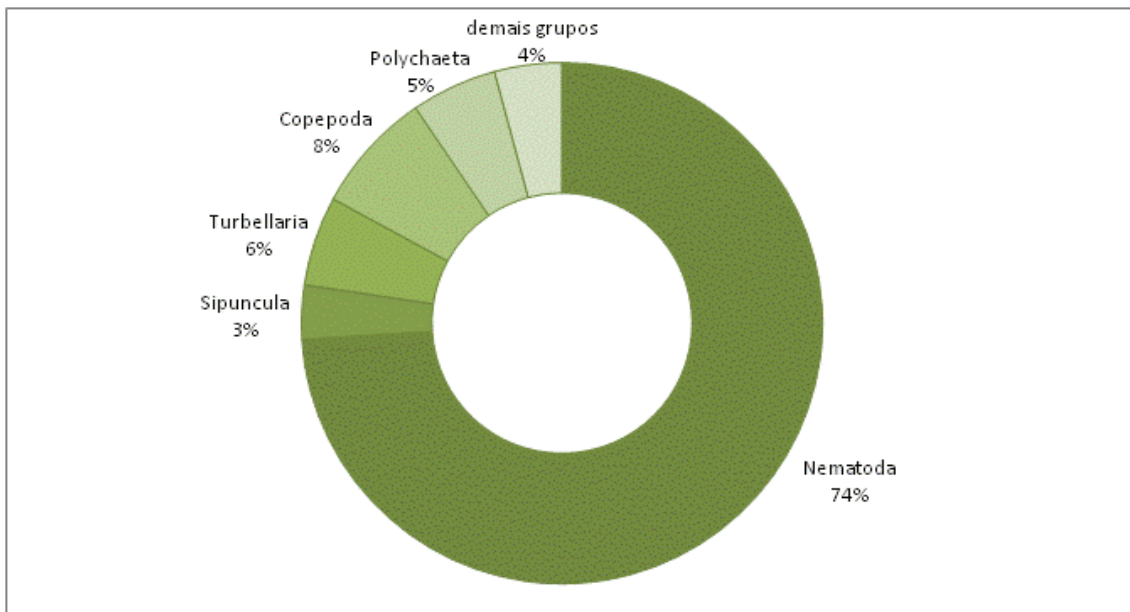
Os resultados sobre a comunidade da meiofauna das amostras coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, mostraram que as maiores densidades de organismos ocorreram nas estações 8 e 9, enquanto que, as estações 13 e 14 apresentaram os menores valores (Figura IV.2.3.4-1). Entretanto, as diferenças observadas não foram estatisticamente significativas ( $F=1,44$ ;  $gl-15$ ;  $p=0,44$ ).



**FIGURA IV.2.3.4-1**

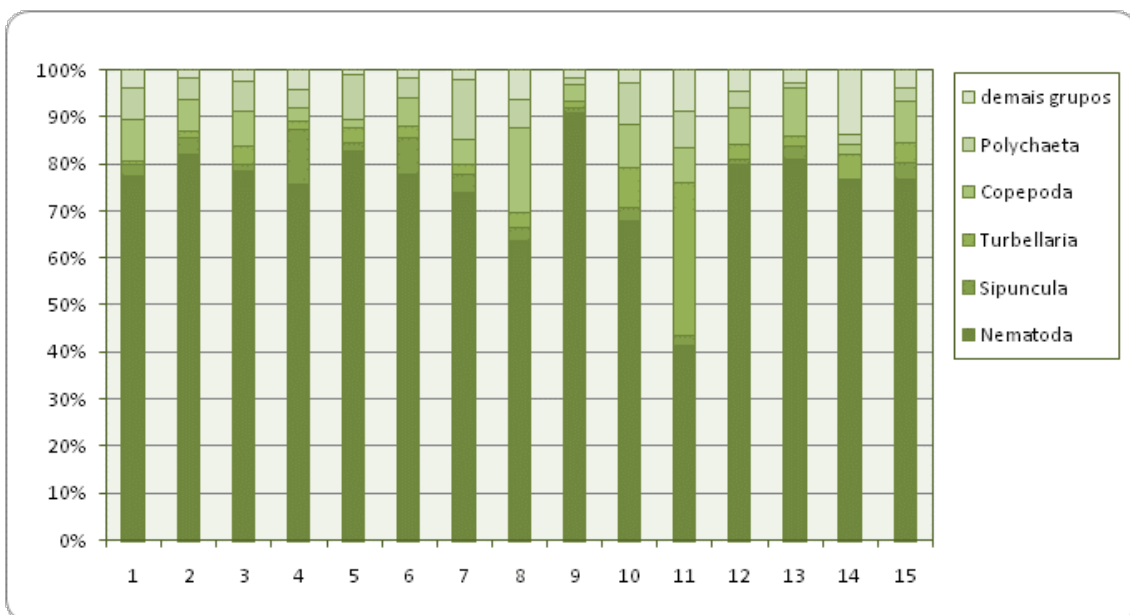
Densidade de organismos da meiofauna (ind./10cm<sup>2</sup>) nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Considerando todas as áreas estudadas, foi encontrado um total de 17 grupos zoológicos da meiofauna - Filo Platyhelminthes (Classe Turbellaria), Sipuncula, Nemertinea, Arthropoda (Sub-Filo Cheliceriformes – Classe Arachnida – Ordem Acari), Gastrotricha, Arthropoda (Sub-Filo Crustacea – Classe Malacostraca – Ordem Isopoda), Kynorhincha, Arthropoda (Sub-Filo Crustacea – Classe Malacostraca – Ordem Amphipoda), Priapulida, Arthropoda (Sub-Filo Crustacea – Classe Malacostraca – Ordem Tanaidacea), Nematoda, Arthropoda (Sub-Filo Crustacea – Classe Maxillopoda – Sub-classe Copepoda), Annelida (Classe Polychaeta), Arthropoda (Sub-Filo Crustacea – Classe Maxillopoda – Sub-classe Ostracoda), Annelida (Classe Oligochaeta). O grupo Nematoda foi o mais abundante, representando mais de 70% da abundância relativa no total das amostras coletadas (Figura IV.2.3.4-2) sendo também, o mais abundante em todas as estações de coleta (Figura IV.2.3.4-3).



**FIGURA IV.2.3.4-2**

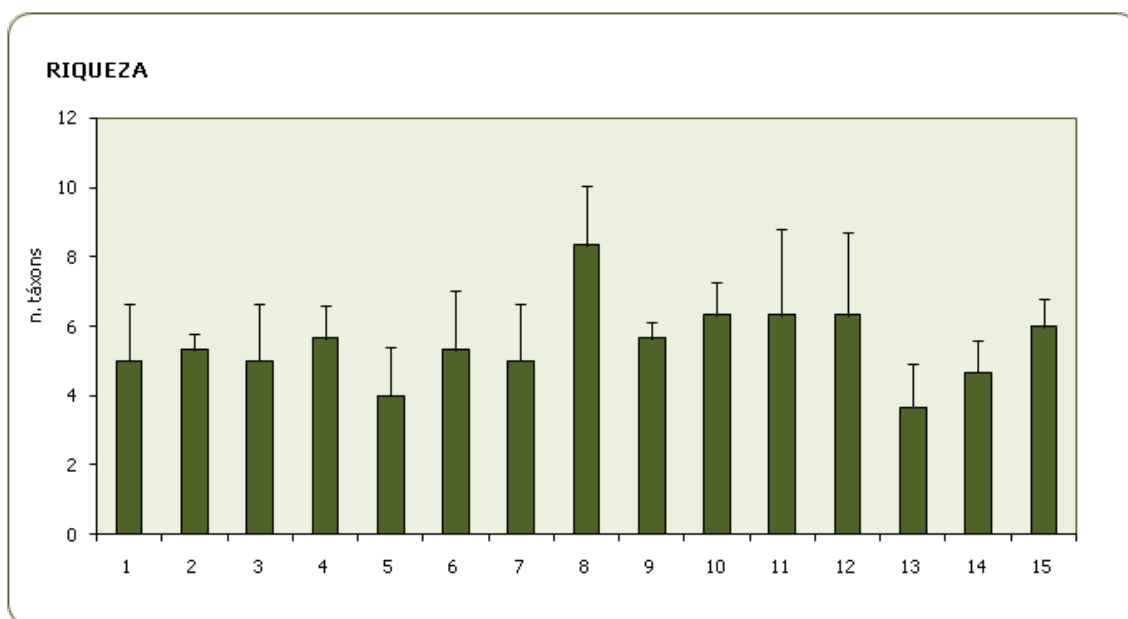
Abundância relativa dos grandes grupos da meiofauna no total das amostras coletadas nas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.4-3**

Abundância relativa dos grandes grupos da meiofauna nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Os valores de riqueza de grupos meiofaunísticos foram semelhantes entre a maioria das estações (Figura IV.2.3.4-4), não ocorrendo diferenças significativas entre as estações quanto ao número de táxons ( $F=1,14$ ;  $gl=14$ ;  $p=0,36$ ).



**FIGURA IV.2.3.4-4**

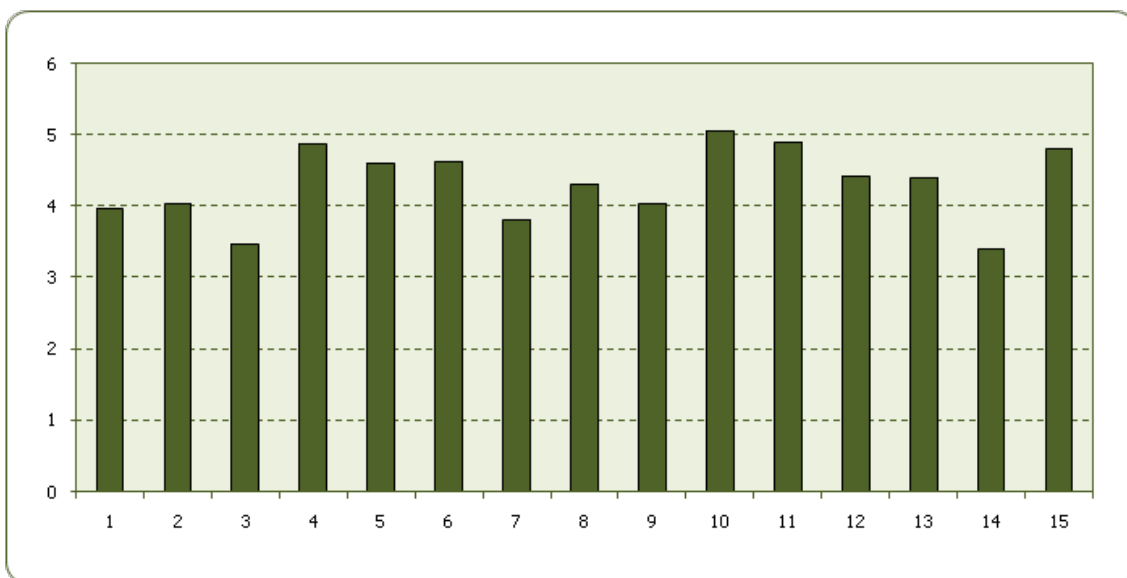
Número total de táxons nas 15 estações amostradas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

Considerando o refinamento taxonômico do grupo Nematoda, foram encontrados 111 gêneros (Anexo XIV), dos quais, 28 (*Sabatieria*, *Terschellingia*, *Desmoscolex*, *Cyartonema*, *Cervonema*, *Thalassironus*, *Thalassomonhystera*, *Daptonema*, *Halalaimus*, *Tricoma*, *Quadricoma*, *Paralinhomoeus*, *Spirinia*, *Boucherius*, *Desmodora*, *Neochromadora*, *Longicyatholaimus*, *Acantholaimus*, *Hopperia*, *Paralongicyatholaimus*, *Parasphaerolaimus*, *Halichoanolaimus*, *Maryllynnia*, *Paracanthonchus*, *Metadasynemella*, *Amphimonhystrella*, *Vasostoma*, *Paranticoma*) representam mais de 70% do número total de indivíduos no total das amostras. O gênero *Sabatieria* foi o mais abundante em praticamente todas as estações de coleta (Tabela IV.2.3.4-1). Os valores de diversidade apresentaram-se, de uma forma geral, altos (Figura IV.2.3.4-5). Apesar de *Sabatieria* mostrar-se bem abundante na maioria das estações, os valores de dominância podem ser considerados baixos, o que se reflete nos altos valores de equitabilidade (Figura IV.2.3.4-6). Os comedores de depósitos não seletivos (1B) dominaram na maioria das estações de coleta (Figura IV.2.3.4-7). Em síntese, os índices ecológicos das comunidades mostraram valores que podem ser considerados (segundo Odum (1988)) indicadores de uma boa qualidade ambiental na área estudada.

**TABELA IV.2.3.4-I**

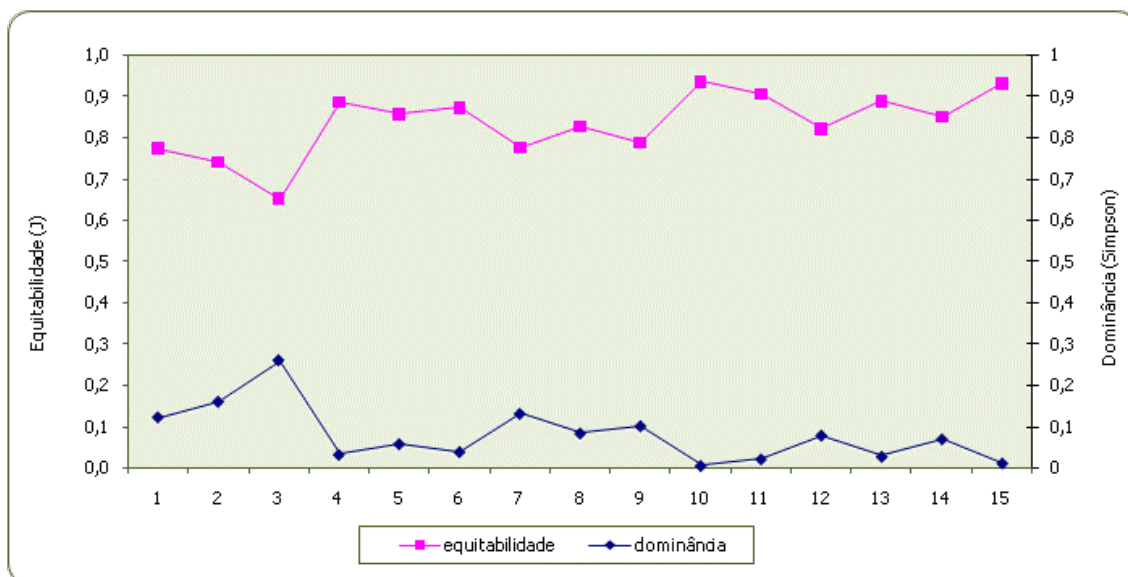
Gêneros dominantes de Nematoda (quanto à abundância) nas amostras das 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Gêneros dominantes de Nematoda |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| Gênero                         | Estações |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|                                | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| <i>Sabatieria</i>              | X        | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| <i>Desmoscolex</i>             |          | X |   |   |   |   |   | X |   |    |    | X  |    |    |    |
| <i>Cervonema</i>               |          |   |   | X |   |   |   |   |   |    |    |    | X  |    |    |
| <i>Thalassomonhystera</i>      |          |   |   |   |   |   |   |   | X |    |    |    |    |    |    |
| <i>Halalaimus</i>              |          |   |   |   |   |   |   |   |   | X  | X  |    |    |    |    |
| <i>Quadricoma</i>              | X        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Spirinia</i>                |          |   |   |   |   |   |   |   |   | X  |    |    |    | X  |    |
| <i>Desmodora</i>               |          |   |   |   |   | X |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Hopperia</i>                |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | X  |
| <i>Thalassironus</i>           |          |   |   |   |   |   | X |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Paranticoma</i>             |          |   | X |   | X |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |



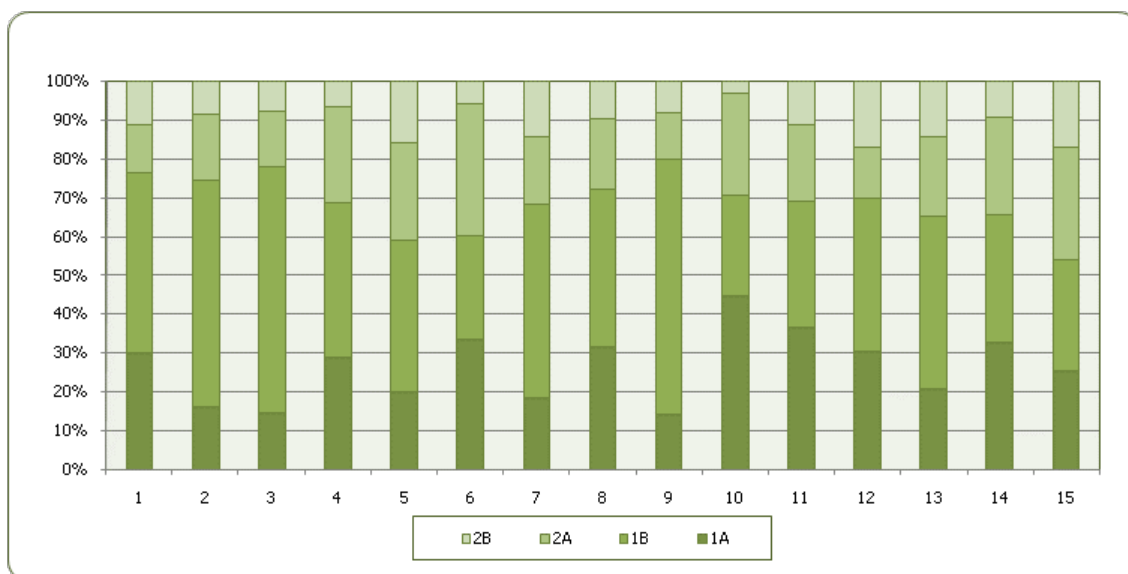
**FIGURA IV.2.3.4-5**

Valores de diversidade dos gêneros de Nematoda nas amostras das 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.4-6**

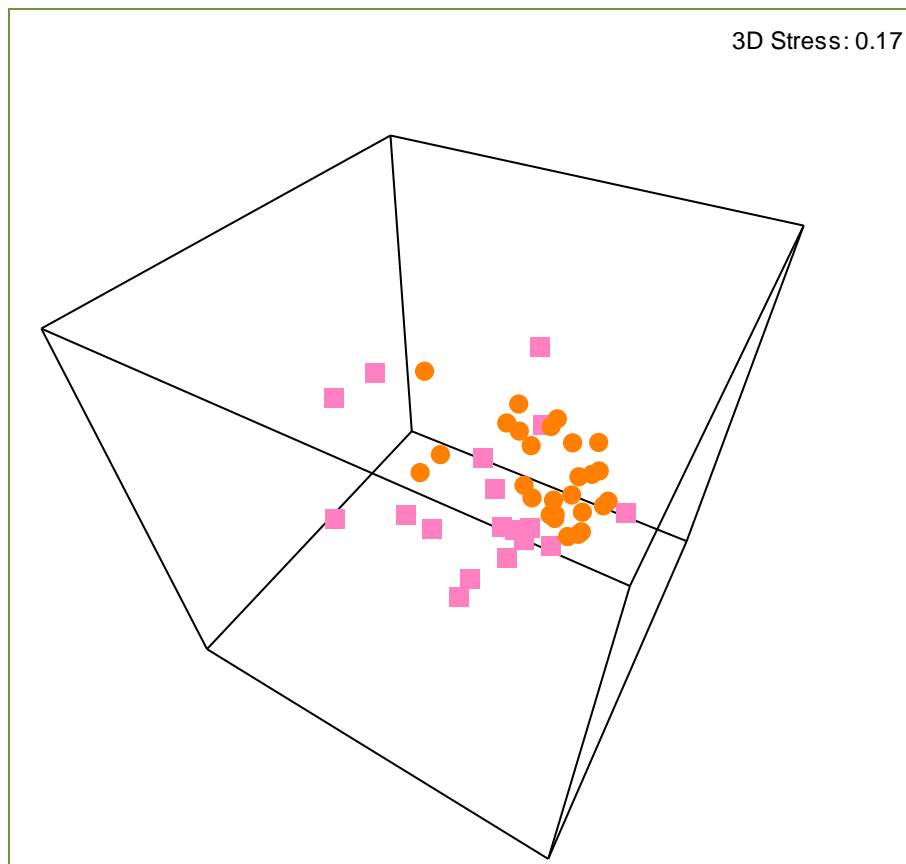
Valores de equitabilidade e dominância dos gêneros de Nematoda nas amostras das 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.4-7**

Abundância relativa dos grupos tróficos de Nematoda nas amostras das 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. 1A, detritívoros; 1B, detritívoros não seletivos; 2A, herbívoros; 2B, predadores ou predadores/onívoros.

A Análise de Ordenação Multidimensional (MDS), com base nos gêneros de Nematoda, evidenciou uma tendência de separação das estações em função de suas posições na área de estudo (Figura IV.2.3.4-8). Essas observações foram confirmadas pelo teste ANOSIM, que indicou diferenças significativas entre os grupos observados ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA IV.2.3.4-8**

Análise de ordenação multidimensional baseada na densidade dos gêneros de Nematoda, das amostras das 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, considerando o fator posição das estações na área de estudo. Circulos laranja representam as amostras das estações nos blocos localizados ao sul, quadrados rosa representam as amostras das estações nos blocos localizados ao norte.

A aplicação da análise SIMPER reforça as observações anteriores, ou seja, ainda o gênero *Sabatieria* seja o dominante em quase todas as estações de coleta, as contribuições percentuais para as similaridades dos grupos variam em função dos fatores posição e o tamanho médio do grão (Tabela IV.2.3.4-II), ou seja, os percentuais representativos desse gênero variam de uma área para outra e podemos associar isso as características dos sedimentos dessas áreas.

**TABELA IV.2.3.4-II**

Resultado da análise SIMPER para a meiofauna, indicando os principais gêneros e, seus respectivos percentuais de contribuição (cerca de 65% do total) para a similaridade dos grupos de estações de coleta na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, (conforme suas posições na Figura IV.2.3.4-8)

| Resultado da análise SIMPER para a meiofauna  |                                 |                           |                 |                |
|---|---------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------|
| Posição das estações  | Sedimento predominante          | Gênero                    | Densidade média | Contribuição % |
| Posição das estações<br>Estações localizadas ao sul<br>(Blocos C-M-592, C-M-620<br>e C-M-621) | De areia muito fina a<br>grossa | <i>Sabatieria</i>         | 12,04           | 62,51          |
|   |                                 | <i>Thalassomonhystera</i> | 1,11            | 2,75           |
|   |                                 | <i>Quadricoma</i>         | 0,89            | 2,68           |

| Resultado da análise SIMPER para a meiofauna             |                         |                          |                 |                |
|--|-------------------------|--------------------------|-----------------|----------------|
| Posição das estações                                     | Sedimento predominante  | Gênero                   | Densidade média | Contribuição % |
| Estações localizadas ao norte (Blocos C-M-446 e C-M-499) | De areia média a grossa | <i>Sabatieria</i>        | 5,00            | 38,44          |
|  |                         | <i>Desmoscolex</i>       | 1,28            | 8,01           |
|  |                         | <i>Halalaimus</i>        | 1,22            | 5,60           |
|  |                         | <i>Cervonema</i>         | 0,83            | 4,35           |
|  |                         | <i>Parasphaerolaimus</i> | 1,17            | 4,17           |
|  |                         | <i>Spirinia</i>          | 1,50            | 3,97           |
|  |                         | <i>Longicyatholaimus</i> | 1,06            | 3,33           |

Com o refinamento taxonômico do grupo Copepoda, foram encontrados 13 táxons (famílias ou gêneros), sendo a família Diossacidae a mais abundante (Tabela IV.2.3.4-III). Considerando que, quase 50% dos indivíduos encontrados, foram juvenis (copepoditos, para os quais a identificação taxonômica ficou impossibilitada), não foram realizadas análises quantitativas exclusivas para os táxons de Copepoda.

**TABELA IV.2.3.4-III**

Táxons de Copepoda Harpacticoida e suas respectivas abundâncias relativas no total das amostras coletadas nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

| Abundância relativa de Copepoda Harpacticoida no total de amostras de meiofauna |                         |
|---|-------------------------|
| Táxon   | Abundância relativa (%) |
| Família Diosaccidae   | 14,53                   |
| <i>Amphiascella</i>   | 3,00                    |
| <i>Paramphiascella</i>  | 1,29                    |
| <i>Amphiascus</i>   | 0,43                    |
| <i>Pseudomesochra</i>   | 1,29                    |
| Família Ameiridae   | 2,69                    |
| <i>Sarsameira</i>   | 0,85                    |
| Família Ectinosomatidae   | -                       |
| <i>Bradya</i>   | 0,43                    |
| Família Huntemaniidae   | -                       |
| <i>Nannopus</i>   | 0,43                    |
| Família Cletodidae  | -                       |
| <i>Cletodes</i>   | 0,42                    |
| Família Canthocamptidae   | 0,85                    |
| Família Tisbidae  | 0,43                    |
| <i>Zosime</i>   | 0,85                    |
| Formas juvenis (copepoditos)  | 48,29                   |

O número de grupos meiofaunísticos encontrado neste estudo foi superior ao de outros estudos realizados com meiofauna de profundidade em outras regiões do litoral brasileiro, como a costa



paulista (Corbisier, 1993) e o litoral da região norte e nordeste (Lucena, 1994); e do planeta como a Antártica (Vanhove *et al.*, 1995), o Atlântico Tropical (Galéron *et al.*, 2000) e a região Ártica (Vanreusel *et al.*, 2000). Já os valores de densidade total da meiofauna apresentaram-se, na maioria das estações, abaixo dos padrões estabelecidos na literatura, que indica normalmente, para as regiões batiais, valores entre 100-1000 indivíduos por 10cm<sup>2</sup> (Giere, 1993).

Os gêneros de Nematoda encontrados nesse estudo, já possuem registro de ocorrência para sedimentos de mar profundo do Sudeste Brasileiro (Fonseca-Genevois *et al.*, 2005; Netto *et al.*, 2005). A dominância de *Sabatieria*, em praticamente todas as estações de coleta, poderia estar associada às características do sedimento, especialmente aos altos teores de matéria orgânica. Este gênero apresenta-se, amplamente, em diferentes mares e oceanos, sendo relatado como dominante ou subdominante em algumas regiões, tais como, no Talude de Goban Spur (Vanaverbeke *et al.*, 1997), na quebra da plataforma do Golfo de Biscay, Atlântico NE (Vanreusel *et al.*, 1992) e na transição entre a plataforma e o talude em outras áreas do Atlântico (Soetaert & Heip, 1995). Da mesma forma, Netto *et al.* (2005) e Fonseca-Genevois *et al.* (2005) registraram esse gênero como o mais abundante para a área do talude da Bacia de Campos.

Ainda que o gênero *Sabatieria* tenha sido o dominante na maioria das estações, foi possível verificar que ocorreram diferenças entre os blocos posicionados ao Sul e ao Norte, na área de estudo. Assim, as estações localizadas ao Norte, que apresentaram sedimentos com maior representatividade de areia de média a grossa, apresentaram um maior percentual de contribuição de gêneros da ordem Desmoscolecida, especialmente *Desmoscolex*, os quais apresentam características anatômico-funcionais relacionadas a sedimentos com estas características (Heip *et al.*, 1985).

A estrutura trófica da comunidade de Nematoda apresentou-se de forma semelhante à de outras regiões (Soetaert & Heip, 1995; Vanhove *et al.*, 1999; Vanreusel *et al.*, 2000), com a dominância dos detritívoros em, praticamente, todas as estações, o que vai de encontro com as características dos sedimentos da área de estudada.

A composição taxonômica de Copepoda mostrou-se semelhante a outras áreas próximas, sendo que todos os táxons (gêneros e famílias) aqui relacionados já foram registrados anteriormente para a Bacia de Campos.

#### IV.2.3.5. Macrofauna Bentônica

Os organismos associados aos sedimentos marinhos variam, em tamanho, desde uma bactéria até baleias que se alimentam do fundo, mas a biomassa bentônica é dominada pelos invertebrados da macrofauna (animais maiores que 0,5mm), principalmente, várias espécies de poliquetos, crustáceos, equinodermos e moluscos (Nybakken, 2004). Essas comunidades bentônicas provem nos fundos de sedimento inconsolidado importantes serviços ecológicos como a ciclagem de nutrientes (Halpern *et al.*, 2008).

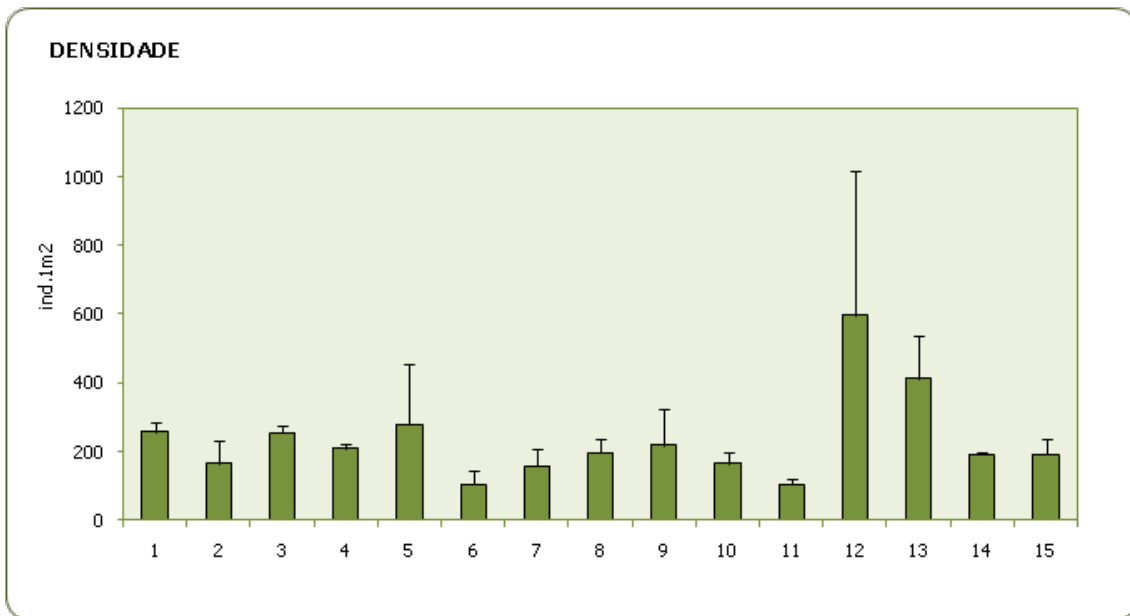
Por apresentar um alto grau de afinidade com os sedimentos de fundo, as comunidades bentônicas apresentam uma resposta aos distúrbios causados nesses sedimentos, sejam esses físicos ou químicos, podendo apresentar diferentes tipos de respostas de acordo com o tipo de distúrbio e sua intensidade. Assim, essas comunidades são consideradas como um elemento-chave, em programas de monitoramento marinho e estuarino, pois sua resposta a distúrbios nos sedimentos marinhos facilita a definição espacial dos impactos (Bilyard, 1987).

Considerando toda a área estudada, foi observado um total de 12 grandes grupos da macrofauna (Porifera; Cnidaria; Nemertinea; Sipuncula; Annelida, Polychaeta; Mollusca; Arthropoda, Crustacea e Chelicerata; Brachiopoda; Bryozoa; Echinodermata). Das 15 estações coletadas na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos, a estação 12 apresentou o maior valor médio de densidade, significativamente diferentes dos observados em outras estações, como por exemplo, as estações 6 e 11, que apresentaram os menores valores de densidade (Figura IV.2.3.5-1;  $F=2,84$ ;  $gl=14$ ;  $p=0,01$ ).

O grupo Mollusca foi o de maior abundância relativa seguido dos Crustacea e Polychaeta. Esses três grupos foram os mais abundantes em todas as estações amostradas e representaram mais de 90% da abundância relativa no total das amostras coletadas (Figuras IV.2.3.5-2 e IV.2.3.5-3).

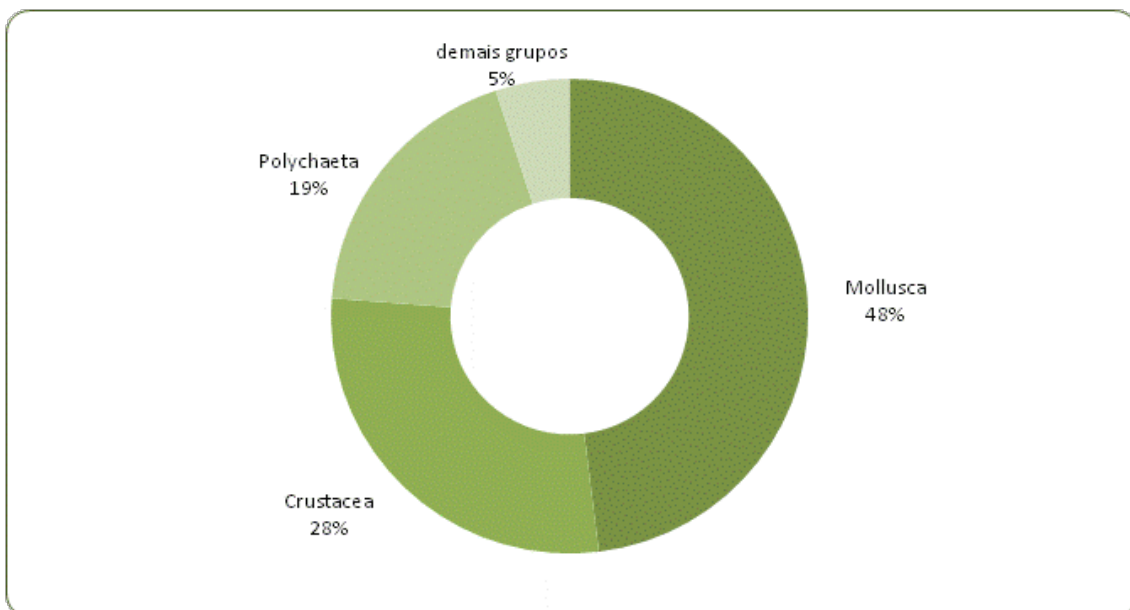
De todos os organismos encontrados nas amostras, dos grupos que passaram pelo refinamento taxonômico, foi identificado um total de 171 táxons. O maior número médio de táxons foi observado na estação 4, significativamente diferente das estações 6 e 9 com as menores diversidades taxonômicas (Figura IV.2.3.5-4;  $F=3,06$ ;  $gl=14$ ;  $p<0,005$ ).

Dos 171 táxons identificados, 21 representaram mais de 50% do número total de indivíduos no total das amostras (Tabela IV.2.3.5-I). A espécie *Dulichella* sp. (Amphipoda, Crustacea), juntamente, com a espécie *Abra lioica* (Mollusca) foram as mais abundantes no total das amostras e, juntamente, com as espécies *Nuculana acuta* e *Anatoma aedonia* (Mollusca) foram as mais abundantes na maioria das estações (Tabela IV.2.3.5-I).



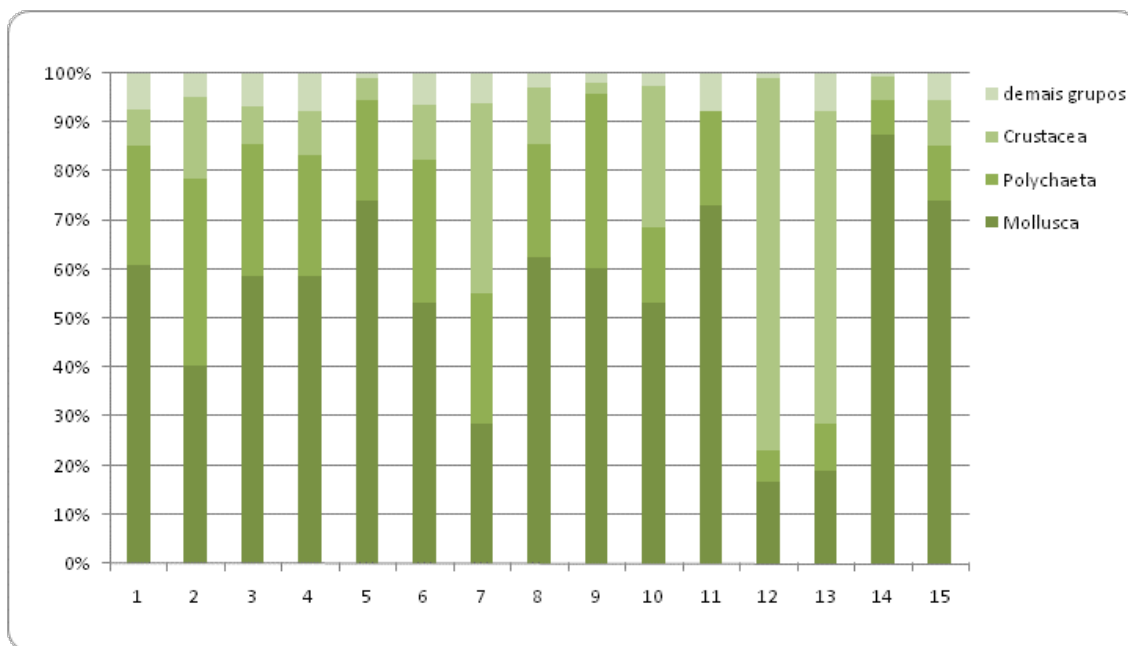
**FIGURA IV.2.3.5-1**

Densidade média de organismos (ind.m<sup>2</sup>), com o respectivo erro padrão, nas 15 estações de coleta da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



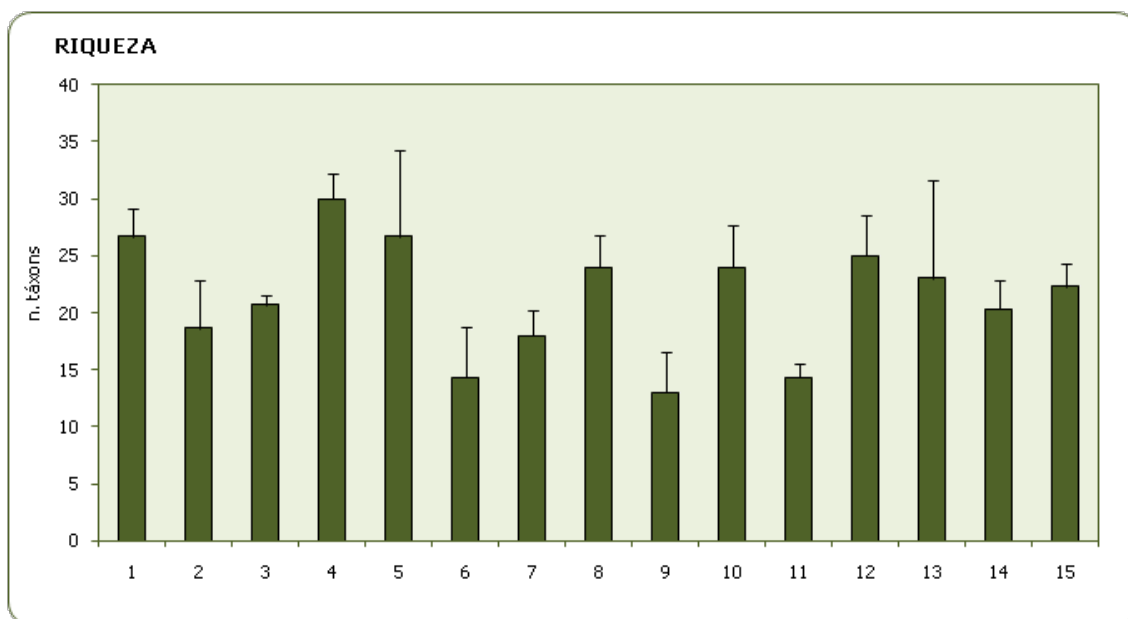
**FIGURA IV.2.3.5-2**

Abundância relativa dos grandes grupos no total das amostras coletadas nas 15 estações de coleta da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.5-3**

Abundância relativa dos grandes grupos nas 15 estações de coleta da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.5-4**

Número total de táxons nas 15 estações de coleta da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

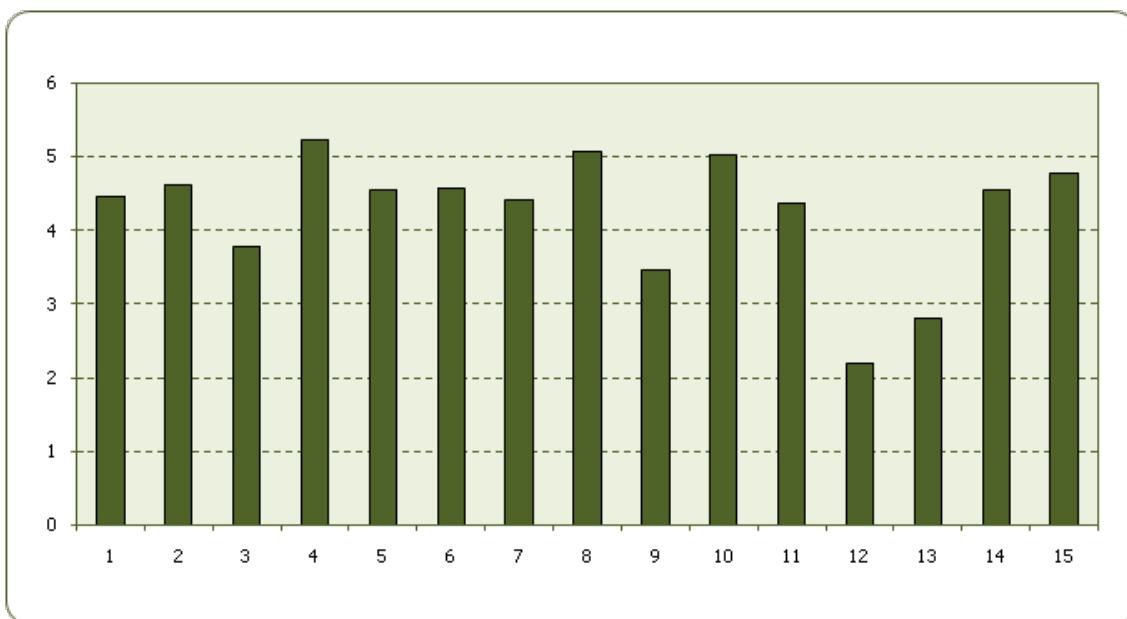
**TABELA IV.2.3.5-I**

Táxons mais abundantes, totalizando mais de 50% do total de indivíduos nas amostras de sedimento, coletados nas 15 estações da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos (táxons assinalados para a estação, ou estações representaram a maior a abundância).

| Táxons mais abundantes nas estações de coleta |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| Táxon   | Estações |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|   | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| <i>Dulichieilla</i> sp.                       |          |   |   |   |   |   | X |   |   | X  |    | X  | X  |    |    |
| <i>Abra lioica</i>                            |          | X | X |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Nuculana acuta</i>                         | X        |   |   | X | X | X |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Anatoma aedonia</i>                        |          |   |   |   |   | X |   |   |   |    | X  |    |    |    | X  |
| <i>Granulina ovuliformis</i>                  |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Volvarina</i> sp.                          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Mirachelus clinocnemus</i>                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | X  |    |
| Syllidae                                      |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| Spionidae A                                   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Magelona riojai</i>                        |          |   |   |   |   |   |   |   | X |    |    |    |    |    |    |
| <i>Onuphis</i> sp.                            |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Ampelisca</i> sp.                          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Capitella capitata</i>                     |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Triphora</i> sp.                           |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Turbonilla</i> sp.                         |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Goniada</i> sp.                            |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Cerithiopsis</i> spp.                      |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Antalis infractum</i>                      |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Benthonellania xanthias</i>                |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Seguenzia hapala</i>                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <i>Homalopoma linnei</i>                      |          |   |   |   |   |   |   | X |   |    |    |    |    |    |    |

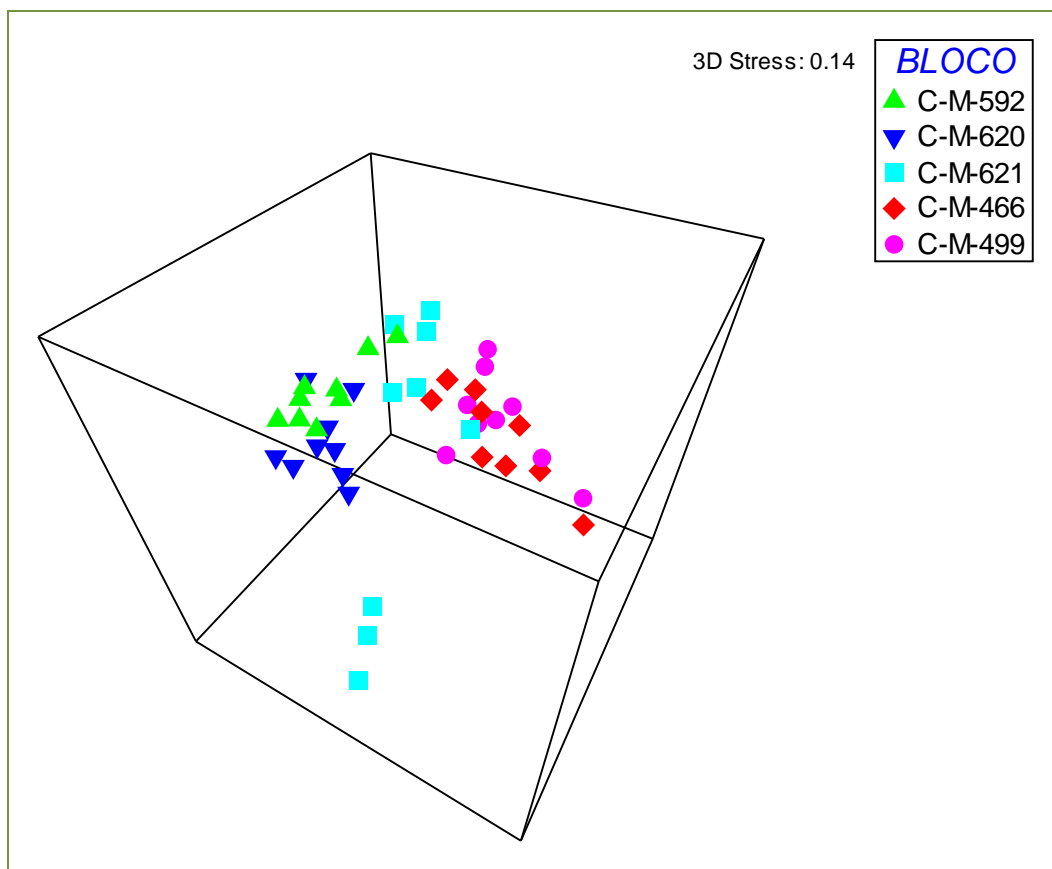
Os valores de diversidade, entre a maioria das estações, apresentaram-se semelhantes, sendo que apenas nas estações 12 e 13 os valores de diversidade foram menores que 3 (Figura IV.2.3.5-5), fato este explicado pela alta dominância de *Dulichieilla* sp. nessas duas estações.

Analisando-se a estrutura da comunidade, pela análise de ordenação multidimensional (MDS), observou-se a formação de dois grupos de estações em função de suas localizações na área de estudo. O primeiro grupo foi formado pelas estações de 1 a 9, dos blocos situados ao sul (C-M-620, C-M-621, C-M-592) enquanto que o segundo grupo foi formado pelas estações de 10 a 15, dos blocos situados ao norte (C-M-466, C-M-499) (Figura IV.2.3.5-6 e IV.2.3.5-7).



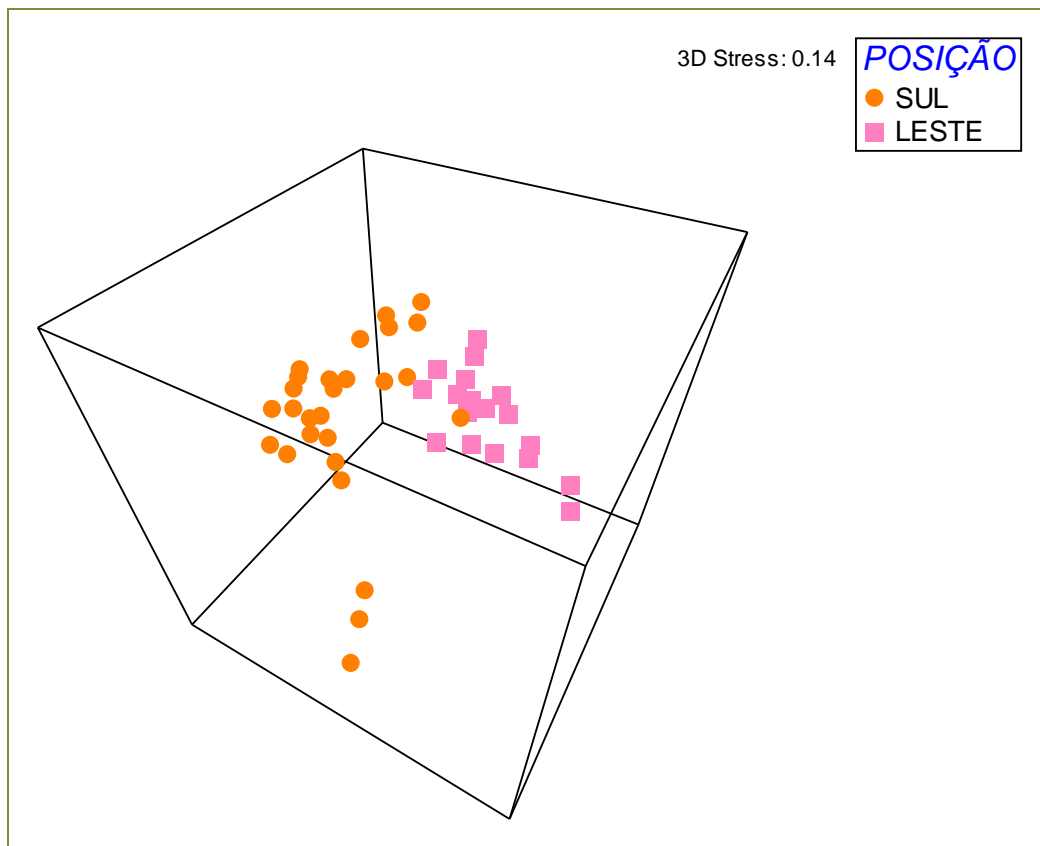
**FIGURA IV.2.3.5-5**

Diversidade (índice de Shannon-Wiener) nas 15 estações de coleta da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.5-6**

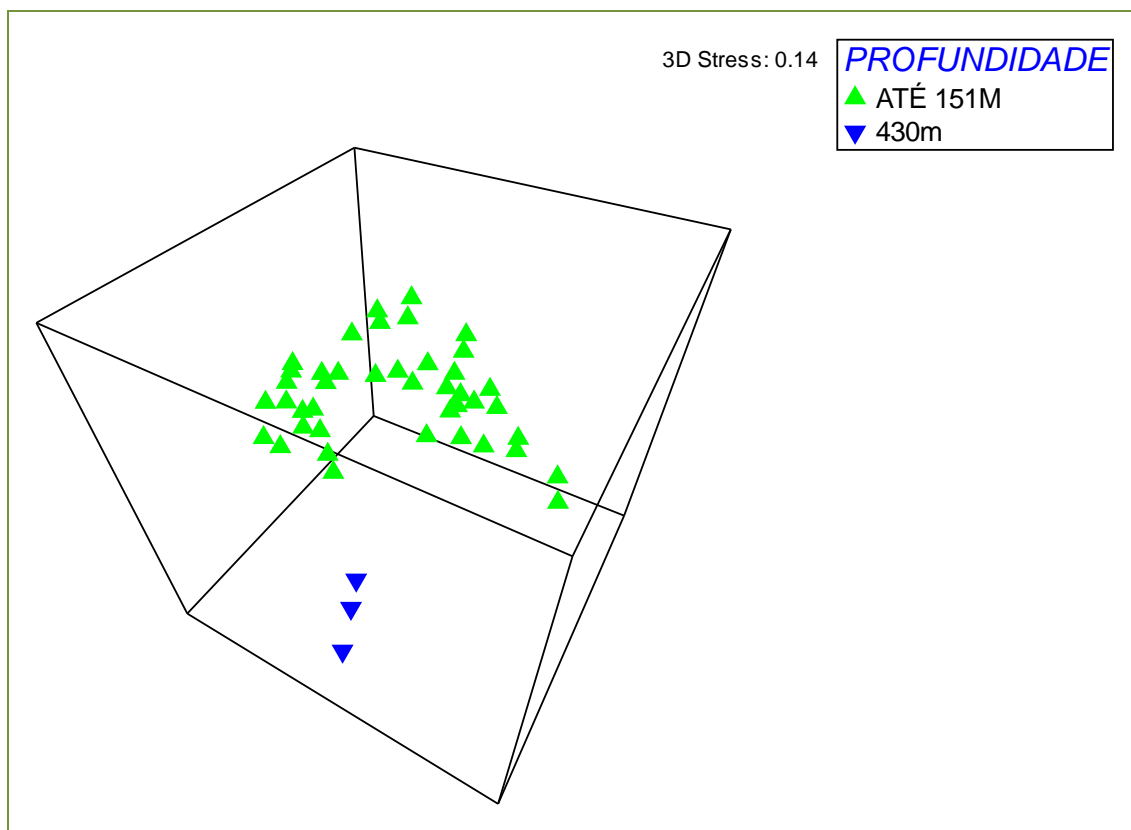
Resultado da análise de ordenação multidimensional baseada na densidade dos táxons da macrofauna nas diferentes réplicas de cada uma das 15 estações de coleta da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.



**FIGURA IV.2.3.5-7**

Resultado da análise de ordenação multidimensional baseada na densidade dos táxons da macrofauna nas diferentes réplicas de cada estação, considerando o fator posição das 15 estações de coleta da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. . Circulos laranja representam as amostras das estações nos blocos localizados ao sul, quadrados rosa representam as amostras das estações nos blocos localizados ao norte.

Além desse gradiente horizontal (quanto a posição) das estações de coleta, foi distinguida uma separação das estações em função da batimetria (Figura IV.2.3.5-8). A estação 9, mais profunda (430m), se separou das demais (a menos de 190m de profundidade). Essas observações foram confirmadas pelo teste ANOSIM, que indicou diferenças significativas entre os grupos observados ( $p < 0,05$ ).



**Figura IV.2.3.5-8**

Resultado da análise de ordenação multidimensional baseada na densidade dos táxons da macrofauna por réplica, considerando o fator ambiental profundidade das 15 estações de coleta da campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos.

A aplicação da análise SIMPER indica quais os táxons mais representativos de uma determinada estação, grupo de estações ou área. Assim, é possível perceber, na Tabela IV.2.3.5-II, que a estação localizada na maior profundidade (430m; estação 9) apresenta uma composição diferenciada (de táxons representativos das suas similaridades) em relação às estações localizadas em menores profundidades (demais estações). Outra diferença que pode ser visualizada é entre as áreas (Sul e Norte) entre estações de mesma faixa de profundidade (Tabela IV.2.3.5-II). Os resultados da análise SIMPER reforçam as observações anteriores observadas pelas análises MDS.

**Tabela IV.2.3.5-II**

Resultado da análise SIMPER, indicando os táxons e, seus respectivos percentuais de contribuição para a similaridade dos grupos de estações de coleta de acordo com os fatores Blocos, posições e profundidades na campanha de *baseline* dos Blocos C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia de Campos. Os valores mostrados são dos táxons que apresentam um percentual total acumulado acima de 60%.

| Resultado da análise SIMPER |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Bloco                       | C-M-592  | C-M-620  | C-M-621  | C-M-621  | C-M-466  | C-M-499  | C-M-592  |
| Posição relativa            | Sul      | Sul      | Sul      | Sul      | Norte    | Norte    | Sul      |
| Profundidade                | Até 151m | Até 151m | Até 151m | Até 430m | Até 151m | Até 151m | Até 151m |
| <i>Dulichiesta sp.</i>      |          |          | 2,48     |          | 20,61    | 12,97    |          |



| Resultado da análise SIMPER    |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Bloco                          | C-M-592  | C-M-620  | C-M-621  | C-M-621  | C-M-466  | C-M-499  | C-M-592  |
| Posição relativa               | Sul      | Sul      | Sul      | Sul      | Norte    | Norte    | Sul      |
| Profundidade                   | Até 151m | Até 151m | Até 151m | Até 430m | Até 151m | Até 151m | Até 151m |
| <i>Abra lioica</i>             | 31,92    | 5,82     |          |          |          |          | 31,92    |
| <i>Nuculana acuta</i>          | 11,12    | 22,62    |          |          |          |          | 11,12    |
| <i>Anatoma aedonia</i>         |          |          | 8,38     |          | 3,73     | 9,66     |          |
| <i>Granulina ovuliformis</i>   | 6,25     | 6,81     | 5,04     |          | 4,96     | 10,4     | 6,25     |
| <i>Volvarina</i> sp.           |          |          | 10,29    |          | 12,9     | 9,04     |          |
| <i>Mirachelus clinocnemus</i>  |          |          |          |          | 12,76    | 11,81    |          |
| Syllidae                       |          |          | 8,91     |          |          |          |          |
| Spionidae A                    |          | 8,69     | 1,44     |          |          |          |          |
| <i>Magelona riojai</i>         |          |          |          | 32,62    |          |          |          |
| <i>Onuphis</i> sp.             |          |          |          |          |          |          |          |
| <i>Ampelisca</i> sp.           |          |          | 7,47     |          |          |          |          |
| <i>Capitella capitata</i>      | 4,99     |          | 3,16     |          |          |          | 4,99     |
| <i>Triphora</i> sp.            |          |          |          |          | 5,45     | 8,54     |          |
| <i>Turbonilla</i> sp.          |          | 5,54     |          |          |          |          |          |
| <i>Goniada</i> sp.             | 5,27     |          |          |          |          |          | 5,27     |
| <i>Cerithiopsis</i> spp.       |          |          |          |          |          | 7,49     |          |
| <i>Antalis infractum</i>       | 5,67     | 4,02     |          |          |          |          | 5,67     |
| <i>Benthonellania xanthias</i> |          |          |          | 28,36    |          |          |          |
| <i>Sequenzia hapala</i>        |          | 5,36     |          |          |          |          |          |
| <i>Homalopoma linnei</i>       |          |          | 13,51    |          |          |          |          |
| <i>Amphissa cancellata</i>     |          | 6,39     |          |          |          |          |          |
| <i>Entalina platamodes</i>     |          |          |          | 12,08    |          |          |          |

Para relacionar a estrutura da comunidade com as variáveis ambientais do sedimento aplicou-se o teste RELATE, o qual mostrou correlação significativa entre a matriz de variáveis ambientais e a matriz biológica (fauna bentônica) ( $p=0,47$ ;  $p<0,005$ ). A análise BIOENV indicou que as variáveis ambientais que apresentam as melhores correlações com a estrutura da comunidade bentônica foram os percentuais de sedimentos grossos, a matéria orgânica e a profundidade ( $p=0,58$ ;  $p<0,005$ ).

As espécies de Mollusca aqui assinaladas, já foram, anteriormente, registradas para sedimentos de fundo da região sudeste do Brasil (Rios, 1994) e dentre as espécies encontradas não há nenhuma que possa ser considerada indicadora de algum tipo específico de perturbação no ambiente marinho.

Em relação aos táxons de Annelida-Polychaeta, todos os observados podem ser considerados típicos de áreas de infralitoral do sudeste do Brasil (Amaral *et al.*, 2006a). Ainda que, em alguns trabalhos, a espécie *Capitella capitata* seja considerada como oportunista, sua ocorrência em baixas abundâncias provavelmente esta relacionada aos altos percentuais de matéria orgânica de algumas estações.

Considerando a composição faunística observada na área, podemos afirmar que não foram encontradas espécies consideradas em risco de extinção, de acordo com BRASIL (2004), espécies exóticas ou endêmicas.

## V. CONSIDERAÇÕES

Os diagramas T-S obtidos a partir dos perfis de CTD das 15 estações originais previstas no *baseline*, 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

O pH e o OD não demonstraram qualquer padrão de distribuição espacial, tanto horizontal (entre estações) quanto batimétrico. A pequena variação de pH e OD, observada entre as estações, está de acordo com estudos prévios realizados ao longo do litoral brasileiro

Não foram distinguidas variações espaciais relevantes para o total de sólidos suspensos (TSS) ou para o total de sólidos dissolvidos (TSD), tanto horizontalmente (entre estações) quanto verticalmente (em relação aos estratos amostrados da coluna d'água). Embora concentração média de TSS e de TSD tenha sido levemente mais elevada próximo ao fundo.

O carbono orgânico total (COT) e os Sulfetos apresentaram concentrações abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA Nº 357/2005, para águas classe 1, que é de 3,0mg/L e 0,002mg/L respectivamente, com exceção da estação 12 (60m) para a concentração de sulfetos.

Os resultados mostraram diferenças muito pequenas na concentração de amônia entre estações, pela reduzida amplitude de variação e desvio padrão, e entre profundidades pela pequena diferença entre as concentrações médias dos estratos. As concentrações de amônia observadas nas amostras analisadas foram bastante baixas, todas muito abaixo do valor máximo estabelecido para águas salinas de classe 1 pela resolução CONAMA Nº 357/2005 que é de 0,40mg/L.

Em síntese, pode ser observado um padrão geral para as concentrações de nutrientes em relação à profundidade. A estratificação vertical mostra que a concentração média dos nutrientes, aumentou com a profundidade assim como as amplitudes de variação. Para o nitrito, assim como para a amônia não foi observado nenhum padrão de estratificação. Também não foi distinguido qualquer padrão de distribuição espacial horizontal (entre as estações) e a concentração dos nutrientes e da amônia.



Os valores encontrados de nitrato estão em consonância com os observados por outros autores para a região sul-sudeste do Brasil (Brandini, 1990; Aidar *et al.*, 1993, Metzler *et al.*, 1997, Moser, 1997), embora a grande maioria tenha sido superior ao valor máximo de 0,40mg/L para este nutriente, estabelecido pela resolução CONAMA N° 357/2005 para águas salinas de classe 1.

Para o fósforo total, os valores observados estão em consonância com os descritos por outros autores para a região sul-sudeste do Brasil, embora a grande maioria das concentrações observadas, nas amostras de fundo, tenha sido superior ao valor máximo estabelecido pela resolução CONAMA N° 357/2005 para águas salinas de classe 1, que é de 0,062mg/L.

Dentre os metais analisados, apenas o zinco foi detectado em todas as estações nos três estratos amostrados. Por outro lado, o bário, cádmio, chumbo, cobre, níquel, vanádio e o mercúrio não foram detectados em nenhuma das amostras de água analisadas, sendo os limites de detecção dos métodos de análise de: 0,0001mg/L para o mercúrio; 0,004mg/L para o cádmio, chumbo e vanádio; 0,005mg/L para o níquel; 0,007mg/L para o cobre; e de 0,008mg/L para o bário.

As concentrações dos diferentes metais quantificados foram baixos e são características de águas oceânicas. Com exceção zinco, todos os metais analisados apresentaram valores inferiores ao limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas de classe 1, que para o bário, 1,0mg/L; cádmio 0,005mg/L; chumbo, 0,01mg/L; cromo, 0,05mg/L; ferro, 0,3; manganês, 0,1mg/L; níquel, 0,1mg/L; zinco, 0,09mg/L e mercúrio, 0,0002mg/L (esta resolução não atende os parâmetros cobre e alumínio totais).

As análises realizadas não detectaram a presença de n-alcenos, mistura complexa não resolvida (MCNR) ou hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) em nenhuma das amostras de água coletadas, sendo o limite de detecção do método de análise para os HTP de 145 µg/L. Também não foi detectada a presença de nenhum dos 16 HPAs prioritários, em nenhuma das amostras de água coletadas, sendo o limite de detecção do método de análise de 0,050µg/L para cada HPA e de 0,800 µg/L para os 16-HPA.

Não foi detectada a presença de nenhum dos compostos BTEX, em nenhuma das amostras de água coletadas, sendo de 0,300µg/L o limite de detecção do método de análise de para cada composto.

Nas amostras analisadas, foram observadas baixas concentrações de fenóis, com valores de não detectáveis em todos os estratos a até 4µg/L para as amostras de sub-superfície, a até 7µg/L para as amostras de 60m de profundidade e até 5µg/L para as amostras de próximo ao fundo. Todos as concentrações de fenóis observadas se encontram bem abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005/2005, para águas de classe 1, que é de 60µg/L.

A análise do perfil de oxigênio no sedimento não foi observado em nenhuma das estações, provavelmente devido ao tipo de sedimento encontrado, que foi predominantemente de areia.

A análise granulométrica do sedimento revelou a predominância de areia em praticamente todas as estações com uma média geral superior a 70%, mas com uma fração variável entre as estações apresentando valores entre 38,36 e 95,66% da amostra. O fracionamento da areia foi igualmente diferenciado entre as estações, apresentando valores entre 0,19 e 25,97% para a areia muito grossa, 0,41 a 23,11% para a grossa, 2,07 a 45,70 para a areia média, 3,87 a 34,24% para a areia fina e entre 1,63 a 59,79% para a areia muito fina. O cascalho apresentou uma participação média bastante inferior a da areia com valores entre 0,00 e 38,00%, seguido do silte com valores entre 0,59 e 21,34%, e da argila com valores entre 0,32 e 11,35%. As amostras coletadas apresentaram uma classificação textural variável sendo classificadas como areia de muito fina a grossa, e de particulada a muito leptocúrtica.

A composição carbonática do sedimento foi bastante representativa em todas as estações apresentando valores entre 23,41 e 93,30%. Todas as estações, com exceção das estações 2 e 3, apresentaram valores superiores a 69%, revelando uma característica sedimentar similar à observada mais ao sul, na região ao largo de Santos, caracterizada por apresentar grande quantidade de sedimentos biodetríticos.

O percentual de matéria orgânica total (MOT) no sedimento variou de 3,44 a 16,12%, enquanto que o carbono total (CT) variou de 2,33 a 9,15%. Para o nitrogênio Kjeldahl os valores observados entre as estações variaram de 0,069 a 0,168%, e para o fósforo variaram de 0,023 a 0,066%.

As concentrações de sulfeto, no sedimento, variaram de 1,28mg/Kg na estação 6,0 a 31,6mg/Kg na estação 2, estes resultados encontrados são normais para a área estudada, apenas a estação 2 apresentou uma concentração acima dos valores encontrados para as outras estações.

Neste estudo, como não foram detectados valores para sulfetos voláteis em ácido (SVA), Os metais simultaneamente extraídos (SEM), Cd, Pb, Cu, Hg e Ni não foram detectados e os outros metais (Al, Br, Cr, Fe, Mg, V e Zn) apresentaram concentrações normais.

Quanto aos metais totais presentes no sedimento, o cádmio, o chumbo e o mercúrio não foram detectados em nenhuma das amostras de sedimento analisadas. De uma maneira geral, para os demais metais analisados, foi constatada uma homogeneidade dos resultados encontrados para cada estação. O ferro, o alumínio, o bário e o vanádio foram observados em concentrações inferiores ou equivalentes a de estudos previamente realizados em outras áreas da Bacia de Campos e em outras partes do mundo (Hennicutt, 1995; IEAPM/UENF, 1997; Petrobras, 2001; 2002; Vaguería, 2002;

Rezende, 2002; Grant & Briggs, 2002; MAPEM, 2004; Moreal *et al.* 2004). O níquel e o cromo apresentaram concentrações superiores as do limite estabelecido como TEL (*Threshold Effect Level* - limite abaixo do qual os efeitos tóxicos irão ocorrer raramente), para o sedimento marinho pela NOAA (*National Oceanic and Atmosphere Administration*; NOAA, 1999) entretanto, as concentrações observadas para estes dois metais foram equivalentes ou inferiores as registradas anteriormente para a própria Bacia de Campos e para outras áreas do mundo, podendo ser considerados usuais para a área de estudo. Para o cobre e o zinco as concentrações observadas no presente *baseline*, foram inferiores as do limite estabelecido como TEL (*Threshold Effect Level*), para o sedimento marinho, pela NOAA (1999). Da mesma maneira, as concentrações observadas no sedimento para estes dois metais foram equivalentes as anteriormente observadas para a Bacia de Campos e para outras partes do mundo.

Valores de HTP, nas amostras de sedimento, foram detectados em apenas duas estações (1 e 2), variando de não detectado a 19.536,60ppb, n-alcanos não foram detectados em nenhuma estação e MCNR variou de não detectado a 14.390,10ppb.

Como, não foram detectados n-alcanos nas amostras analisadas, pode-se supor que não houve um acréscimo recente de hidrocarbonetos de origem antrópica ao sedimento e que, no local, existem apenas concentrações de hidrocarbonetos mais complexas e antigas, como atestam as concentrações de MCNR encontradas, que não podem ser decompostas e assimiladas com rapidez e eficiência pelas bactérias.

Os teores de HPAs, que refletem o somatório dos 16 compostos aromáticos prioritários da lista da EPA, não apresentaram concentrações de HPAs neste estudo.

Nas amostras de Fitoplâncton analisadas foram identificados 97 taxa, sendo 31 diatomáceas cêntricas, 24 diatomáceas penadas, 25 dinoflagelados tecados, 5 dinoflagelados atecados, 1 cocolitoforídeo, 3 silicoflagelados, 3 microflagelados, 2 ciliados, 2 cianobactérias e 1 nanoflagelado. Os resultados de biomassa (estimada a partir da concentração de Clorofila *a*) obtidos, caracterizaram a região estudada como oligotrófica, com valores de densidade fitoplanctônica bem inferiores aos observados em estudos anteriores para regiões mesooligotróficas. A comunidade fitoplanctônica apresentou valores médios de diversidade, equitatividade e riqueza específica, indicando que houve um certo predomínio de umas poucas espécies, apresentando algumas delas abundâncias relativas entre 20 e 55%. Assim, pode-se concluir que a região apresentou uma riqueza taxonômica intermediária do ponto de vista do fitoplâncton.

Para o zooplâncton, a riqueza específica variou de 20 a 31 táxons por estação de coleta, os menores valores foram encontrados nas estações 12 e 14 enquanto que o maior valor foi observado na estação

2, seguida da estação 3 (30 táxons). As outras 11 estações apresentaram valores entre 22 e 28 táxons. No conjunto de organismos zooplânctônicos coletados, os crustáceos Copepoda foram dominantes em todas as estações da presente campanha, distribuídos em 28 táxons, com maior representatividade de *Paracalanus* sp., *Temora stylifera*, copepodito de Calanoida, *Calanoides* sp.

Em síntese, na área de estudo foi registrada a ocorrência de 49 táxons distribuídos nas quinze estações de coleta. No total, a densidade do zooplâncton foi baixa, variando de 1.230,97ind/m<sup>3</sup> a 6.680,48ind/m<sup>3</sup>, o que é esperado para uma área oceânica, influenciada pela Água Tropical, pobre em nutrientes. As variações observadas na composição e densidade da comunidade zooplânctônica, provavelmente foram decorrentes de flutuações naturais e do transporte passivo dos organismos pelas correntes nas águas oceânicas oligotróficas da região de estudo.

A comunidade ictioplânctônica da campanha de *baseline*, foi composta por 42 táxons, pertencentes a 17 famílias, 21 gêneros e 4 espécies. Do total, 6 táxons foram exclusivos à rede de 330µm (*Electrona* sp., *Cyclopsetta* sp., *Bothus* sp., Apogonidae, Paralichthyidae e Balistidae), e 10 táxons à rede de 500µm (*Synodus synodus*, *Benthosema* sp., *Trichiurus* sp., *Syacium* sp., *Monacanthus* sp., *Sphoeroides* sp., Scorpaenidae, Labrissomidae, Labridae e Bothidae), enquanto que 26 táxons foram comuns às duas redes. Todos os táxons observados já foram citados para a costa brasileira e nenhuma das espécies coletadas está incluída na lista vermelha da União Mundial para a Conservação da Natureza (IUCN, 2007).

A riqueza média para ambas as redes foi de aproximadamente 13 táxons. Para a rede de 330µm, a maior riqueza (21 táxons) foi observada na estação 7, enquanto que a menor (7 táxons) ocorreu na estação 10. Para a rede de 500, a maior riqueza (15 táxons), foi encontrada na estação 2, enquanto que a menor (12 táxons) ocorreu nas estações 1, 4, 10 e 14. Observou-se a presença de ovos em todas as estações para ambas as redes, e de um modo geral, ocorreram baixas densidades de ovos na região.

Na análise de meiofauna, foi encontrado um total de 17 grupos zoológicos da meiofauna, mostrando que as maiores densidades de organismos ocorreram nas estações 8 e 9, enquanto que, as estações 13 e 14 apresentaram os menores valores. O grupo Nematoda foi o mais abundante, representando mais de 70% da abundância relativa no total das amostras coletadas, sendo também, o mais abundante em todas as estações de coleta. Considerando o refinamento taxonômico do grupo Nematoda, foram encontrados 111 gêneros, que representam mais de 70% do número total de indivíduos no total das amostras. O gênero *Sabatieria* foi o mais abundante em praticamente todas as estações de coleta.

Na Macrofauna foi observado um total de 12 grandes grupos da macrofauna (Porifera; Cnidaria; Nemertinea; Sipuncula; Annelida, Polychaeta; Mollusca; Arthropoda, Crustacea e Chelicerata; Brachiopoda; Bryozoa; Echinodermata). Das 15 estações coletadas, a estação 12 apresentou o maior valor médio de densidade, significativamente diferentes dos observados em outras estações, como por exemplo, as estações 6 e 11, que apresentaram os menores valores de densidade.

O grupo Mollusca foi o de maior abundância relativa seguido dos Crustacea e Polychaeta. Esses três grupos foram os mais abundantes em todas as estações amostradas e representaram mais de 90% da abundância relativa no total das amostras coletadas. De todos os organismos encontrados nas amostras, dos grupos que passaram pelo refinamento taxonômico, foi identificado um total de 171 táxons. O maior número de táxons foi observado na estação 4, significativamente diferente das estações 6 e 9 com as menores diversidades taxonômicas.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDAR, E.; GAETA, S. A.; GIANESSELLA-GALVÃO, S. M. F.; KUTNER, M. B. 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 esp. Inst. Oceanogr., S Paulo, 10(9): 9-43.**
- AMARAL, A.C.Z, NALLIN, S.A.H. & STEINER, T.M. 2006a. **Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil.** [http://www.ib.unicamp.br/destaques/biota/bentos\\_marinho/prod\\_cien/texto\\_poli.pdf](http://www.ib.unicamp.br/destaques/biota/bentos_marinho/prod_cien/texto_poli.pdf) (consultado em 10-09-2008).
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. **Water Environment Federation.** 19th ed. Washington, D.C., Ca, 1000 p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. 1998. **Standard methods for examination of water and wastewater.** 20<sup>th</sup> ed. Washington, 1998. (APHA, AWWA, WPCF).
- AMINOT, A., CHAUSSEPIED, M., 1983. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin.** Brest: Centre National pour l'Exploration des Océans, 395p.
- ANDRADE, I. SUZUKI, M.S., PARANHOS, R. & REZENDE, C.E. 1999. Hidroquímica na ZEE entre 13 e 23°S e 41°W em 1998. **XII Semana Nacional de Oceanografia**, UERJ: 267-269.
- BALLESTEROS G.G, LARROQUE M., 1975. Elementos sobre La distribución de turbidez em el Alto Golfo de California. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, Reports v.18:81-106.
- BEGON, M.; HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 1996. Ecology: individuals, populations and communities. **Blackwell Science**, Victoria.
- BENDSCHNEIDER, K. & ROBINSON, R. J. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. **Journal of Marine Research**, 11: 87-96.
- BJÖRNBERG, T.K.S. 1981. Copepoda. In: Boltovskoy, D. (ed.), Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino, **Publicación Especial del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero**, Mar del Plata.
- BJORNSEN, P.K, h. kaas, t.j. nielsen, m. olesen & k. richardson, 1993. Dynamics of a subsurface phytoplankton maximum in the Skagerrak. **Marine Ecology Progress Series**, 95, 279-294.

- BILYARD, G.R. 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. **Marine Pollution Bulletin** 18:581-585.
- 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.**, v. 23, p. 29-58.
- BOLTOVSKOY, D. (ed.) 1981. Atlas de zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. **INIDEP**, Mar del Plata, 936p.
- BOLTOVSKOY, D. (ed.) 1999. South Atlantic zooplankton. **Backhuys Publishers**, Leiden, Vol. 1, 2, 1706p.
- 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.
- BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L. & SASSI, R. 1997. Planctologia na Plataforma Continental do Brasil. Diagnose e revisão bibliográfica. Pontal do Sul: **CEMAR/MMA/ CIRM/ FEMAR**, 1997. 196 p.
- BRANDINI, F.P. 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984). **Hydrobiologia**, 196: 111-148.
- BRASSEL, S.C.; EGLINTON, G.; MAXWELL, J.R. & PHILIP, R.P. 1978. Natural background of alkanes in aquatic environment. In: Huntzinger, O.; Van Lelyveld, L.H. & Zoetman, B.C.J. ed., **Aquatic Pollutants, Transformations and Biological Effects**, Oxford, Pergamon Press.
- BRASIL. 2004. Instrução Normativa n. 5/21, 21/05/2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 136-142.
- CAMPOS, E.J.D. 1995. **Estudos da circulação oceânica no Atlântico tropical e região oeste do Atlântico Sub-tropical Sul**. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 114p.
- CASAS, A.M.; CRESELIUS, E.A. 1994. Relationship between acid-volatile sulfide and the toxicity of zinc, lead and copper in marine sediments. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 13 (3): 529-536.
- CASTRO FILHO, B.M., MIRANDA, L.B. & MYAO, S.Y. 1987. Considerações hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. **Bolm Inst. oceanogr., S Paulo**, 35(2): 135-151.
- CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M. 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. **Natural Environmental Research Council** (UK), Plymouth, UK, 144 p.
- CLARK, M.W.; MCCONCHIE, D.; LEWIS, D.W.; SAENGER, P. 1998. Redox stratification and heavy metal partitioning in Avicennia-dominated mangrove sediments: a geochemical model. **Chemical Geology**, 149: 147-171.
- COPEPODS. Part 1. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association, London, 352 pp.
- CORBISIER, T.N. 1993. Meiofauna da plataforma continental interna do litoral norte de São Paulo – verão/89. *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico, São Paulo*, 10: 123-135
- COOLING, A., 1989. **Ocean Circulation**. Prepared by an Open University Published Course Team in Association with Pergamon, London. Vol. 3, 238 p.
- COSTA, M.I.L., 1998. **Análise das massas d'água na costa Sudeste brasileira**. Monografia de Bacharelado em Oceanografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências. Departamento de Oceanografia. 96p.



- COULL, B.C. & CHANDLER, T. 1992. Pollution and meiofauna: field, laboratory and mesocosm studies. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, **30**:191-271.
- CRUZ, L.M.M.; BRANCO, F.V. & FERREIRA DA SILVA, L.C., 1999. Análise das massas de água da Costa Central brasileira entre Salvador e Cabo de São Tomé (RJ). Programa REVIZEE. *In: Resumos da 8ª Semana de Iniciação Científica – UERJ*, Rio de Janeiro, RJ, p.582.
- CUPP E. E., 1943. "Marine plankton diatoms of the West Coast of North America". **Bull. Scripps. Inst. Oceanogr.**, v. 5, n. 1, p. 1-237.
- CUPELO, A.C.G., 2000. As frações do pico, nano e microplâncton na profundidade do máximo de clorofila na Costa Central do Brasil. **Disertação de mestrado**, instituto oceanográfico da usp, 131 pp.
- CUSHING, D.H. 1977. Marine ecology and fisheries. **Cambridge Univ. Press**, Cambridge. 278 p.
- 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.
- DI TORO, D.M.; MAHONY, J.; HANSEN, D.; SCOTT, K.; CARLSON, A.; ANKLEY, G. 1992. Acid Volatile Sulfide predicts the acute toxicity of cadmium and Nickel in sediments. **Environmental Science & Technology**, **26**: 96-101.
- DODGE, J.D., 1982. Marine dinoflagellates of British Isle. London: Her Majesty's Stationary Office, 303 pp. DUGDALE, R. C. & HOLM-HANSEN, O., 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primari production. **Limnology Oceanography**, **4**: 454-466.
- 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. & CARDOSO, J.N., 1996. Source and Transport of Lipids on the Amazon Continental Shelf. **Geo-Marine** **16**: 11-16.
- 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. & CARDOSO, J.N. 1997. Even n-Alkane Predominances on the Amazon Shelf and NE Pacific. **Naturwissenschaften** **84**: 415-420.
- ELIAS, V.O., SIMONEIT, B.R.T., PEREIRA, A.S., CARDOSO, J.N. & CABRAL, J., 1998. Very High Molecular Weight Organic Marker (>C40) Emissions from Biomass Burning in Amazonia. **Rev. Latinoam. Geog. Org.** **4**: 65-71.
- 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. & TURCO, 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.
- EMILSSON, I., 1961. The shelf and coastal waters of southern Brazil. **Separata do Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**. Tomo XI, Fasc. 2, p. 101-112.
- FALKOWSKI, P.G. & J.A. RAVEN, 2000. **Aquatic Photosynthesis**. Ed. Blackwell Science, Inc. Malden, Massachusetts. 375 pp.
- FUNDESPA/GEOMAP, 1994. **Programa de Monitoramento Oceânico da Bacia de Campos - Relatório Final**. 657p.
- FRONTIER, S. 1981. Cálculo del error en el recuento de organismos zooplanctónicos, p. 163-167. *In*: Boltovskoy, D. (ed.), Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino, **Publicación Especial del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero**, Mar del Plata.

- 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.
- GIANESELLA S.M.F., SALDANHA-CORRÊA F.M.P., 2003. Nutrientes, séston e biomassa fitoplanctônica na plataforma interna de São Sebastião – verão de 1994 e primavera de 1997. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 29(2):161-172.
- GIERE, O. 1993. Meiobenthology: The Microscopic Fauna in Aquatic Sediments. **Springer-Verlag**, Berlin. 328 pp.
- GRASSHOFF, K. & JOHANNSEN, H., 1972, A New Sensitive and Direct Method for the Automatic Determination of Ammonia in Sea Water. **Journal du Conseil** 34(3):516-521.
- GRASSHOFF, K. 1976. Methods of sea-water analysis. **Weinheim: Verlag Chemie**, 317 p.
- GUILHERME, B.C.; SILVA, M.C. da, & ESTEVES, A.M. (in press). Description of new species of *Epacanthion* (Thorascotomopsidae, Nematoda) from Brazil and a modified key for species identification. **Zootaxa**.
- HALPERN, B. S.; WALBRIDGE, S.; KIMBERLY, A. S.; KAPPEL, C.V.; MICHELI, F.; D'AGROSA, C.; BRUNO, J.F.; CASEY, K.S.; EBERT, C.; Fox, H.E.; FUJITA, R.; HEINEMANN, D.; LENIHAN, H.S.; MADIN, E.M.P; PERRY, M.T.; SELIG, E.R.; SPALDING, M.; STENECK, R.; Watson, R. 2008. **Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems**. *Science* 319: 948-952
- HANSELL D.A., CARLSON C.A., 2001. Biogeochemistry of total organic carbon and nitrogen in the Sargasso Sea: control by convective overturn. *Deep-Sea Research II*, 48:1649-1667.
- HARBISON, P. 1986. Mangrove Muds – A Sink and a Source for Trace Metals. **Marine Pollution Bulletin**. 17 (6), 246-250.
- HAYWARD, T.L. & MANTYLA, A.W. 1990. Physical, chemical and biological structure of coastal eddy near Cape Mendocino. **Journal of Marine Research**, 48: 825-850.
- HEIP, C.; VINCX, M. & VRANKEN, G. 1985. The ecology of marine nematodes. **Oceanography and Marine Biology Annual Review**, 23: 399-489.
- HOLME, N.A. & MCINTYRE, A.D., 1984 (eds). Methods for the study of marine benthos. **Blackwell Scientific Publications**, Oxford. 387p.
- HUYS, R.; Gee, J. M.; MOORE, C. G. & HAMOND, R. 1996. *Marine and Brackish Water Harpacticoid* Fonsêca-Genevois, V., Castro, F.V., Pinto, T.K.O. Maranhão, G.M.B., Venekey, V., Silva, M.C., Silva, N.R., Lage, L.M., Aquino, A.P.K., Botelho, A.P., Lira, V., Neres, P., Lima, R.C.C. & Miranda Jr., G.V. (2005) Biodiversity of free-living marine nematodes along the South Atlantic margin (Campos Basin, Rio de Janeiro, Brazil), **Livro de resumos do VI Encontro de Bioincrustação, ecologia bêntica e corrosão**, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil.
- IKEDA, Y., 1999. **Relatório Final do Projeto Coroas**. IOUSP/INPE, São Paulo.
- JEFFREY, S.W. & HUMPHREY, G. F. 1975. New espectrofotometric equations for determining chlorophylls a, b, c<sub>1</sub> and c<sub>2</sub> in higher plants, algal and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Planzen (BPP)* Bd.167 S 191-194.
- 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.
- LANG K. 1948. *Monographie der Harpacticiden*. Ed. **Nordiska Bokhandeln, Stockholm**, 1628p.
- LIMA, R.C.C.; LINS, L.; SILVA, M.C. da, & ESTEVES, A.M. (in press). 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**.
- LOPES, M.R.; MONTÚ, M.A.; GORRI, C.; MUXAGATA, E.; MIYASHITA, L.K. & OLIVEIRA, L.P. 2006. O zooplâncton marinho na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), p 265-358. *In:*



- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L. & MADUREIRA, L.S-P (org.). O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil. **Edusp**.
- LORENZEN, C. J. 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigment: spectrophotometric equations. **Limnol. Oceanogr.**, 12:343-346.
- LORENZEN, S. 1994. *The phylogenetic systematic of free-living nematodes*. **Ray Society**, London, 383pp.
- LOURENÇO S.O., MARQUES-JÚNIOR A.N., 2002. Produção primária marinha. *In*: Pereira C.R. & Soares-Gomes A. **Biologia Marinha**, Editora Interciência, Rio de Janeiro. p195-228.
- LUCENA, A. 1994. *Caracterização do meiobentos e mixobentos da plataforma continental do Norte e Nordeste do Brasil*. **Dissertação de Mestrado**. UFPE. 120 pp.
- MAGURRAN, A.E., 1988. Ecological diversity and its measurements. **Princeton University Press**. Princeton, 200 p.
- MAGURRAN, A.E. 2003. *Measuring biological diversity*. **Blackwell Publishing**. 256p.
- MANN, K.H. 1982. **Phytoplankton - based systems**. *In*: MANN, K.H. (Eds) Ecology of coastal waters: a system approach. Oxford, Blackwell. p. 83-124.
- METZLER, P.M.; GILBERT, P.M.; GAETA, S.A. & LUDLAM, J.M., 1997. New and regenerated production in the South Atlantic off Brazil. **Deep-Sea Research**, **44(3)**: 363-384.
- 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. de, 1982. **Análise de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) e Ilha de São Sebastião (SP)**. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 123p.
- MOSER, G.A.O. 1997. **Estudo da distribuição da biomassa fitoplanctônica e de variáveis oceanógrafas na Bacia de Campos (RJ), utilizando um sistema de informações geográficas (SIG)**. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p. 149.
- NETTO, S. A.; GALLUCI, F. & FONSECA, G.F.C. 2005. Meiofaunal communities of continental slope and deep-sea sites off SE Brazil, **Deep-Sea Research** **1**, **52**, 845–899.
- NIXON, W. F. 1992. Quantifying the relationship between nitrogen input and the productivity of marine ecosystems. **Pro. Adv. Mar. Tech. Conf.**5. pp 57-83.
- 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.
- NYBAKKEN, J.W. 2004. **Marine Biology: An Ecological Approach**. 6<sup>th</sup> edition. Benjamin Cummings, Menlon Park, CA. 592 pp.
- OMORI, M. & IKEDA, T. 1984. **Methods in marine zooplankton ecology**. John Wiley & Sons, New York, 332 p.
- PARSONS, T.R., MAITA, Y. LALLI, C.M. 1984. *A manual of chemical and biological methods for sea water analysis*. **Pergamon Press**, Oxford.
- PETROLEO BRASILEIRO S.A. (PETROBRAS), 2003. Monitoramento ambiental da atividade de perfuração de poços de óleo e gás na Bacia de Campos: Caracterização e monitoramento pós-atividade - **relatório final**. **Cenpes**, Rio de Janeiro. 189 pp.
- 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.

- PHILIP, R.P. 1985. **Fossil fuel biomarkers: application and spectra. Methods in geochemistry and Geophysics**, v. 23. Elsevier, New York.
- PIELOU, E.C. 1977. **Mathematical ecology**. New York: John Wiley. 385p.
- PLATT, H. M. & WARWICK, R. M. 1983. Free-living marine nematodes. Part 1. British Enoplids. **Cambridge University Press**, 307 pp.
- RAMÍREZ D.G., GIRALDO A., JORGE T., 2006. Produção primária, biomassa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano (septiembre-octubre 2004)\* **Investigaciones Marinas**, Valparaíso, 34(2): 211-216.
- REDFIELD, A. C., KETCHUM, B. H., RICHARDS, F. A., 1963. **The Sea**. New York: N. M. Hill ed.
- RIOS, E.C.1994. **Seashells of Brazil**, Universidade do Rio Grande, Ed. FURG, Rio Grande, 368 pp.
- RIEMANN, F. 1988. Nematoda. **In:** Higgins, R.P. & Thiel, H. (eds), *Introduction to the Study of Meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., pp. 293-299.
- RYTHER, J.H. & DUNSTAN, W.M. 1971. Nitrogen, phosphorus and eutrophication in the coastal marine environment. **Science**, **171**: 1008-1012.
- 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.
- SADIQ, MUHAMMAD, 1992. **Toxic metal chemistry in marine environments. King Fahd University of Petroleum and Minerals Dhahran, Saudi Arabia**.
- SHANNON, C.E. 1948. A Mathematical Theory of Communication, **Bell System Technical Journal**, Vol. 27.
- SHAW, A.B., 1964. Time in stratigraphy. New York; San Francisco; Toronto; London: **McGraw-Hill Book Company**.
- SHERR, E.B, B.F. SHERR, R.D. FALLON & S.Y. MEWELL ET AL, 1986. Phagotrophic protozoa as food for metazoans: a missing trophic link in marine food webs?. *Marine Microbial food webs*, 1(2), 61-80.
- SIEBURTH, J.M.; SMETACECK, V; LENZ, J. 1978. Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. **Limnology and Oceanography**, 23(6), 1256-1263.
- SIGNORINI, S.R; MIRANDA, L.B.; EVANS, D.I.; STEVENSON, M.R.; & INOSTROZA, H.M.V. 1989. Corrente do Brasil: Estrutura Térmica entre 19° E 25° S e Circulação Geostrofica. **Bol. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, **37(1)**: 33-49.
- 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. **Ver. Brás. Oceanogr.**, **48 (2)**: 171-183.
- SNELGROVE, P. V. R.1998. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. **Biodiversity Conservation** 7: 1123-1132.
- SNELGROVE, P. V. R. & Butman, C.A. 1994. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, 32: 111-177.
- SOARES-GOMES A., FIGUEIREDO A.G., 2002. O Ambiente Marinho. *In:* Pereira R.C., Soares-Gomes A. (eds.), **Biologia marinha**, Editora Interciência, Rio de Janeiro. p.1-34.
- SOETAERT *et al.* 1996. A model of early diagenetic processes from the shelf to abyssal depths. **Geochim. Cosmochim. Acta**, **60(6)**: 1019-1040.
- SOUZA, F.A.G. 1999. **Identificação das massas d'água na região da Bacia de Campos**. Monografia de Bacharelado em Oceanografia, UERJ. THOMSEN, H. 1962. **Massas de água características del oceano Atlântico – parte Sudoeste**. Reporte H 632 – Servicio de Hidrografia naval – Secretaria de Marina, Buenos Aires, Argentina, 28p.



- STRIKLAND, J. D. H., 1960, Measuring the production of marine phytoplankton. **Fish. Res. Bd. Canada Bull.** 122: 172.
- STRICKLAND, J.D.H. and T.R. PARSONS, 1968. A practical handbook of seawater analysis. **Bull. Fish. Res. Bd. Can.**, 167: 1-311.
- SUGUIO, K., 1973. **Introdução à Sedimentologia**. Editora E. Blüncher/EDUSP, São Paulo. 317p.
- SUZINI-Ribeiro, S.M., 1999. Biomass distribution of pico, nano, and microplankton on the continental shelf of Abrolhos, East Brazil. **Arch. Fish. Mar. Res.**, 47(2/3), 271-284.
- SVERDRUP, H.U.; JOHNSON, M.W. & FLEMING, R.H. 1942. **The oceans: their physics, chemistry and general biology**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall Inc. 1087p.
- TENENBAUM, D.R.; VILLAC, M. C.; VIANA, S. C.; MATOS, M.; HATHERLY, M.; LIMA, I.V.; MENEZES, M. 2004. Phytoplankton Atlas, Sepetiba Bay, Brazil. **Globallast Monography** series no 16. 132 pp.
- TOMAS, C. R., 1997. **Identifying Marine Phytoplankton**. Academic Press, USA, 858p.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME (UNEP), 1991. **Determinations of petroleum hydrocarbons in sediments. reference methods for marine pollution studies**. N. 20, 97p.
- UTERMOHL, H. 1958. Zur ver Vollkomnung der Quantitativen Phytoplankton-methodik. **Mitt. Inter. Ver Limnol.**, 9, p. 1-38.
- VALIELA, I. 1984. **Marine ecological processes**. New York, Springer-Verlag. 546 p.
- VAN DEN HOEK, C., MANN, D.G. & JAHNS, H.M., 1998. Algae: An introduction to phycology. **Cambridge Univ. Press**.
- 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.
- VANHOVE, S.; WITTOECK, J.; DESMET, G.; VAN DEN BERGHE, B.; HERMAN, R.L.; BAK, R.P.M.; NIEUWLAND, G.; VOSJAN, J.H.; BOLDRIN, A.; RABITTI, S. & VINCX, M. 1995. Deep-sea meiofauna communities in Antarctica: structural analysis and relation with the environment. **Marine Ecology Progress Series**, 127: 65-76.
- 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.
- 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.
- VANREUSEL A. VINCX M, VAN GANSBEKE D, GIJSELINCK 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.
- 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.
- Wells, J. B. J. 1976. Keys to aid in the identification of marine harpacticoid copepods. Ed. **University of Aberdeen**, Aberdeen, U.K. :204 p.
- WIESER, W. 1953. Die Beziehung zwischen Mundhoehlungstalt, Ernaehrungsweise und Vorkommen bei frelebenden marinen Nematoden. Eine oekologisch – morphologische studie. **Ark. Zool.**, ser. II, 4: 439-484.
- ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical Analysis**. **Prentice-Hall**, New Jersey. 718 pp.
- ZAR, J. H., 1984. **Bioestatistical Analysis**. 2nd Ed. **Prentice-Hall**, Englewood Cliffs, N. J. 250 p.

## VII. EQUIPE TÉCNICA

A seguir são apresentados, nomes, acompanhados de titulação, cargo, responsabilidades, registro de classe e cadastro técnico no IBAMA, dos profissionais da PIR2 Consultoria Ambiental envolvidos na gerência de implementação desta campanha, e na elaboração de relatório.

| EQUIPE TÉCNICA             |                                     |   |                            |                   |
|----------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------|-------------------|
| EMPRESA/PROFISSIONAL       | CARGO                               | RESPONSABILIDADE                          | REGISTRO DE CLASSE         | CTFAIDA/IBAMA (*) |
| PIR2 Consultoria Ambiental | empresa                             | consultora                                | CNPJ<br>07.081.997/0001-09 | 590406            |
| Paula Castellões, MSc.     | Diretora Executiva                  | gerência e<br>implementação do<br>projeto | CRBio-2<br>29526/02-D      | 216354            |
| Rui Guedes, BSc.           | Diretor de Operações<br>e Logística | gerência e<br>implementação do<br>projeto | CRBio-2<br>38170/02        | 216598            |
| Emiliano Nicolas Calderon  | Biólogo                             | coordenador<br>embarque                   | CRBio-2<br>32.613/02       | 216554            |

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

A PIR2 Consultoria Ambiental está registrada no Conselho Regional de Biologia 2ª região (CRBio-2) sob o número 1219/02 (Certificado de Inscrição de Empresa apresentado a seguir) e cadastrada no Cadastros Técnicos Federais (CTFs) de Atividade e Instrumentos de Defesa Ambiental regulares junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), conforme Resolução CONAMA Nº 001/1986, sob o número de registro 590406 (certificado de registro também apresentado a seguir).

Para a realização do presente projeto foi registrada junto ao Conselho Regional de Biologia 2ª região (CRBio-2) a Anotação de Responsabilidade Técnica, apresentada em sequência.

  
**Autarquia Federal**  
**Conselho Regional de Biologia - 2ª Região RJ/ES**

**CRBio-02**



**Certificado  
de  
Inscrição de Empresa**


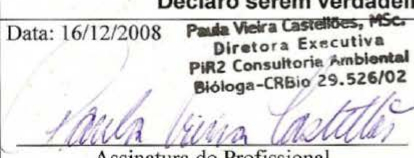

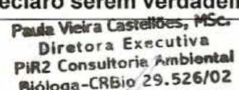


Validado até 31/03/2009  
Exercício de **2008**.

Razão Social: **PIR2- CONSULTORIA AMBIENTAL**  
Registro: **1219/02**  
CNPJ: **07081997/0001-09**  
Endereço: **PRAIA DO FLAMENGO 66/815 B - FLAMENGO - RIO DE JANEIRO - RJ - 22210-030**  
Responsável Técnico: **PAULA VIEIRA CASTELLOES - Reg.: 29526/02; RUI JOSÉ DE MIRANDA GUEDES Reg: 38170/02**  
Responsabilidade Técnica em: **EMPRESA DE CONSULTORIA AMBIENTAL - (de acordo com a Resolução CFBio nº115/2007)**

Rio de Janeiro, 05 de agosto de 2008.

  
**Bióloga Fátima Cristina Inácio de Araújo**  
Reg.: 01.88842  
Presidente do CRBio-02 RJ/ES

|   |  |
|---|--|
| <br>Ministério do Meio Ambiente<br>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e<br>dos Recursos Naturais Renováveis   | <br><b>IBAMA</b><br>M M A |
| <b>COMPROVANTE DE REGISTRO</b>  |  |
| Nr. de Cadastro: <b>590406</b>  |  |
| CPF/CNPJ: <b>07.081.997/0001-09</b>   |  |
| Nome/Razão Social/Endereço<br><b>PIR2 Consultoria Ambiental Ltda.</b><br><b>Praia do Flamengo, 66 sala 815 bloco B</b><br><b>Flamengo</b><br><b>RIO DE JANEIRO/RJ 22210-030</b>   |  |
| Atividades Potencialmente Poluidoras<br>Não existem atividades potencialmente poluidoras<br>Atividades de Defesa Ambiental<br>Consultoria Técnica Ambiental - Classe 6.0<br>Atividades:   |  |
| Observações:<br>1 - Este cartão é o documento comprobatório de inscrição no Cadastro Técnico Federal - CTF e de uso obrigatório nos casos legalmente determinados. Para qualquer orientação de natureza cadastral, procure a unidade local do cadastro do IBAMA.<br>3 - Para verificar a regularidade desta pessoa junto ao IBAMA, visite <a href="http://www.ibama.gov.br">http://www.ibama.gov.br</a> e procure Serviços On-Line, depois Consulta de Regularidade.<br>4 - Este certificado não habilita o interessado ao exercício da(s) atividade(s) descrita(s), sendo necessário, conforme o caso de obtenção de licença, permissão ou autorização específica após análise técnica do IBAMA, do programa ou projeto correspondente.<br>5 - No caso de encerramento de qualquer atividade especificada neste certificado, o interessado deverá comunicar ao IBAMA, obrigatoriamente, no prazo de 30 (trinta) dias, a ocorrência para atualização do sistema.<br>6 - Este certificado não substitui a necessária licença ambiental emitida pelo órgão competente.<br>7 - Este certificado não habilita o transporte de produtos ou subprodutos florestais e faunísticos. |  |
| Data de emissão: <b>26/03/2007</b><br>Autenticação: <b>imea.8ftx.g3i3.9a13</b>  |  |

|  <b>Autarquia Federal</b><br><b>CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b><br>Rua Álvaro Alvim, 21 / 12º andar – Cinelândia – CEP 20031-010<br>Rio de Janeiro – RJ – Tel/Fax (21) 2142-5701 – www.crbio2.org.br                         |                             |   |                        |
|---|-----------------------------|---|------------------------|
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |                             | 1-Nº. da A.R.T.: <b>2310</b><br><small>(preenchido pelo CRBio)</small>  |                        |
| <b>CONTRATADO</b>   |                             |   |                        |
| 2.Nome: PAULA VIEIRA CASTELLÕES   |                             | 3.Registro no CRBio: 29.526/02  |                        |
| 4.CPF: 033.813.657-62   | 5.e-mail: paula@pir2.com.br | 6.Tel.: (21)20055030  |                        |
| 7.End.: RUA MUNIZ BARRETO, 333/304  |                             |   |                        |
| 8.Bairro: BOTAFOGO  | 9.Cidade: RIO DE JANEIRO    | 10.UF: RJ   | 11.CEP.: 22.251-090    |
| <b>CONTRATANTE</b>  |                             |   |                        |
| 12.Nome: FUGRO OCENSATPEG S.A   |                             |   |                        |
| 13.Registro Profissional:   |                             | 14.CPF /CNPJ: 03.595.293/0001-95  |                        |
| 15.End.: AV. PREFEITO ARISTEU FERREIRA DA SILVA Nº. 2222  |                             |   |                        |
| 16.Telefones e Fax.: (22) 3311-5100   |                             |   |                        |
| 17.Bairro: NOVO CAVALEIROS  | 18.Cidade: MACAÉ            | 19.UF: RJ   | 20.CEP.: 27930-070     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b> <small>(VERIFICAR NO MANUAL)</small>   |                             |   |                        |
| 21. Natureza ( ) 21.1. Prestação de serviço: 1.2  |                             | 21.2 Ocupação de cargo/função:  |                        |
| 22. Identificação: CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DOS BLOCOS C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia DE Campos  |                             |   |                        |
| 23. Localização Geográfica: 23.1– do Trabalho / UF: RJ  |                             | 23.2 – da Sede / UF: RJ   |                        |
| 24.UF: RJ   |                             |   |                        |
| 25.Forma de participação: Individual  |                             | 26.Perfil da equipe:  |                        |
| 27.Área do Conhecimento: Ecologia   |                             | 28.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |                        |
| 29.Descrição sumária <small>(usar fonte Times New Roman, 10)</small><br><br>ATIVIDADES DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DOS BLOCOS C-M-466, C-M-499, C-M-592, C-M-620 e C-M-621, Bacia DE Campos, DENTRO DO CONTRATO FIRMADO ENTRE A FUGRO OCEANSATPEG S.A. E A OGX PETRÓLEO E GÁS LTDA. (CONTRATO NºOGXLT/2008/103) |                             |   |                        |
| 30.Valor: R\$   | 31.Total de horas:          | 32.Início: 25/09/2008   | 33.Término: 25/12/2008 |
| 34. Responsável Técnico: PAULA VIEIRA CASTELLÕES  |                             | 35. Registro no CRBio-2: 29.526/02  |                        |
| <b>36. ASSINATURAS</b>  |                             | <b>37. CARIMBO DO CRBio</b>   |                        |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>   |                             |   |                        |
| Data: 16/12/2008<br><br>Assinatura do Profissional   |                             | Data: 16/12/2008<br><br>Assinatura e Carimbo do Contratante |                        |
| <br>Paula Vieira Castellões, MSC<br>Diretora Executiva<br>PIR2 Consultoria Ambiental<br>Bióloga-CRBio 29.526/02  |                             | <br>Paulo César Martins<br>Diretor de Marketing             |                        |
| <br>Paulo César Martins<br>Agente de Fiscalização<br>CRBio - 2 Matr.0049   |                             |   |                        |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>   |                             | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>  |                        |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto-aos arquivos desse CRBio.  |                             |   |                        |
| Data: / / _____<br>Assinatura do Profissional   |                             | Data: / / _____<br>Assinatura do Profissional   |                        |
| Data: / / _____<br>Assinatura e Carimbo do Contratante  |                             | Data: / / _____<br>Assinatura e Carimbo do Contratante  |                        |

40. AUTENTICAÇÃO DO RECOLHIMENTO BANCÁRIO

GERAR A.R.T. EM 3 VIAS