

**Índice Geral**

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. JUSTIFICATIVA.....	1
2. ÁREA DE ESTUDO.....	2
3. OBJETIVOS E METAS.....	3
4. MÉTODOS.....	3
4.1 MALHA AMOSTRAL.....	4
4.2 PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM.....	6
4.2.1 COMPARTIMENTO SEDIMENTO: PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS E COMUNIDADE BENTÔNICA (MEIOFAUNA E MACROFAUNA)	6
4.2.2 COMPARTIMENTO ÁGUA: PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS	9
4.2.3 COMUNIDADES PLANCTÔNICAS	12
4.2.4 INSPEÇÃO VISUAL DE FUNDO	14
4.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE.....	17
4.3.1 QUALIDADE DO SEDIMENTO	17
4.3.2 COMUNIDADE BENTÔNICA (MEIOFAUNA E MACROFAUNA)	18
4.3.3 QUALIDADE DA ÁGUA	19
4.3.4 COMUNIDADES PLANCTÔNICAS	20
5. RESULTADOS.....	22
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO.....	22
5.1.1 GRANULOMETRIA E CARBONATOS	22
5.1.2 MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL E CARBONO ORGÂNICO TOTAL	25
5.1.3 NUTRIENTES (NITROGÊNIO E FÓSFORO)	27
5.1.4 METAIS	28
5.1.5 HIDROCARBONETOS	33
5.1.6 BIOMARCADORES	36
5.1.7 RADIONUCLÍDEOS	43
5.2 MACROFAUNA BENTÔNICA.....	44
5.2.1 ANÁLISE QUALITATIVA	44
5.2.2 ANÁLISE QUANTITATIVA	46
5.2.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS	49
5.3 MEIOFAUNA BENTÔNICA.....	51
5.3.1 ANÁLISE QUALITATIVA	51
5.3.2 ANÁLISE QUANTITATIVA	53



5.3.3	ÍNDICES BIOLÓGICOS	55
5.4	INSPEÇÃO VISUAL DE FUNDO	57
5.5	CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA	59
5.5.1	TEMPERATURA, SALINIDADE E DENSIDADE DA ÁGUA	59
5.5.2	OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PH	66
5.5.3	TRANSPARÊNCIA	67
5.5.4	SÓLIDOS TOTAIS, DISSOLVIDOS E EM SUSPENSÃO	68
5.5.5	CARBONO ORGÂNICO TOTAL	69
5.5.6	NUTRIENTES (SÉRIE NITROGENADA, FOSFATO E SILICATO)	70
5.5.7	CLOROFILA-a	73
5.5.8	SULFETOS	75
5.5.9	HIDROCARBONETOS, BTEX E FENÓIS	75
5.6	CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS	76
5.6.1	FITOPLÂNCTON	76
5.6.2	ZOOPLÂNCTON	84
5.6.3	ICTIOPLÂNCTON	94
5.7	ANÁLISE INTEGRADA	102
5.7.1	COMPARTIMENTO SEDIMENTO	102
5.7.2	COMPARTIMENTO ÁGUA	104
6	CONCLUSÃO	107
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
8	EQUIPE TÉCNICA	124



ÍNDICE DE TABELAS	Página
TABELA 1 – Localização das estações de coleta para a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	5
TABELA 2 – Parâmetros analisados, tipo de frascos, conservação e preservação de amostras de sedimento e laboratórios responsáveis pelas análises, durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	8
TABELA 3 – Sequência de lançamentos e eventos relacionados à coleta de sedimento durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	9
TABELA 4 – Profundidades de coleta de água para a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	10
TABELA 5 – Parâmetros e métodos de campo para Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	11
TABELA 6 – Sequência de lançamentos e eventos relacionados à coleta de água durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	12
TABELA 7 – Sequência de arrastos do zooplâncton realizados durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos. 19	14
TABELA 8 – Coordenadas executadas durante operação de inspeção de fundo do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	16
TABELA 9 – Métodos analíticos e seus respectivos limites de quantificação empregados para análise de amostras de sedimento durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	17
TABELA 10 – Métodos analíticos e seus respectivos limites de quantificação empregados para análise de amostras de água durante a Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	20
TABELA 11 – Listagem do código dos morfotipos identificados para individualizar os organismos do microfitoplâncton de acordo com a forma e maior dimensão celular.	21
TABELA 12 – Composição granulométrica (%) das estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	24
TABELA 13 – Comparação de teores de Carbonato (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	25
TABELA 14 – Matéria orgânica total e carbono orgânico total (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	26
TABELA 15 – Nutrientes (Nitrogênio Kjeldahl e Fósforo Total) (mg.kg⁻¹) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	28
TABELA 16 – Resumo das concentrações de metais encontradas no sedimento durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	29
TABELA 17 – Resultados obtidos a partir de análises para os parâmetros MCNR, HRP e HTPTotal (mg.kg⁻¹). Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	35
TABELA 18 – Códigos das razões entre biomarcadores orgânicos identificados no sedimento marinho durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	37



TABELA 19 – Biomarcadores orgânicos (terpanos e esteranos) e razões entre os compostos no sedimento marinho durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	39
TABELA 20 – 226Ra e 228Ra (Bq.kg-1) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	44
TABELA 21 – Valores de 226Ra/Ba e 228Ra/Ba durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	44
TABELA 22 – Valores de densidade (cel.L-1) dos táxons da macrofauna bentônica mais abundantes da caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	48
TABELA 23 – Densidade por grupo e total (ind.m-2) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	49
TABELA 24 - Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica decada amostra durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	49
TABELA 25 – Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade meiobentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	53
TABELA 26 - Valores de densidade (Ind.10 cm-2) da caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	53
TABELA 27 - Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica em cada amostra durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	55
TABELA 28 – Caracterização das principais massas d'água através da comparação entre os limites termohalinos e as profundidades encontrados no presente estudo com aqueles da literatura existente para a região oceânica da Bacia de Santos.	63
TABELA 29 - Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	79
TABELA 30 – Os 9 táxons mais frequentes da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	79
TABELA 31 - Valores de densidade (cel.L-1) do nanoplâncton e do microfitoplâncton durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	80
TABELA 32 - Valores de densidade (cel.L-1) do microfitoplâncton (táxons mais representativos) durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	83
TABELA 33 - Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade zooplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	86
TABELA 34 – Táxons mais frequentes (100%) da comunidade zooplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	86
TABELA 35 – Táxons mais abundantes da comunidade zooplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	91
TABELA 36 – Frequência de ocorrência dos táxons de larvas de peixes nas estações coletadas com as malhas de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	97

TABELA 37 - Táxons de larvas de peixes muito frequentes (FO>70%) nas amostras coletadas com as malhas de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	97
TABELA 38 – Densidade média (larvas.100 m-3) dos táxons de larvas de peixes mais abundantes coletados durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos (malhas de 330 e 500 µm).	99
TABELA 39 – Códigos para identificação das variáveis utilizadas nas análises multivariadas de integração dos resultados observados no sedimento marinho.	102
TABELA 40 - Variáveis abióticas e bióticas e respectivas abreviaturas utilizadas na análise integrado compartimento água. 110	104
TABELA 41 – Responsabilidade técnica.	124

ÍNDICE DE FIGURAS	Página
FIGURA 1 – Localização do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	2
FIGURA 2 – Embarcação NP Seward Johnson utilizada na Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	4
FIGURA 3 – Malha amostral das estações de coleta (sedimento e água) e de inspeção de fundo, executada durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	5
FIGURA 4 – A) Lançamento do boxcorer; B e C) Exemplos de subamostragens de parâmetros físico-químicos; D) Exemplo de congelamento das amostras destinadas às análises de granulometria, COT, MOT e carbonatos. Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	7
FIGURA 5 – Procedimentos de coleta de sedimento para análise da comunidade bentônica bentônica (macrofauna e meiofauna).	8
FIGURA 6 – A) Sistema Rosette; B) CTD (Conductivity, temperature and depth); C) Subamostragens de água nas diferentes profundidades; D) Disco de Secchi. Campanha de caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	10
FIGURA 7 – A) Medições in situ de pH e OD; B, C e D) Filtração destinada às análises de clorofila e MPS. Campanha de caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	11
FIGURA 8 – Procedimentos de amostragem de plâncton (zoo e ictioplâncton). Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	13
FIGURA 9 – Malha amostral do imageamento com dropcam, estabelecida para caracterização do fundo marinho ao redor de cada estação amostral.	15
FIGURA 10 – Composição granulométrica média (%) das estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	23
FIGURA 11 – Carbonato médio (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	25
FIGURA 12 – Matéria orgânica total e carbono orgânico total médios (%) nas estações amostradas na caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	26
FIGURA 13 – Nutrientes (Nitrogênio Kjeldahl e Fósforo Total) (médias mg.kg-1) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	27
FIGURA 14 - Concentrações de metais médias (Al, Mn) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	30
FIGURA 15 - Concentrações de metais médias (Pb, Ni, Cu e Cr) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	31



FIGURA 16 - Concentrações de metais médias (V, Zn, Ba) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	32
FIGURA 17 - Concentrações de metais (Fe) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	33
FIGURA 18 – Perfil cromatográfico da amostra 3C, analisada durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	35
Figura 19 – Perfil cromatográfico da amostra 3C analisada durante a caracterização ambiental da Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.	42
Figura 20 – Concentrações médias de 226Ra e 228Ra (Bq.kg-1) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	43
FIGURA 21 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da macrofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	45
FIGURA 22 – Riqueza (nº de táxons) e riqueza de Margalef dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	45
FIGURA 23 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	46
FIGURA 24 – Contribuição média (%) por grupo na densidade dos organismos da macrofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	47
FIGURA 25 – Densidade média (ind.m-2) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	47
FIGURA 26 – Contribuição média (%) por grupo na densidade dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	48
FIGURA 27 – Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	50
FIGURA 28 – Análise de agrupamento das amostras através do índice de similaridade de Bray–Curtis da macrofauna bentônica em cada estação da caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	50
FIGURA 29 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da meiofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	51
FIGURA 30 – Riqueza (nº de táxons) dos organismos da meiofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	52



FIGURA 31 - Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	52
FIGURA 32 – Contribuição total (%) por grupo na densidade da meiofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	54
FIGURA 33 – Densidade média (ind.10cm-2) da meiofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	54
FIGURA 34 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	55
FIGURA 35 – Índices biológicos da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	56
FIGURA 36 – Análise de agrupamento das amostras através do índice de similaridade de Bray–Curtis da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	56
FIGURA 37 – Exemplos de imagens do fundo marinho obtidas com dropcam, durante a campanha de caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	58
FIGURA 38 – Perfis de temperatura salinidade, densidade em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	62
FIGURA 39 – A) Diagrama T&S a partir dos resultados de cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos; ; B) Diagrama TS obtido a partir de dados adquiridos durante campanha oceanográfica (PETROBRAS, 2006), realizada na porção central Bacia de Santos, em profundidade de lâmina d’água superior a 2500 m; C) Diagrama TS obtido a partir de dados também adquiridos na Bacia de Santos. As isolinhas representam os valores de densidade (WOCE, 2013).	65
FIGURA 40 – Oxigênio dissolvido (OD) (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	66
FIGURA 41 – Potencial hidrogeniônico(pH) em cada estação durante as caracterizações ambientais do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	67
FIGURA 42 – Transparência (m) em cada estação durante as caracterizações ambientais do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	68
FIGURA 43 – Sólidos totais, dissolvidos (g.L-1) e em suspensão (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.	69
FIGURA 44 – Carbono Orgânico Total (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.	70



FIGURA 45 – Nitrato (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.	71
FIGURA 46 – Fosfato (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.	72
FIGURA 47 – Silicato (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.	73
FIGURA 48 – Clorofila-a (µg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.	74
FIGURA 49 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	77
FIGURA 50 – Riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	78
FIGURA 51 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	78
FIGURA 52 – Densidade (cel.L-1) da comunidade nanoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	80
FIGURA 53 – Densidade (cel.L-1) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	81
FIGURA 54 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	81
FIGURA 55 – Contribuição (%) por grupo na densidade da comunidade fitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	82
FIGURA 56 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade fitoplanctônica em cada profundidade durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	82
FIGURA 57 – Índices biológicos da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	83
FIGURA 58 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos; A) Arrasto Vertical; B) Arrasto Horizontal.	84
FIGURA 59 – Riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplanctônica em cada estação e nos dois tipos de arrasto, durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	85

FIGURA 60 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplanctônica em cada estação e nos dois tipos de arrasto, durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	86
FIGURA 61 – Densidade (ind.m-3) dos organismos da comunidade zooplanctônica em cada estação, nos dois tipos de arrastos, durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	88
FIGURA 62 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade zooplanctônica nos dois tipos de arrastos, durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	89
FIGURA 63 – Contribuição (%) por grupo na densidade da comunidade zooplanctônica em cada estação, considerando os dois tipos de arrastos, durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	89
FIGURA 64 – Índices biológicos da comunidade zooplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	92
FIGURA 65 – Dendrograma representativo da similaridade quantitativa entre estações e arrastos, a partir dos resultados de densidade do zooplâncton identificados durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	93
FIGURA 66 – Contribuição (%) por família na riqueza (nº de táxons) de larvas de peixes durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	95
FIGURA 67 – Riqueza (nº de táxons) da assembleia de larvas de peixes em cada estação (malhas de 330 µm e 500 µm), durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	96
FIGURA 68 – Contribuição (%) por família na riqueza (nº de táxons) de larvas de peixes em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	97
FIGURA 69 – Densidade de larvas de peixes (larvas. 100 m-3) coletadas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	98
FIGURA 70 – Contribuição média (%) por família na densidade média de larvas de peixes (larvas.100 m-3) durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	99
FIGURA 71 – Índices biológicos da assembleia de larvas de peixes em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	100
FIGURA 72 – Dendrograma representativo da similaridade quantitativa entre estações nos arrastos de ictioplâncton com rede de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.	101
FIGURA 73 - Ordenação das variáveis abióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) para o compartimento sedimento.	103



FIGURA 74 – Ordenação das variáveis abióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) em função das diferentes profundidades da coluna d’água.	105
FIGURA 75 – Ordenação das variáveis abióticas e bióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) em função das diferentes profundidades da coluna d’água.	106

1. INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta os resultados dos meios biótico e abiótico, dos compartimentos água e sedimento, obtidos no Projeto de Caracterização Ambiental (PCA) do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, na Bacia de Santos. Tal região será alvo da atividade de perfuração marítima a ser desenvolvida pela Shell Brasil Petróleo Ltda. A implementação do PCA foi aprovada pela CGMAC/DILIC/IBAMA e segue as diretrizes do Termo de Referência nº3/2018.

A realização de campanhas de caracterização ambiental anteriores ao início das atividades de exploração de petróleo permite a identificação das características físicas, químicas e biológicas do ambiente marinho estudado, estabelecendo assim a linha de base local.

Comparações dos resultados obtidos com a literatura existente na região, associadas ao imageamento realizado no fundo marinho, em malha amostral pré estabelecida, permitiram uma avaliação das características locais do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Adicionalmente, destaca-se que toda a operação de coleta foi realizada seguindo as condicionantes apresentadas na Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (ABIO) N° 973/2018.

1.1. JUSTIFICATIVA

Para o início das atividades de perfuração no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos e desenvolvimento da região pela Shell, é fundamental a conquista do conhecimento ambiental e oceânico do local, assim como das áreas adjacentes. Nesse cenário, uma campanha de caracterização ambiental na área favorece o diagnóstico do status atual da qualidade do ambiente e atua como ferramenta para avaliação de possíveis impactos que venham a ocorrer, já que as atividades exploratórias possuem reconhecido potencial poluidor.

Tal potencial está vinculado, principalmente, ao descarte de cascalho com fluido de perfuração e à possibilidade de vazamento de óleo (SCHAFFEL, 2002).

2. ÁREA DE ESTUDO

O Bloco Alto de Cabo Frio Oeste localiza-se na Bacia de Santos, em frente ao estado do Rio de Janeiro, a uma distância de, aproximadamente, 120 km da costa, em lâmina d'água variando de 1.387 m a 2.100 m (Figura 1).

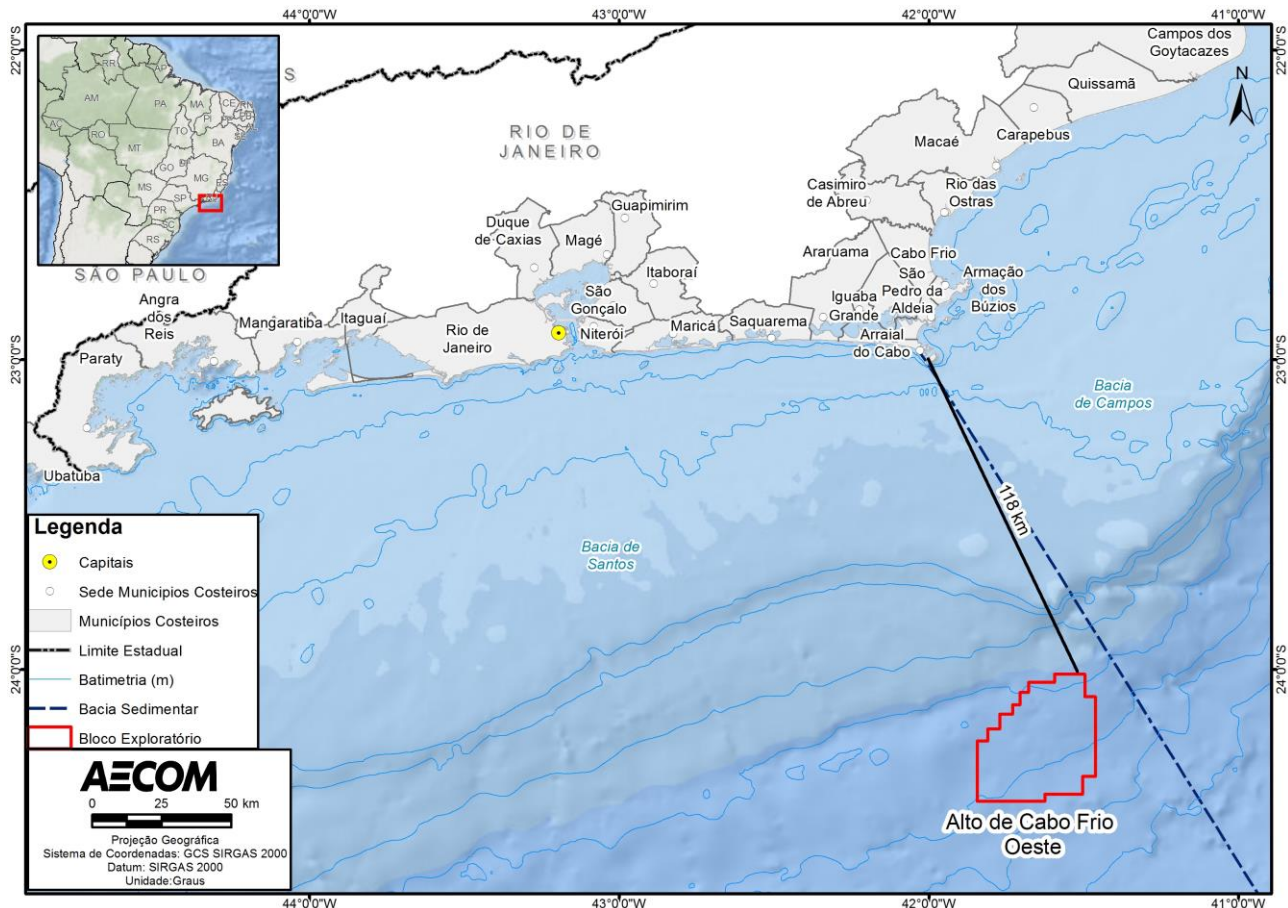


FIGURA 1 – Localização do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

3. OBJETIVOS E METAS

Os objetivos gerais deste estudo são:

- Caracterizar a qualidade do sedimento, através de parâmetros físicos, químicos e biológicos (estrutura da comunidade bentônica);
- Caracterizar a qualidade da água do mar, através de parâmetros físicos, químicos e biológicos (estrutura das comunidades planctônicas);
- Inspeccionar o fundo marinho, como forma de identificar a potencial existência de bancos biogênicos nas áreas previstas para a realização das atividades de perfuração.

As metas relacionadas aos objetivos propostos são apresentadas a seguir:

- Realizar 100 % das coletas de sedimento marinho e suas respectivas análises previstas (biológicas, físicas e químicas);
- Realizar 100% das coletas de água do mar e suas respectivas análises previstas (biológicas, físicas e químicas);
- Realizar 100% do imageamento do fundo marinho previsto;
- Apresentar e discutir 100% dos resultados, caracterizando o meio ambiente local.

4. MÉTODOS

A campanha de caracterização ambiental foi realizada a bordo da embarcação *NP Seward Johnson*, da parceria entre as empresas OceanPact e Gardline, entre os dias 25 de julho a 11 de agosto de 2018 (**Figura 2**).

A navegação, o posicionamento e a operação dos equipamentos como CTD, Câmera (dropcam), Rosette e *boxcorer* foi de responsabilidade da equipe da Gardline. As amostragens de água, sedimento, incluindo a biota associada a cada um desses compartimentos, análise em tempo real das imagens do fundo marinho (*dropcam*), bem como a validação, o processamento, a preservação, o armazenamento e a desmobilização de todas as amostras e dados coletados foram acompanhados e supervisionados durante toda a campanha. Destaca-se ainda o compromisso de todas as equipes envolvidas de sempre buscar a garantia da qualidade (QA/QC) nos diferentes processos inerentes à atividade.



FIGURA 2 – Embarcação *NP Seward Johnson* utilizada na Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

4.1 MALHA AMOSTRAL

A fim de fornecer uma adequada caracterização da região, o planejamento da malha amostral considerou a batimetria local, as características meteoceanográficas locais, a morfologia do fundo e as áreas de interesse para perfuração, conforme apresentado no respectivo PCA. Cabe ressaltar que também foram amostrados pontos nos limites da área de concessão, ampliando a caracterização do bloco como um todo.

A **Figura 3** apresenta a malha amostral executada na campanha que é composta por seis estações (numeradas de 1 a 5), sendo 3 delas correspondes a locações propostas para a perfuração de poços. Em todos os pontos amostrais foram coletadas amostras de água e sedimento, assim como realizado o imageamento do fundo marinho (**Tabela 1**).

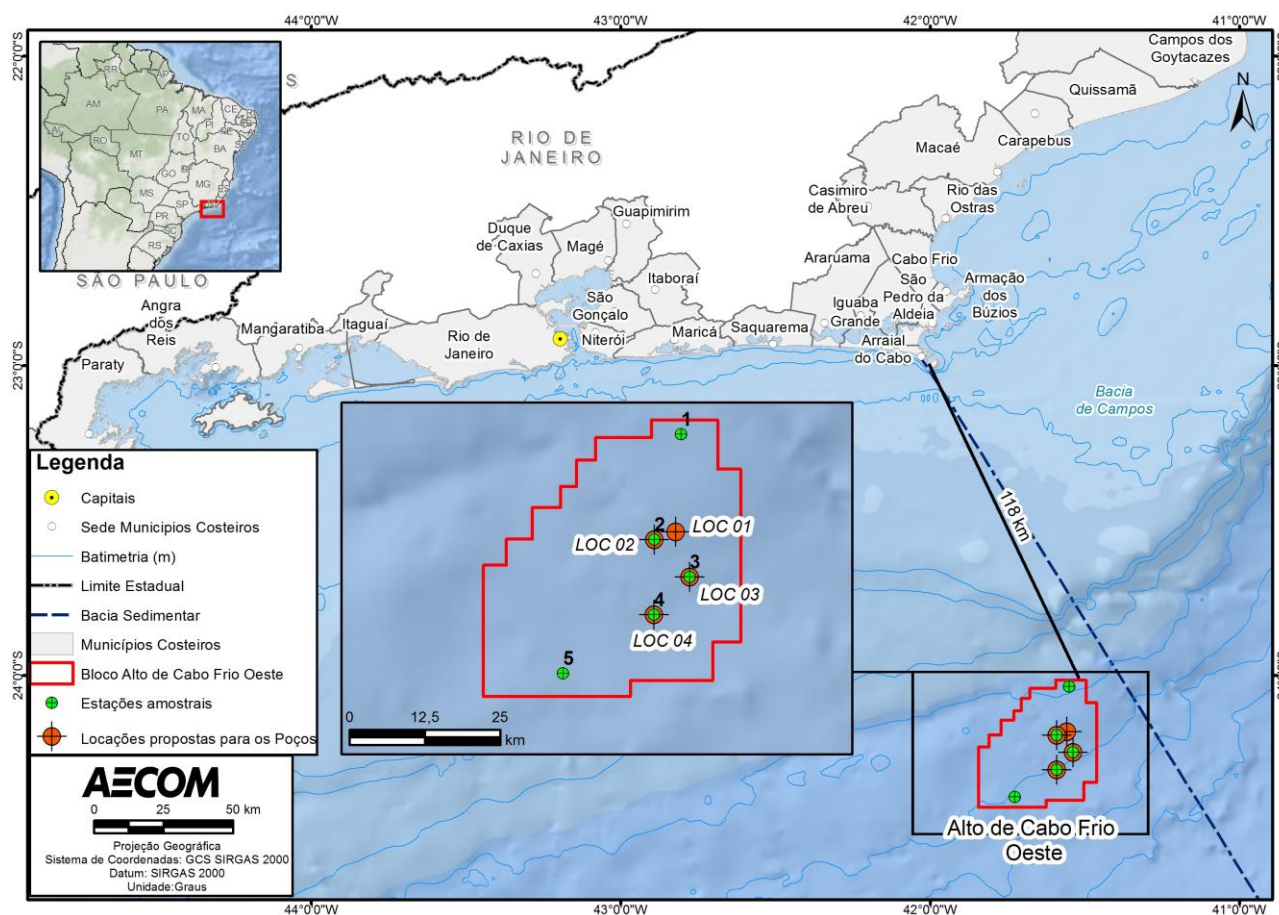


FIGURA 3 – Malha amostral das estações de coleta (sedimento e água) e de inspeção de fundo, executada durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Baía de Santos.

TABELA 1 – Localização das estações de coleta para a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Baía de Santos.

Provável Localização	Estação Amostral	Compartimento avaliado	Projeção Métrica (UTM) - Z24S		Coordenadas Geográficas (Graus Decimais)	
			X	Y	Latitude	Longitude
LOC 01	-	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	240183	7323236	-24.182098	-41.557505
	1	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	240696	7339373	-24.036575	-41.549574
LOC 02	2	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	236994	7321938	-24.193280	-41.589108
LOC 03	3	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	242478	7315878	-24.248868	-41.536347
LOC 04	4	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	237175	7309552	-24.305066	-41.589591
-	5	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	223593	7299590	-24.392600	-41.725221

Datum: SIRGAS 2000

4.2 PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM

Os subitens a seguir resumem os procedimentos adotados durante as diferentes amostragens realizadas ao longo da campanha Baseline do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste.

4.2.1 COMPARTIMENTO SEDIMENTO: PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS E COMUNIDADE BENTÔNICA (MEIOFAUNA E MACROFAUNA)

As amostras de sedimento foram coletadas em todas as estações previstas, utilizando um *boxcorer*, previamente lavado e descontaminado. Em cada estação, foram coletadas 3 réplicas (3 lançamentos), permitindo a subamostragem de todos os parâmetros previstos no PCA (biológicos e físico-químicos). As imagens da superfície de todas as amostras foram registradas e são apresentadas no **Anexo C** deste documento. Para cada réplica válida foram retiradas alíquotas dos primeiros 5 cm da amostra para posterior análise dos parâmetros físico-químicos. Salienta-se que todas as coletas, preservação e armazenamento das amostras ocorreram conforme orientação do método analítico, de forma a evitar possíveis contaminações dos subamostradores, coletores e promovendo a correta preservação das amostras até o momento das análises pelos respectivos laboratórios (**Figura 4**).

Após as subamostragens destinadas às análises físico-químicas, realizou-se a coleta da comunidade bentônica (macro e meiofauna). A subamostragem da macrofauna, representada por uma área de 400 cm², ocorreu através da utilização de 4 corers de 10x10x10 cm e as amostras foram lavadas em sacos de *nylon* com abertura de malha de 0,3 mm para eliminação dos finos. As alíquotas retidas foram acondicionadas em sacos de polipropileno, fixadas em solução de formaldeído a 4%, preparada com água do mar e identificadas com rótulos contendo as informações das estações de coleta. Já para a meiofauna, utilizou-se um subamostrador com 4 cm de diâmetro por 10 cm de altura e as amostras foram armazenadas em frascos de polipropileno, também fixadas em solução de formaldeído a 4% (**Figura 5**).

A **Tabela 2** apresenta os parâmetros, os respectivos frascos de acondicionamento, os métodos de preservação das subamostragens do sedimento determinados pelos laboratórios responsáveis pelas análises. As amostras biológicas foram armazenadas em bombonas, em ambiente aberto até o transporte ao laboratório de análise.



FIGURA 4 – A) Lançamento do *boxcorer*; B e C) Exemplos de subamostragens de parâmetros físico-químicos; D) Exemplo de congelamento das amostras destinadas às análises de granulometria, COT, MOT e carbonatos. Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.



Continua



FIGURA 5 – Procedimentos de coleta de sedimento para análise da comunidade bentônica bentônica (macrofauna e meiofauna).

TABELA 2 – Parâmetros analisados, tipo de frascos, conservação e preservação de amostras de sedimento e laboratórios responsáveis pelas análises, durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Parâmetros	Quantidade de amostras	Recipiente	Volume	Preservação	Laboratórios
Granulometria, Carbonatos (CaCO ₃), Carbono Orgânico Total (COT) e Matéria Orgânica Total (MOT)	18	Ziplocs	500 g	Congelamento	Anatech
Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo)	18	Recipiente Plástico (Pet)	100 g	Refrigeração a 6°C	Anatech
Metais (Al, As, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, V e Zn)	18	Recipiente Plástico (Pet)	100 g	Refrigeração a 6°C	Anatech
Hidrocarbonetos	18	Recipiente de vidro	100 g	Refrigeração a 6°C	Anatech
Biomarcadores (hopanos e esteranos)	18	Recipiente de Vidro de 100ml, com tampa de Teflon	-	Refrigeração a 6°C	Anatech
Radionuclídeos: Ra226 e Ra 228	18	Recipiente de vidro 200g	-	Refrigeração a 6°C	Anatech



Macrofauna bentônica	18	Formaldeído	-	Formol	Oceânides
Meiofauna bentônica	18	Formaldeído	-	Formol	Oceânides

A **Tabela 3** a seguir apresenta a sequência de lançamentos, a profundidade local de cada estação, além da data, hora e coordenadas da coleta de sedimentos desta campanha. Como já mencionado acima, as imagens associadas a cada uma das amostras validadas encontram-se apresentadas no **Anexo C**.

TABELA 3 – Sequência de lançamentos e eventos relacionados à coleta de sedimento durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estação	Réplica	Data	Hora Local	Coordenadas em UTM (Datum SIRGAS 2000)		Observações
				Leste	Norte	
1	R1	03/08/18	02:36	240691,31	7339357,17	Amostra válida
	R2_1	03/08/18	03:55	240691,31	7339357,17	Amostra inválida
	R2_2	03/08/18	02:36	240692,23	7339359,46	Amostra válida
	R3	03/08/18	06:20	240688,48	7339364,46	Amostra válida
2	R1	02/08/18	17:41	236988,92	7321909,56	Amostra válida
	R2_1	02/08/18	19:20	237001,07	7321901,02	Falha
	R2_2	02/08/18	21:20	236974,32	7321944,49	Amostra válida
	R3	02/08/18	23:05	236996,88	7321931,51	Amostra válida
3	R1	03/08/18	09:55	242463,83	7315880,21	Amostra válida
	R2	03/08/18	11:08	242475,24	7315859,66	Amostra válida
	R3	03/08/18	12:30	242468,59	7315870,53	Amostra válida
4	R1	03/08/18	14:53	237177,53	7309551,78	Amostra válida
	R2	03/08/18	17:31	237163,04	7309543,52	Amostra válida
	R3	03/08/18	19:04	237182,72	7309550,03	Amostra válida
5	R1	03/08/18	22:30	223574,67	7299592,41	Amostra válida
	R2	09/08/18	20:47	223596,68	7299576,69	Amostra válida
	R3	09/08/18	22:01	223620,23	7299582,8	Amostra válida

4.2.2 COMPARTIMENTO ÁGUA: PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS

As amostras de água destinadas às análises físicas, químicas e planctônicas foram coletadas nas mesmas 6 estações onde ocorreram as coletas de sedimento. Em cada estação, foram obtidos dados de temperatura, salinidade e densidade através de perfilagens ao longo da coluna d'água, utilizando um CTD acoplado ao sistema automático de garrafas Go-Flo interligadas (*Rosette*). As coletas de água ocorreram em 5 profundidades determinadas a partir da verificação das massas d'água esperadas para a região (**Tabela 4**). Além disso, foi avaliada também a transparência local, por meio do lançamento de um disco de Secchi (**Figura 6**).

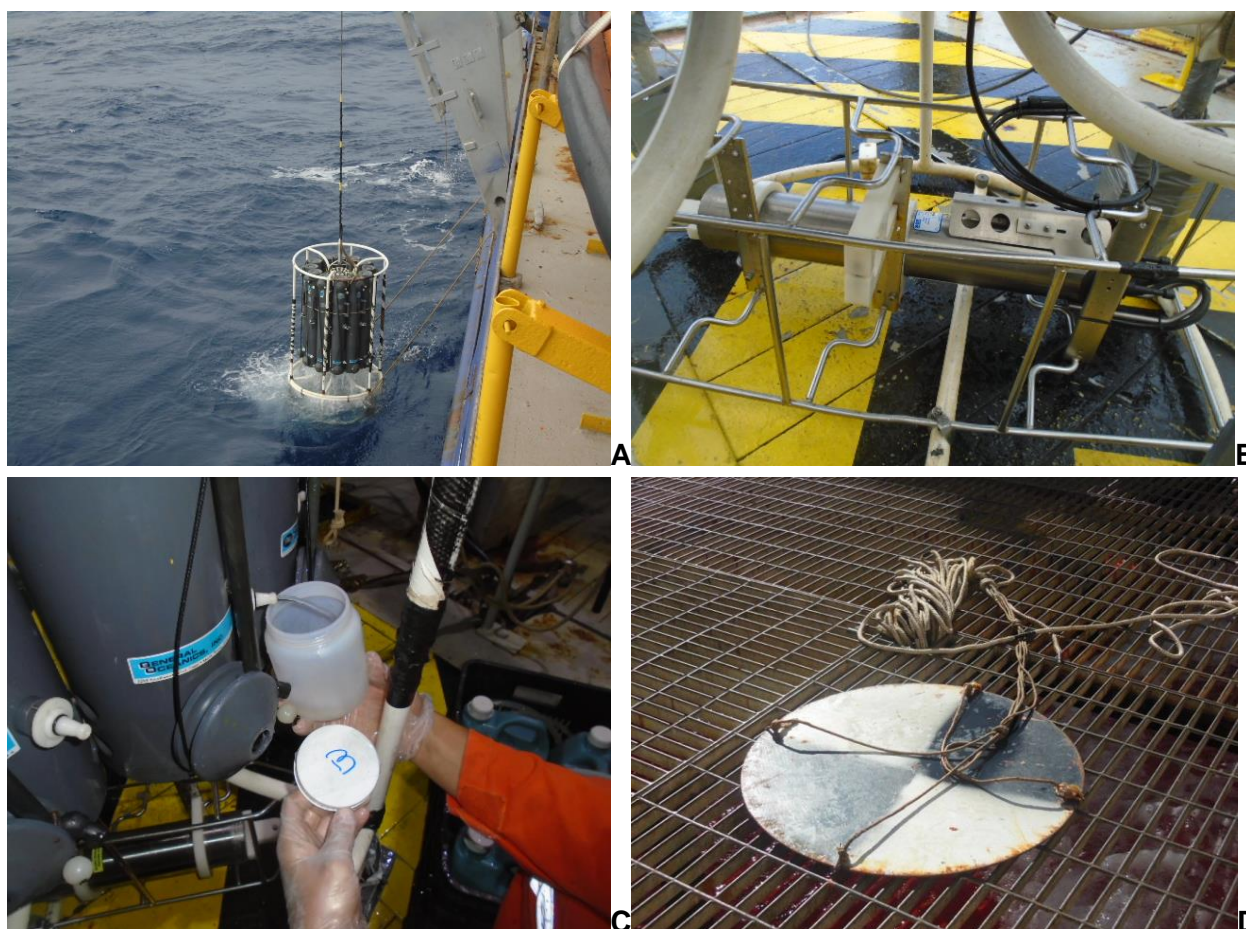


FIGURA 6 – A) Sistema Rosette; B) CTD (Conductivity, temperature and depth); C) Subamostragens de água nas diferentes profundidades; D) Disco de Secchi. Campanha de caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

TABELA 4 – Profundidades de coleta de água para a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estrato de Coleta	Profundidade (m)	Massa d'água representada	Temperatura (°C)	Salinidade
A	10	Água de Mistura e/ou Subsuperficial(AM)	>18	34 - 36
B	50	Água Tropical (AT)	>18	< 36
C	300	Água Central do Atlântico Sul (ACAS)	6 - 18	34,5 - 36
D	800/900	Água Intermediária Antártica (AIA)	2,75 - 5	34,1 - 34,5
E	1600*	Água Profunda do Atlântico Norte (APAN)	2,04 - 3,31	34,59 - 34,87

*Exceto na estação 1, onde a coleta ocorreu em 1460 m

Os valores de pH e oxigênio dissolvido (OD) de cada estrato foram medidos *in situ* a partir de sensores portáteis (phmetro e oxímetro). Para a análise do pigmento clorofila-a e material particulado em suspensão (MPS) foram realizadas filtrações da água do mar imediatamente após as coletas. A água do mar filtrada foi utilizada para o preenchimento dos frascos das análises de sulfetos e nutrientes. Cabe destacar que as filtrações da água para as amostras de clorofila-a, foram realizadas somente nos estratos A, B e C considerando este último como o limite máximo para a obtenção deste pigmento ao longo da coluna d'água

(Figura 7). A Tabela 5 a seguir resume todos os parâmetros e seus respectivos métodos de amostragem e armazenamento.



FIGURA 7 – A) Medições *in situ* de pH e OD; B, C e D) Filtração destinada às análises de clorofila e MPS. Campanha de caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

TABELA 5 – Parâmetros e métodos de campo para Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Parâmetros	Equipamentos	Recipiente	Preservação	Conservação
Parâmetros analisados <i>in situ</i>				
Densidade	CTD	NA	NA	NA
Salinidade				
Temperatura				
Oxigênio Dissolvido	Oxímetro	NA	Análise <i>in situ</i>	NA
pH	pHmetro	NA		
Transparência	Disco de Secchi	NA		
Parâmetros analisados em laboratório				
Sólidos totais, dissolvidos e em suspensão	Filtração água coletada com garrafa Go-Flo	Filtro GF/C e Recipiente de polietileno	Congelamento	-
Carbono Orgânico Total	Garrafa Go-Flo	Recipiente de vidro	Refrigeração	50 µL de H ₃ PO ₄



Parâmetros	Equipamentos	Recipiente	Preservação	Conservação
Nutrientes (Amônia, Nitrito, Nitrato, Fosfato e Silicato)	Filtração água coletada com garrafa Go-Flo	Recipiente de polipropileno ou polietileno	Congelamento	-
Clorofila-a		Filtro GF/F	Congelamento	-
Sulfetos		Recipiente de polietileno	Refrigeração	1 mL de Zn ₂ OAc
Hidrocarbonetos poliaromáticos – HPAs (16 prioritários e compostos alquilados) e n-alcanos+HTP	Garrafa Go-Flo	Recipiente de vidro	Refrigeração a 6°C	-
BTEX	Garrafa Go-Flo	Vial de vidro	Refrigeração a 6°C	1mL/L HCl 1/1 (50%)
Fenóis Totais	Garrafa Go-Flo	pet	Refrigeração a 6°C	1mL/L H ₂ SO ₄ 1/1

A **Tabela 6** a seguir apresenta a sequência dos perfis de CTD e a coleta de água de cada estação, além da data, hora e as coordenadas das coletas.

TABELA 6 – Sequência de lançamentos e eventos relacionados à coleta de água durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estação	Data	Hora Local	Hora GMT	Coordenadas em UTM (Datum SIRGAS 2000)		Observações
				Leste	Norte	
1	10/08/2018	14:53	17:53	240656,83	7339382,30	Coleta nas 5 profundidades em cada estação
2	10/08/2018	10:45	13:45	236997,23	7321924,09	
3	10/08/2018	07:15	10:15	242477,44	7315883,01	
4	10/08/2018	01:04	04:04	237197,53	7309536,68	
5	11/08/2018	22:13	01:13	223600,96	7299553,47	

4.2.3 COMUNIDADES PLANCTÔNICAS

As amostragens de plâncton foram realizadas em todas as estações amostrais, através de arrastos horizontais, verticais e oblíquos. O zooplâncton foi amostrado através de arrastos horizontais e verticais, ambos com malha de 200 µm. Os arrastos horizontais ocorreram em subsuperfície, por cerca de 10 minutos, enquanto os verticais amostraram desde a termoclina até a superfície. Já a coleta de ictioplâncton ocorreu através de arrastos oblíquos, em redes com malhas de 330 µm e 500 µm, desde a termoclina até a superfície (**Figura 8**). Para a coleta de fitoplâncton foram utilizadas as mesmas garrafas Go-Flo que amostraram os demais parâmetros do compartimento água, nas mesmas estações e profundidades de análise da clorofila, ou seja, estratos A, B e C. A baixa ou nenhuma luminosidade dos estratos mais profundos não justifica a avaliação dos organismos fotossintéticos do fitoplâncton (**Tabela 7**).

É importante ressaltar ainda que a localização da termoclina foi avaliada em campo através da perfilagem da temperatura com o CTD, estando seu início em torno de 100 metros em todas as estações perfiladas, o que indica a homogeneidade das condições meteoceanográficas encontradas na camada de mistura nas diferentes estações.

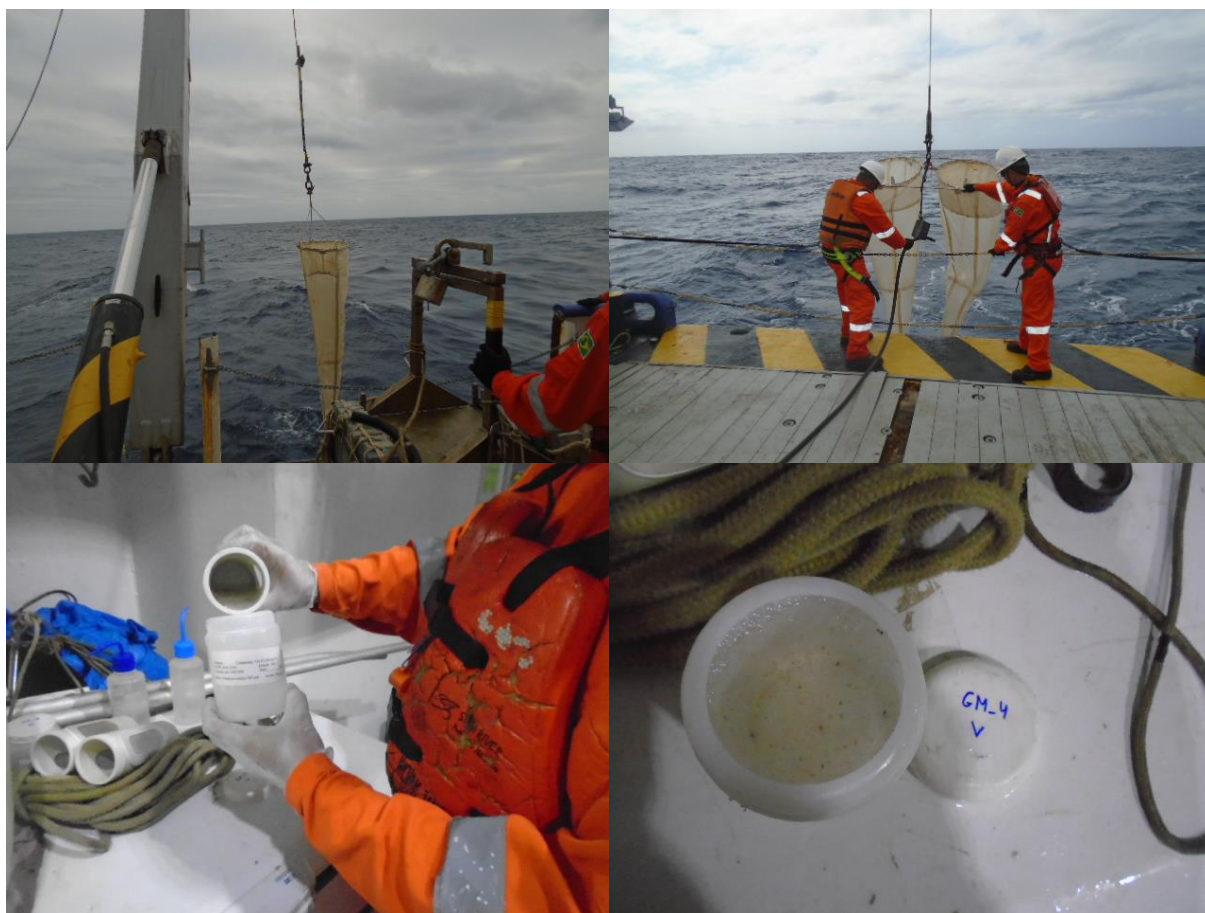


FIGURA 8 – Procedimentos de amostragem de plâncton (zoo e ictioplâncton). Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.



TABELA 7 – Sequência de arrastos do zooplâncton realizados durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estação	Grupo Amostrado	Arrasto	Data	Hora Local	Coordenadas em UTM (Datum SIRGAS 2000)	
					East	North
1	Zooplâncton	Vertical	10/08/2018	16:32	240702,80	7339359,48
	Zooplâncton	Horizontal	10/08/2018	16:46	240691,78	7339348,80
	Ictioplâncton	Obliquo	10/08/2018	14:01	240819,83	7339583,44
2	Zooplâncton	Obliquo	10/08/2018	11:58	236783,63	7321677,20
	Zooplâncton	Vertical	10/08/2018	09:58	236981,98	7321959,78
	Ictioplâncton	Horizontal	10/08/2018	09:26	236982,26	7321932,51
3	Zooplâncton	Horizontal	10/08/2018	08:25	242461,55	7315852,50
	Zooplâncton	Vertical	10/08/2018	05:13	242510,68	7315875,64
	Ictioplâncton	Obliquo	10/08/2018	04:39	242321,39	7315559,38
4	Zooplâncton	Obliquo	10/08/2018	03:26	237177,45	7309810,71
	Zooplâncton	Vertical	10/08/2018	02:42	237194,09	7309534,50
	Ictioplâncton	Horizontal	10/08/2018	02:55	237165,62	7309558,65
5	Zooplâncton	Horizontal	10/08/2018	20:14	223976,35	7300355,25
	Zooplâncton	Vertical	11/08/2018	21:23	223642,32	7299552,08
	Ictioplâncton	Obliquo	11/08/2018	23:45	223392,30	7299230,00

4.2.4 INSPEÇÃO VISUAL DE FUNDO

O imageamento do fundo no assoalho oceânico do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste permitiu a investigação, em tempo real, da ocorrência de possíveis estruturas biogênicas bentônicas, em especial formações de corais de águas profundas. Tal mapeamento representa uma importante etapa de identificação das áreas mais sensíveis às atividades de perfuração, podendo auxiliar na gestão e mitigação dos impactos associados a estas atividades.

A malha amostral empregada para a inspeção visual submarina atendeu a metodologia estabelecida em reunião de *kick off*. O desenho amostral foi definido em 5 pontos dispostos em um círculo com raio de 500 m, sendo 1 ponto centralizado nas locações das estações amostrais estabelecidas e os outros 4 ao redor das mesmas. Os pontos foram identificados como: C-Centro; N-Norte; S-Sul; E-Leste; W-Oeste (**Figura 9; Tabela 8**). A estratégia amostral objetivou o mapeamento de possíveis estruturas biogênicas, mas também considerou as questões de segurança operacional. A aquisição das imagens foi pontual, em cada um dos 5 pontos estabelecidos.

A atividade foi realizada através de uma *dropcam*, entre os dias 28 de julho e 02 de agosto de 2018, no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste. A localização das estações e o correto posicionamento da câmera na rota de aquisição de imagens foram determinados por um sistema de posicionamento USBL, devidamente calibrado

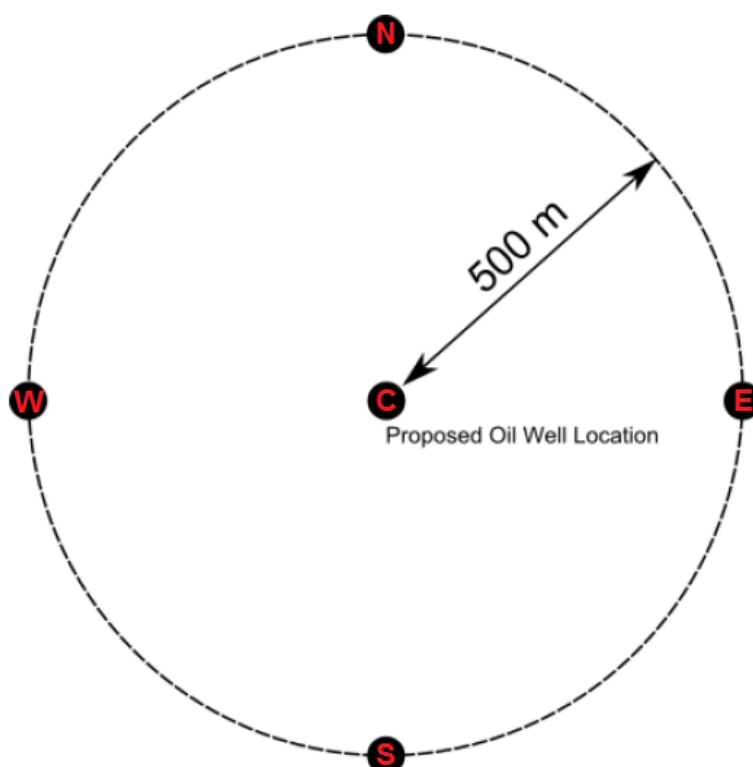
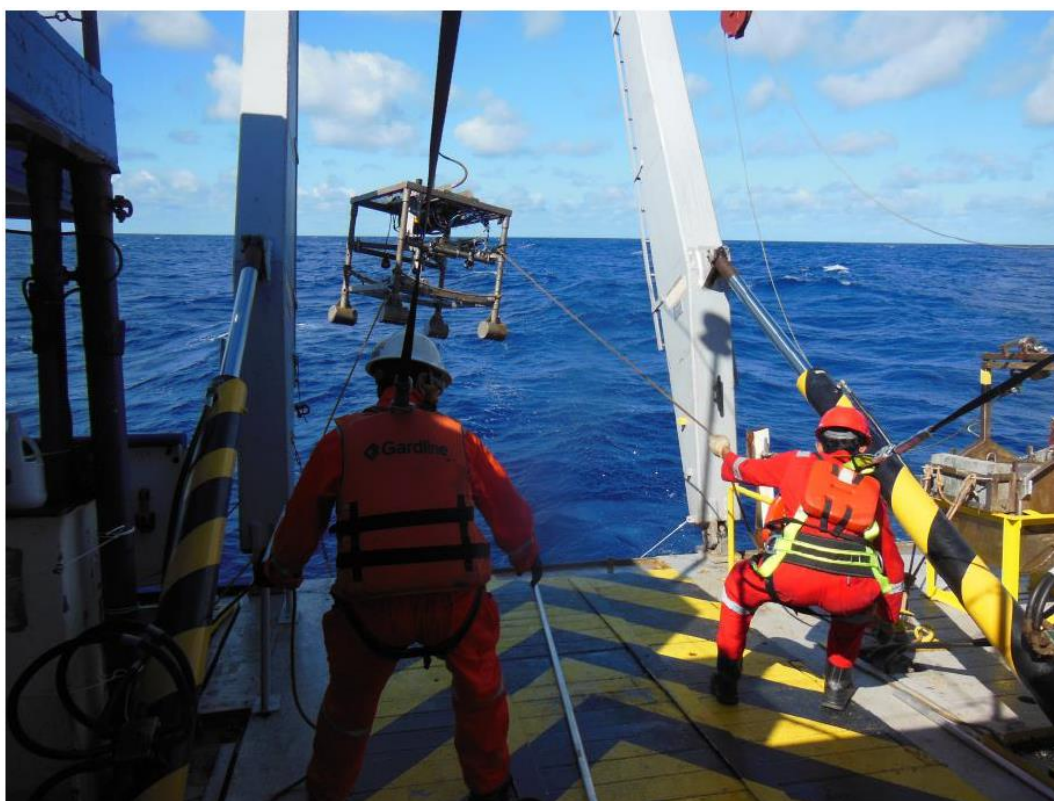


FIGURA 9 – Malha amostral do imageamento com *dropcam*, estabelecida para caracterização do fundo marinho ao redor de cada estação amostral.



TABELA 8 – Coordenadas executadas durante operação de inspeção de fundo do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Poço/Estação	Data	Hora Local	Hora GMT	Coordenadas em UTM (Datum SIRGAS 2000)	
				Leste	Norte
1_ACF_W	28/07/2018	08:44	11:44	240236,20	7339390,27
1_ACF_N	28/07/2018	10:35	13:35	240680,55	7339895,52
1_ACF_C	28/07/2018	12:12	15:12	240694,83	7339402,76
1_ACF_S	28/07/2018	13:41	16:41	240699,66	7338838,79
1_ACF_E	28/07/2018	15:21	18:21	241200,75	7339334,65
LOC1_ACF_N	28/07/2018	18:28	21:28	240189,27	7323725,12
LOC1_ACF_W	28/07/2018	20:31	23:31	239662,15	7323233,55
LOC1_ACF_S	29/07/2018	21:52	00:52	240303,13	7322723,94
LOC1_ACF_E	29/07/2018	23:19	02:19	240685,80	7323230,91
LOC1_ACF_C	29/07/2018	00:23	03:23	240220,93	7323246,54
2_ACF_S	02/08/2018	02:27	05:27	237039,85	7321425,81
2_ACF_C	02/08/2018	03:59	06:59	236983,01	7321945,64
2_ACF_W	02/08/2018	05:33	08:33	236522,08	7321938,67
2_ACF_N	02/08/2018	09:07	12:07	236978,52	7322386,18
2_ACF_E	02/08/2018	13:10	16:10	237496,57	7321941,60
3_ACF_W	01/08/2018	19:00	22:00	241915,48	7315895,12
3_ACF_N	01/08/2018	20:21	23:21	242464,79	7316360,15
3_ACF_E	02/08/2018	21:45	00:45	242939,46	7315860,26
3_ACF_C	02/08/2018	23:05	02:05	242464,88	7315891,39
3_ACF_S	02/08/2018	00:26	03:26	242527,10	7315334,91
4_ACF_S	01/08/2018	10:22	13:22	237207,83	7309059,53
4_ACF_E	01/08/2018	11:46	14:46	237663,80	7309620,16
4_ACF_N	01/08/2018	13:33	16:33	237231,61	7310009,44
4_ACF_W	01/08/2018	15:04	18:04	236579,94	7309549,80
4_ACF_C	01/08/2018	16:35	19:35	237193,77	7309568,31
5_ACF_W	01/08/2018	00:40	03:40	223190,76	7299696,82
5_ACF_C	01/08/2018	03:04	06:04	223580,55	7299557,79
5_ACF_S	01/08/2018	04:32	07:32	223629,10	7299141,84
5_ACF_E	01/08/2018	05:58	08:58	224022,20	7299625,70
5_ACF_N	01/08/2018	07:28	10:28	223503,20	7300096,13

*A nomenclatura utilizada para as estações de imageamento do fundo seguiu um padrão diferente das amostragens dos compartimentos água e sedimento, já que para cada estação, foram amostrados 5 pontos. ACF = Alto de Cabo Frio Oeste.



4.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

4.3.1 QUALIDADE DO SEDIMENTO

As metodologias de análise aplicadas para cada parâmetro analisado a partir das amostras de sedimento e os respectivos laboratórios de análise são apresentados na **Tabela 9** a seguir. Em geral, os protocolos seguem recomendações da *US Environmental Protection Agency* (USEPA).

A partir dos resultados analíticos, os dados foram discutidos e representados em tabelas e gráficos. Salienta-se que as concentrações que permaneceram abaixo do limite analítico foram representadas nos gráficos como “0,00”, porém o valor exato do limite é sempre mencionado, seja ao longo do texto ou nos respectivos laudos laboratoriais.

TABELA 9 – Métodos analíticos e seus respectivos limites de quantificação empregados para análise de amostras de sedimento durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Parâmetro	Método	Limite de Quantificação	Laboratório Responsável
Granulometria	Grãos >2,00 mm: SUGUIO (1973) Grãos <2,00 mm: Granulômetro a Laser Malvern Hidro 2000MU	0,03 µm	Analytical Technology
Carbonatos (CaCO ₃)	HOLME & MCINTYRE (1984) e SUGUIO (1973). Dissolução ácida.	0,3%	
Carbono Orgânico Total e Matéria Orgânica Total	Combustão catalítica em um analisador elementar de carbono CHN, marca ThermoScientific, modelo Flash 2000	COT:0,03 mg/g MOT: 0,3 mg/g	
Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo)	SMWW– 22nd Ed. 2012- 4500 N org – B e USEPA 6010C: 2007	Nitrogênio: 1 mg.kg ⁻¹ Fósforo: Anexo A	
HPAs (16 HPAs prioritários e alquilados)	USEPA 8270D	HPA Total 26,2 µg.kg ⁻¹	
HTPs (alifáticos totais, hidrocarbonetos resolvidos de petróleo, hidrocarbonetos não resolvidos (MCNR), n-alcanos + pristano e fitano,)	USEPA 8015C	Total: 22,6 mg.kg ⁻¹ Demais: 0,779 mg.kg ⁻¹	
Hopanos e Esteranos	Cromatografia	Anexo A	
Bário	USEPA 6010C	5,01 mg.kg ⁻¹	
Cádmio		2,51 mg.kg ⁻¹	
Chumbo		5,01 mg.kg ⁻¹	
Cobre		5,01 mg.kg ⁻¹	
Cromo		11,3 mg.kg ⁻¹	
Ferro		12,5 mg.kg ⁻¹	
Manganês		7,52 mg.kg ⁻¹	
Níquel		5,01 mg.kg ⁻¹	
Vanádio		10 mg.kg ⁻¹	
Zinco		12,5 mg.kg ⁻¹	



Parâmetro	Método	Limite de Quantificação	Laboratório Responsável
Mercúrio	USEPA-1631E:2002	0,025 mg.kg ⁻¹	
Radionuclídeos: Ra226 e Ra 228	RA-226 MÉTODO APHA 7500-RA B E RA-228 MÉTODO APHA 7500-RA D	-	

4.3.2 COMUNIDADE BENTÔNICA (MEIOFAUNA E MACROFAUNA)

As análises de meiofauna e macrofauna bentônica foram executadas pelo laboratório Oceânides, conforme ABIO nº 973/2018. As amostras de meiofauna foram processadas em duas peneiras superpostas, sendo a superior com uma abertura de malha de 300 µm (0,3 mm) e a inferior com abertura de malha de 45 µm (0,045 mm). Antes do início da lavagem, o fixador (formol) foi vertido através das peneiras para um recipiente de armazenamento, com o objetivo de descarte adequado. Na lavagem do sedimento, foi utilizada uma mangueira com pressão d'água fraca, a fim de evitar possíveis danos aos organismos. O material foi retido na peneira de menor abertura pela técnica de flotação, com o uso de uma solução de sílica coloidal, de densidade 1,18 (SOMERFIELD, WARWICK & MOENS, 2005).

As amostras da macrofauna foram retidas nas peneiras de 500 µm (0,5 mm), para então serem submetidas à triagem sob magnificação com auxílio de um microscópio estereoscópico. Os animais foram classificados no menor nível taxonômico possível (Filo, Classe, Ordem, Família, etc), acondicionados em frascos rotulados e enviados para identificação taxonômica.

Após a identificação dos organismos, tanto da meiofauna quanto da macrofauna, foram elaboradas matrizes qualitativas (presença x ausência) com base nas planilhas de identificação e triagem e, a partir destas, calculados os parâmetros quali-quantitativos da macrofauna: inventário de taxa, número de taxa, número de ocorrências, densidades taxonômicas, dentre outros parâmetros descritores.

Os valores obtidos a partir das contagens feitas durante a triagem e identificação taxonômica foram transformados em indivíduos por metro quadrado (ind.m⁻²) tomando-se por base a superfície efetivamente amostrada. Nas avaliações quantitativas foram utilizados os seguintes parâmetros: número de táxons identificados; densidade (ind.m⁻²); abundância relativa (%); riqueza expressa pelo índice de Margalef – d (CLARKE & WARWICK, 1994); diversidade – H' Log₂ (SHANNON & WIENER, 1949); equitabilidade – J' (PIELOU, 1975) e dominância (SIMPSON, 1949). Para a ordenação das estações são empregados métodos estatísticos multivariados, como a análise de agrupamento com o índice de Bray-Curtis e análise de multiescalonamento não métrico (nMDS).

Destaca-se que as amostras relacionadas à comunidade bentônica são analisadas estatisticamente em conjunto com aquelas obtidas para análises físico-químicas no sedimento através de uma análise fatorial de componentes principais (ACP).

4.3.3 QUALIDADE DA ÁGUA

Em laboratório (Analytical Technology), foram realizadas as análises nas amostras de água seguindo os métodos cujas referências são representadas a seguir (**Tabela 10**). Tais protocolos seguem majoritariamente recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SM) (APHA, AWWA, AEF, 2005) e da *US Environmental Protection Agency* (USEPA).

Assim como para o sedimento, os dados foram discutidos a partir da representação em tabelas e gráficos e as concentrações que permaneceram abaixo do limite de quantificação/detecção estão representadas nos gráficos como “0,00”. Ressalta-se que o valor exato do limite é sempre mencionado, seja ao longo do texto ou no respectivo laudo analítico. Ao longo do documento são citados como valores de referência os limites estipulados pela Resolução CONAMA 357/05 para águas salina classe 1.



TABELA 10 – Métodos analíticos e seus respectivos limites de quantificação empregados para análise de amostras de água durante a Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Parâmetros	Metodologia	Limite de Quantificação	Laboratório de Análise
Densidade	CTD	-	<i>In situ</i>
Salinidade			
Temperatura			
Oxigênio Dissolvido	Oxímetro	-	
pH	Phmetro		
Transparência	Disco de Secchi		
Sólidos totais, dissolvidos e em suspensão	SMEWW– 21st Ed. 2005– 2540 B/C/D	0,3 mg.L ⁻¹ , 0,210 mg.L ⁻¹ e 0,3 mg.L ⁻¹ , respectivamente	Analytical Technology
Carbono Orgânico Total	Application News N° 063, TOC and TN Measurements of Seawater- Shimadzu Corporation, 2017	0,012 mg.L ⁻¹	
Nutrientes (Amônia, Nitrito, Nitrato, Fosfato e Silicato)	Anexo D	Anexo D	
Clorofila-a	AMINOT & CHAUSSEPIED (1983)	0,0059 µg.L ⁻¹	
Sulfetos	GRASSHOFF (1976)	0,005 mg.L ⁻¹	
HTP, alifáticos totais, hidrocarbonetos resolvidos de petróleo, hidrocarbonetos não resolvidos (MCNR), n-alcanos + pristano e fitano	USEPA 8015C:2007	TPH, TRP and UCM: 435,0 µg.L ⁻¹ n-alcanos, pristano e fitano: 15,0 µg.L ⁻¹	
HPAs totais, 16 HPAs prioritários e alquilados	USEPA 8270 D	0,150 µg.L ⁻¹	
BTEX	USEPA 8021B:1996	0,900 µg.L ⁻¹	
Fenóis Totais	SMEWW – 22nd Ed. 2012 – 5530D	9,00 µg.L ⁻¹	

*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW) e da US Environmental Protection Agency (USEPA)

4.3.4 COMUNIDADES PLANCTÔNICAS

A identificação dos organismos planctônicos foi realizada pela equipe da Thalassa Pesquisa e Consultoria Ambiental.

Fitoplâncton

A análise do nanoplâncton e do microfitoplâncton foi realizada em laboratório a partir de alíquotas de 100 mL, sedimentadas durante 72 h, segundo o método de UTERMÖHL (1958). As amostras foram avaliadas em microscópio invertido Nikon TS100F, sob o aumento final de 400X para o nanoplâncton e 200 X para o microfitoplâncton, com contraste de fase.

Os organismos presentes foram quantificados em campos aleatórios até atingir o mínimo de 400 unidades



sedimentadas. A identificação em nível específico necessita de um tratamento diferenciado das amostras desde a coleta até a análise (SOURNIA, 1978; BICUDO & MENEZES, 2006; BERGESCH et al., 2008), sendo assim, os organismos foram categorizadas em nanoplâncton não identificado ou em um nível taxonômico mais abrangente.

O microfitoplâncton, organismos maiores de 20 µm, foi analisado quali-quantitativamente, sempre que possível em nível de espécie, a partir da contagem de um mínimo de 100 unidades sedimentadas, sob aumento final de 200X, para garantir uma margem de erro inferior a 20% (LUND et al., 1958). Neste caso, uma unidade sedimentada pode corresponder a uma célula individual, uma cadeia de células ou a um filamento. A identificação das células baseou-se no conceito morfológico de espécie (MSC – Morphological Species Concept).

Em virtude da metodologia utilizada, alguns caracteres morfológicos necessários à identificação em nível específico nem sempre são evidenciados. Deste modo, visando minimizar o erro na avaliação da riqueza de espécies (expressa pelo número de táxons por amostra), para alguns organismos, utilizou-se a individualização em categorias taxonômicas mais amplas (classe, ordem e família), segundo sua forma e dimensão celular. Os valores quantitativos foram expressos em unidades de densidade (cel.L⁻¹).

A identificação dos organismos foi realizada de acordo com os trabalhos de CUPP (1943), HASLE & SYVERTSEN (1997), WOOD (1968), TAYLOR (1976) e STEIDINGER & TANGEN (1997). Os sistemas de classificação para circunscrição e arranjo taxonômico em nível de divisões, classes e famílias utilizados foram: ROUND et al. (1990) para as diatomáceas, FENSOME et al. (1993) para os dinoflagelados; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1989; 2005) para as cianobactérias, HEIMDAL (1997) para os coccolitoforídeos e THRONDSSEN (1997) para silicoflagelados e euglenofíceas (**Tabela 11**).

TABELA 11 – Listagem do código dos morfotipos identificados para individualizar os organismos do microfitoplâncton de acordo com a forma e maior dimensão celular.

CÓDIGOS DOS MORFOTIPOS DO MICROFITOPLÂNCTON	
Diatomáceas	FORMA
	1 Lanceolada
	4 Linear
	5 Bicapitata
	6 Bilobada
Dinoflagelados	8 Semicircular
	1 Arredondada
	2 Bicônica
	3 Ovóide
DIMENSÕES (µm)	4 Oblonga
	A 20 - 50
	B 50 - 100
	C 100 - 150
D > 150	



Zooplâncton

Os organismos zooplantônicos foram contados e triados sob microscópio estereoscópio Olympus SZ51. As amostras foram fracionadas com o auxílio do “Folsom Plankton Sample Splitter” (McEWEN *et al.*, 1954). Os organismos foram triados até um limite mínimo de 100 indivíduos por grupo (FRONTIER, 1981).

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

Os grupos zooplantônicos Copepoda, Chaetognatha, Appendicularia, Doliolida e Salpida, importantes na caracterização da comunidade local, foram identificados a níveis taxonômicos inferiores, utilizando-se bibliografia especializada: DIAS & ARAUJO (2006) para Copepoda; ÁVILA *et al.* (2006) para Chaetognatha; BONECKER & CARVALHO (2006) para Appendicularia; BONECKER & QUINTAS (2006a) para Doliolida, e BONECKER & QUINTAS (2006b) para Salpida. A referência BONECKER *et al.* (2014) foi utilizada para a identificação de todos os grupos citados acima. Os demais grupos foram todos quantificados.

Ictioplâncton

As larvas de peixes foram totalmente triadas utilizando um microscópio estereoscópico (Olympus SZ51). O número de indivíduos coletados foi extrapolado para um volume padrão de 100 m³.

A identificação das larvas de peixes foi realizada sob microscópio estereoscópio Zeiss modelo Stemi SV6, até o menor nível taxonômico possível. Utilizou-se bibliografia especializada, tais como: RICHARDS (2006), BONECKER & CASTRO (2006), FAHAY (2007) e BONECKER *et al.* (2014). As larvas danificadas foram agrupadas em não identificadas. O inventário das espécies de larvas de peixes foi baseado na classificação de ESCHMEYER (2018).

5. RESULTADOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO

5.1.1 GRANULOMETRIA E CARBONATOS

A granulometria do sedimento marinho é resultante de diversos fatores, tais como, a entrada de material alóctone, o transporte do material autóctone e a velocidade e direção das correntes, que determina a taxa e sedimentação (WRIGHT, 1996).

Dados de composição e características dos sedimentos são a base para o reconhecimento da sua estrutura, dinâmica e processos existentes no ambiente (BARROS *et al.*, 2007). A composição granulométrica pode

influenciar a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, por exemplo, constituindo um fator responsável pela estrutura e distribuição da comunidade em ecossistemas aquáticos (GONÇALVES et al., 1998).

Além disso, através da determinação das porcentagens em massa dos grãos em cada classe granulométrica (fração), é possível fazer uma correlação com as concentrações dos demais parâmetros de qualidade de sedimento. Ademais, a classificação granulométrica é fundamental para o estabelecimento de uma associação com os cascalhos provenientes da atividade de perfuração (OGP, 2003; NEFF, 2008).

O sedimento analisado nas cinco estações amostradas na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste mostrou uma composição majoritariamente por silte, com classificação textural de lama, representando mais de 60% da composição sedimentar em todas as estações (média de 65,68% e valores entre 61,25 e 71,12%). A argila apresentou percentual médio de 19,67%, com mínimo de 14,35% e máximo de 25,24%. Já a concentração de areia teve média de 14,64%, oscilando entre 8,04 e 21,82% (**Figura 10; Tabela 12**).

A análise granulométrica corrobora o observado em campo através dos registros fotográficos (**Anexo C**), onde é possível verificar a característica lamosa das amostras. As anotações de campo caracterizaram visualmente o sedimento como lamoso e de textura fina para as cinco estações distribuídas ao longo do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste.

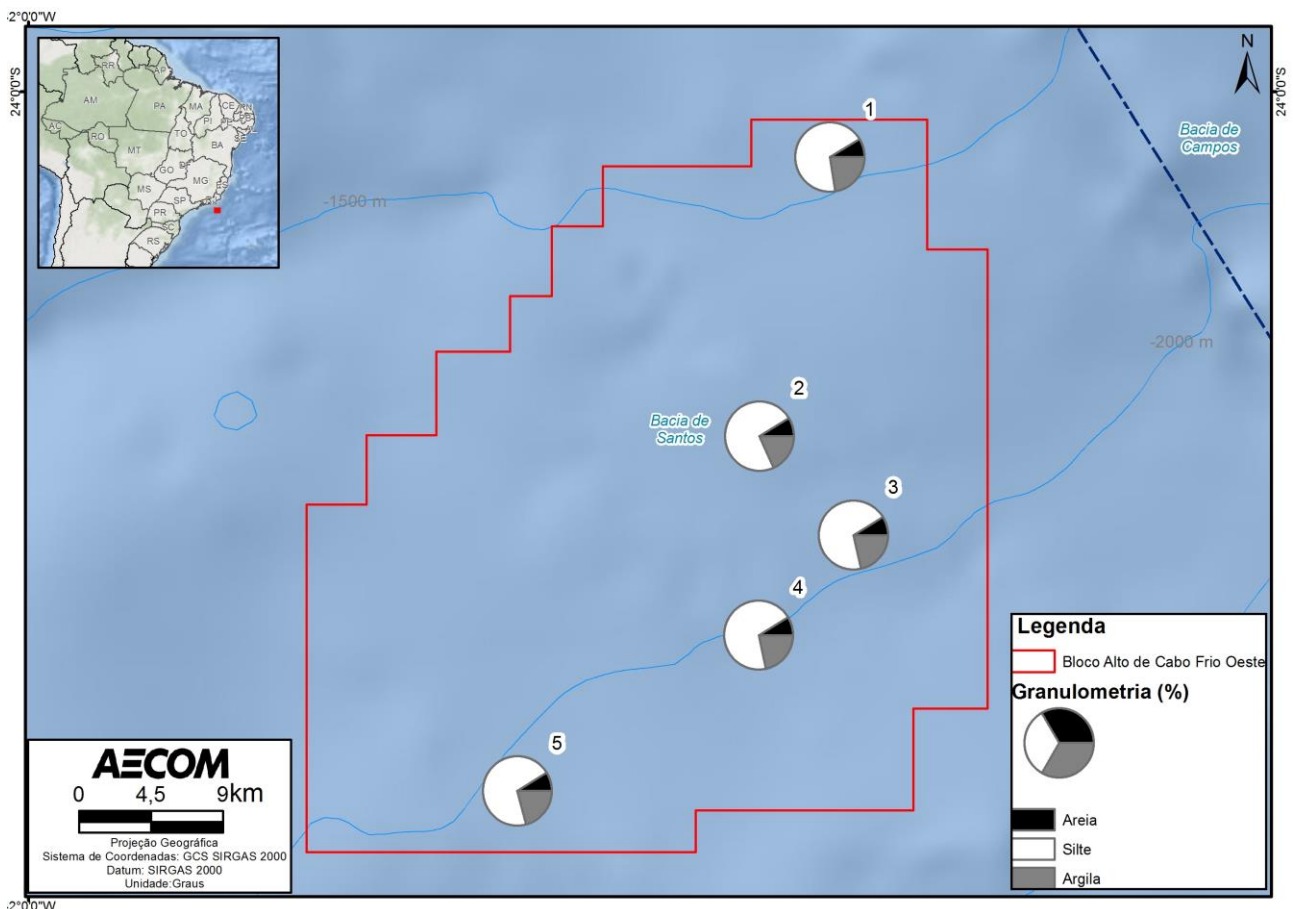


FIGURA 10 – Composição granulométrica média (%) das estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.



TABELA 12 – Composição granulométrica (%) das estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estação	Cascalho			Areia			Silte			Argila		
	%	Média	DP	%	Média	DP	%	Média	DP	%	Média	DP
1	1A	0,00		8,71			71,12			20,16		
	1B	0,00	0,00	9,14	8,63	0,55	65,62	68,84	2,87	25,24	22,53	2,56
	1C	0,00		8,04			69,79			22,18		
2	2A	0,00		8,04			66,56			18,84		
	2B	0,00	0,00	8,04	8,04	0,00	67,23	66,68	0,51	17,56	16,92	2,31
	2C	0,00		8,04			66,24			14,35		
3	3A	0,00		8,04			67,44			15,86		
	3B	0,00	0,00	8,04	8,04	0,00	63,57	65,26	1,98	21,05	20,06	3,80
	3C	0,00		8,04			64,76			23,26		
4	4A	0,00		8,04			62,93			22,35		
	4B	0,00	0,00	8,04	8,04	0,00	65,19	64,46	1,33	19,97	20,06	2,24
	4C	0,00		8,04			65,27			17,87		
5	5A	0,00		8,04			62,80			20,50		
	5B	0,00	0,00	8,04	8,04	0,00	65,51	63,19	2,16	18,89	18,77	1,79
	5C	0,00		8,04			61,25			16,92		

A comparação dos resultados aqui obtidos com aqueles encontrados em estudos realizados em região oceânica da Bacia de Santos revelou que o predomínio de frações finas (silte e argila) é esperado nessas áreas com características ambientalmente semelhantes (PETROBRAS/HABTEC, 2003). Em um outro trabalho, também em região oceânica da Bacia de Santos, os autores verificaram a característica lamosa predominante na Bacia de Santos, com percentuais superiores a 70/80% (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002).

Considerando a contribuição de carbonatos no sedimento, esta ocorre devido, principalmente, aos fragmentos de carapaças de organismos marinhos. Na plataforma continental, o acúmulo de carbonato de cálcio ocorre, em sua maioria, pela presença de organismos bentônicos (moluscos, foraminíferos bentônicos, briozoários, corais, etc.). Todavia, em ambientes pelágicos, grande parte do carbonato é oriunda de organismos planctônicos (DIAS, 2004).

As concentrações de carbonato no sedimento variaram entre 49,87% e 68,66% com média de 55,76% (considerando todas as réplicas analisadas) (**Figura 11; Tabela 13**)

Segundo Mahiques et al. (2002) a faixa de concentração de carbonatos no sedimento na região da plataforma continental da Bacia de Campos entre Cabo Frio (RJ) e Ilhabela (SP) – isóbatas de 100 e 1000 m - variou entre 20% e 80%. Em trabalho de Petrobras/Habtec (2003), o teor de carbonatos encontrado na região ultraprofunda da Bacia de Santos variou de 56,65% a 61,74%, estando, assim, os presentes dados coerentes com o verificado na literatura da região.

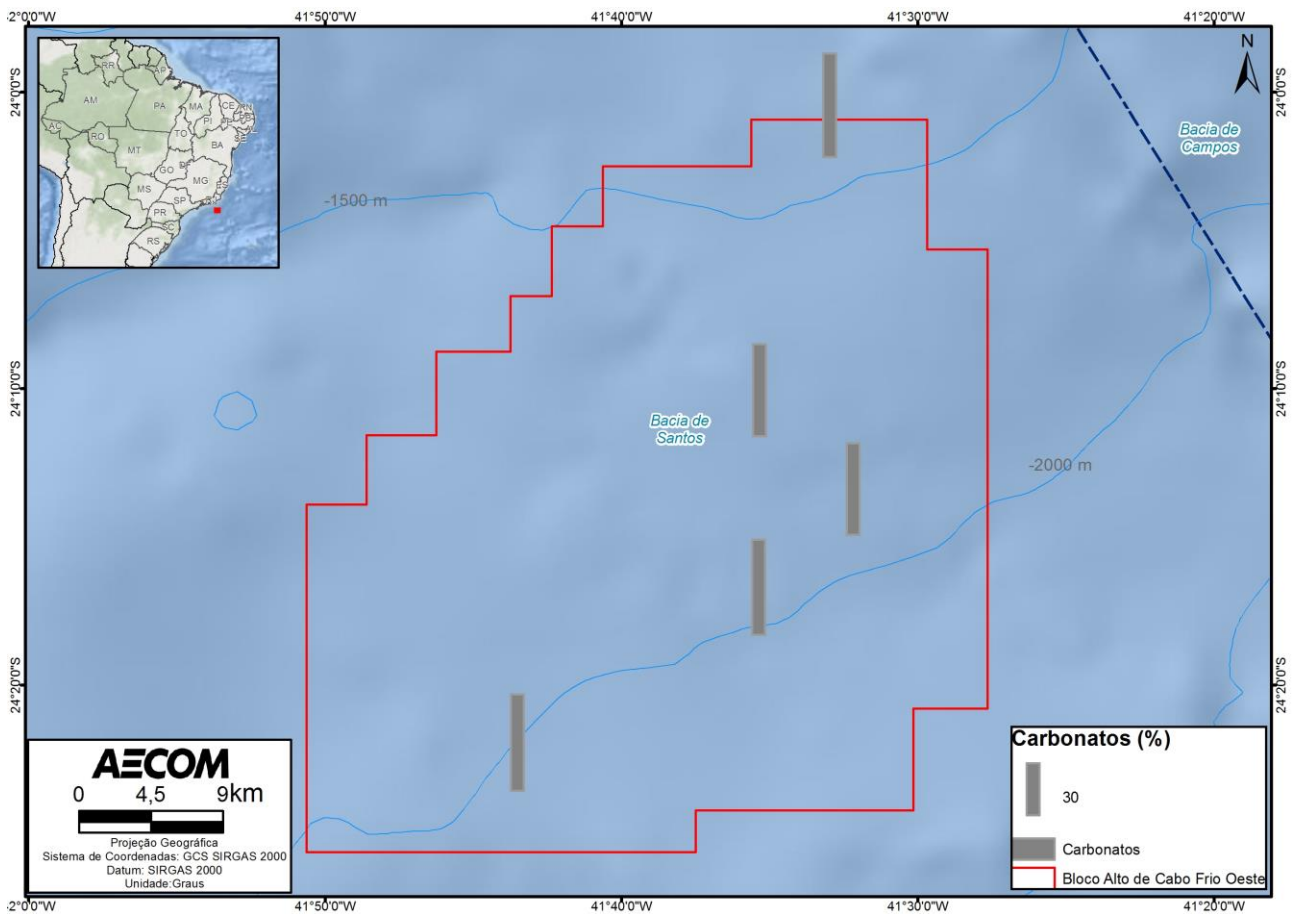


FIGURA 11 – Carbonato médio (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

TABELA 13 – Comparação de teores de Carbonato (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estação	Carbonatos			Média	DP
	A	B	C		
1	59,02	60,85	61,18	60,4	1,2
2	54,58	51,98	53,59	53,4	1,3
3	53,66	52,8	53,61	53,4	0,5
4	51,4	51,77	63,26	55,5	6,7
5	68,66	50,15	49,87	56,2	10,8

5.1.2 MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL E CARBONO ORGÂNICO TOTAL

Os sedimentos podem possuir uma grande variedade de matéria orgânica (carbono e nutrientes), desde carboidratos e açúcares até gorduras, proteínas e ácidos orgânicos complexos. Através do estudo da matéria orgânica, através de um conjunto de bioindicadores (matéria orgânica total - MOT, carbono orgânico total - COT, nutrientes, lipídios, entre outros) é possível fazer uma caracterização das contribuições relativas de fontes alóctones e autóctones, identificar processos de transporte, transformação e acúmulo de matéria orgânica em ambientes aquáticos, bem como avaliar a sua disponibilidade como fonte de energia para os

organismos heterotróficos (PETROBRAS, 2013). Cabe ressaltar que no caso do COT, este representa a porção de matéria orgânica preservada no sedimento, enquanto os nutrientes (fósforo total e nitrogênio total) incluem fração orgânica e inorgânica.

As concentrações de COT oscilaram de 1,10 a 1,61%, tendo como média 1,30% (considerando todas as réplicas). Já a MOT variou entre 5,45 a 7,08% e valor médio de 6,35% (Tabela 14; Figura 15). Na bibliografia existente ocorrem tanto concentrações de cerca de 1,5%, quanto de 2,5% (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002), estando essa variação próxima dos valores apresentados no presente estudo.

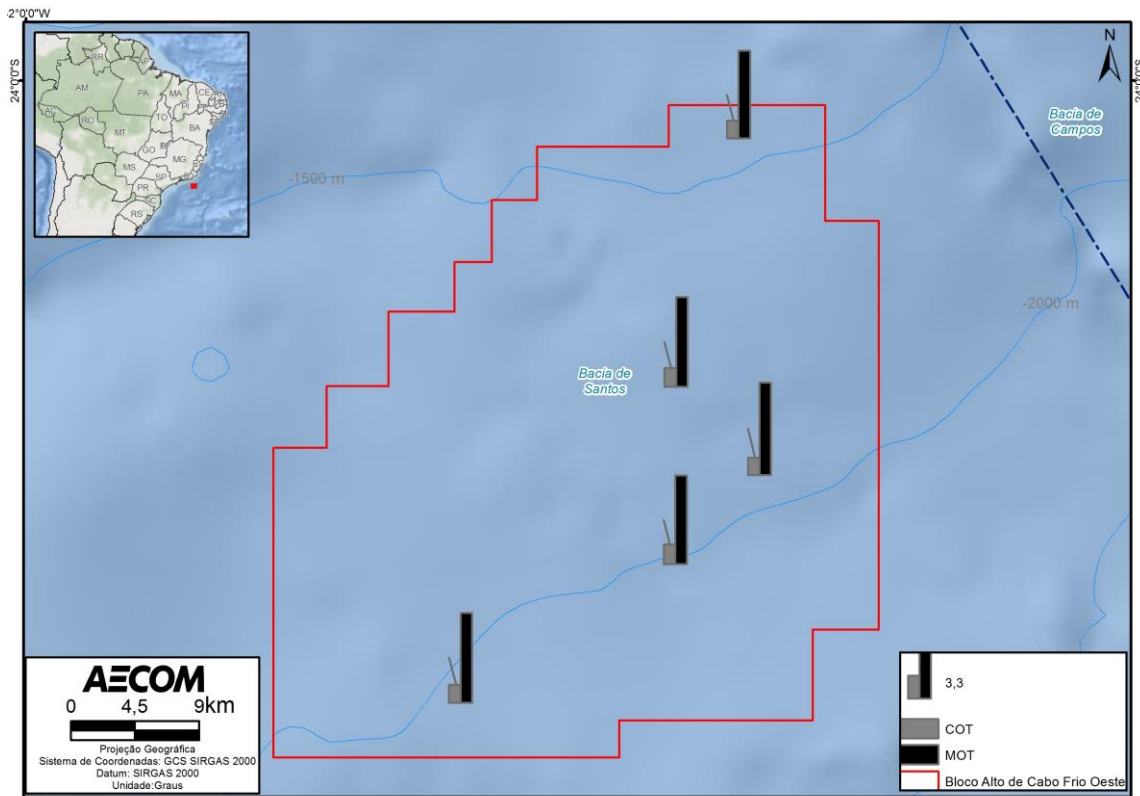


FIGURA 12 – Matéria orgânica total e carbono orgânico total médios (%) nas estações amostradas na caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

TABELA 14 – Matéria orgânica total e carbono orgânico total (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estação	COT (%)			Média	DP	MOT (%)			Média	DP
	A	B	C			A	B	C		
1	1,27	1,32	1,21	1,27	0,06	6,53	5,60	6,49	6,21	0,53
2	1,10	1,61	1,32	1,34	0,26	6,78	5,45	6,85	6,36	0,79
3	1,10	1,27	1,30	1,22	0,11	6,07	7,08	6,50	6,55	0,51
4	1,37	1,45	1,35	1,39	0,05	6,30	5,89	6,62	6,27	0,37
5	1,32	1,22	1,34	1,29	0,06	6,14	6,56	6,40	6,37	0,21

5.1.3 NUTRIENTES (NITROGÊNIO E FÓSFORO)

O nitrogênio e o fósforo presentes no sedimento marinho são originados a partir de diferentes fontes, como aporte terrígeno, atmosférico e fontes biogênicas como, por exemplo, pelotas fecais dos organismos zooplantônicos. A perda de fósforo por sedimentação remove o fósforo da fase dissolvida, controlando o seu estoque no sistema aquático (RUTTENBERG, 1992). Já o nitrogênio mensurado no sedimento, correspondente ao nitrogênio Kjeldahl total (N orgânico + N amoniacal). É importante destacar que a contribuição majoritariamente orgânica, corresponde, por sua vez, a tecidos (de animais) e células mortas (algas).

Os valores de nitrogênio total variaram entre 528,40 e 1.067,70 mg.kg⁻¹, com valor médio de 751,29 mg.kg⁻¹. Já as concentrações de fósforo oscilaram entre 334,70 e 570,10 mg.kg⁻¹, com média de 499,55 mg.kg⁻¹ (**Figura 13; Tabela 16**).

No trabalho realizado por Petrobras/Habtec (2003), foram encontrados valores de nitrogênio entre 465 e 1226 mg.kg⁻¹ e de fósforo entre 320 e 628 mg.kg⁻¹ na região dos blocos da Bacia de Santos, estando os resultados encontrados na região do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste dentro das faixas de variação citadas.

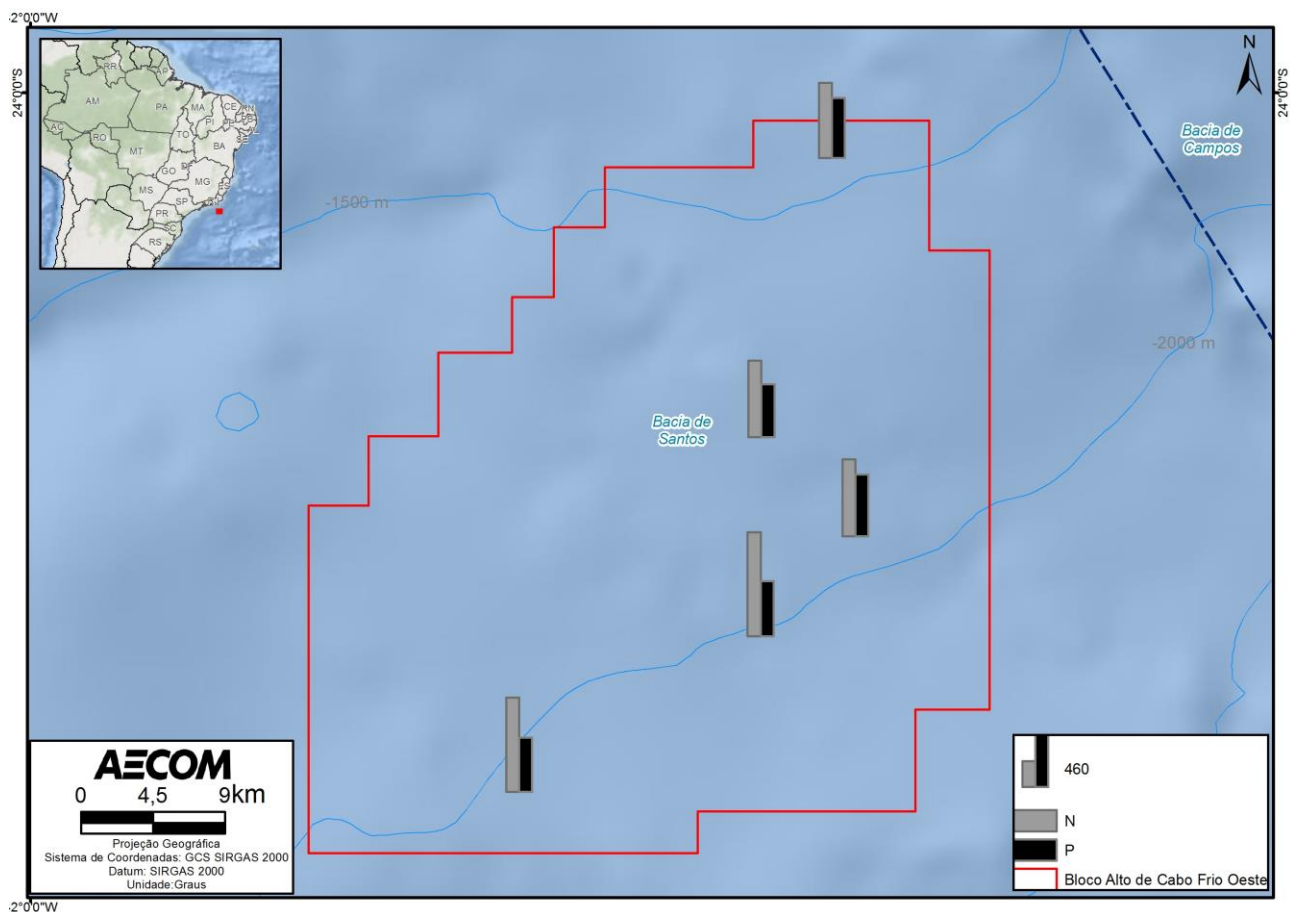


FIGURA 13 – Nutrientes (Nitrogênio Kjeldahl e Fósforo Total) (médias mg.kg⁻¹) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.



TABELA 15 – Nutrientes (Nitrogênio Kjeldahl e Fósforo Total) (mg.kg⁻¹) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estação	Nitrogênio			Média	DP	Fósforo			Média	DP
	A	B	C			A	B	C		
1	731,4	620,6	634	662,00	60,47	558,1	510,5	514,2	527,60	26,48
2	712,8	562,9	742,9	672,87	96,42	334,7	514,4	551,2	466,77	115,84
3	528,4	640,6	859,8	676,27	168,55	531,2	527,8	570,1	543,03	23,50
4	835,9	1067,7	835,9	913,17	133,83	418	507,6	523,6	483,07	56,91
5	809,6	806	880,9	832,17	42,24	481,8	458,6	491,5	477,30	16,91

5.1.4 METAIS

As concentrações de metais no sedimento podem ter origem autóctone ou alóctone, estando relacionadas a características naturais do ambiente ou a fatores antrópicos. Alguns metais como ferro, alumínio e manganês são encontrados naturalmente em altas concentrações no ambiente, indicando o tipo de rocha originária do sedimento. O bário, por sua vez, possui baixas concentrações em ambientes naturais, o que torna a elevação do seu teor um indicativo de influência de atividade de perfuração de poços.

Metais pesados podem representar um dos maiores problemas entre os contaminantes ao meio marinho, já que apresentam ao mesmo tempo toxicidade, persistência e bioacumulação na cadeia alimentar (MARINS *et al.*, 2002). Segundo PULGATI *et al.* (2005) variações nas concentrações dos metais podem ser relacionadas com fases do empreendimento de exploração de petróleo e gás e variabilidades espaciais e temporais precisam ser observadas e controladas em regiões onde ocorram perfurações de poços.

LACERDA *et al.* (2006) menciona a influência do aporte continental ao longo de um mesmo segmento da costa como determinante nas concentrações de metais encontradas em sedimentos de plataforma e atribui a este um fator de dificuldade de avaliação de alterações nas concentrações de metais pesados, sem uma detalhada caracterização do “background” regional e da influência potencial do aporte continental sobre a plataforma.

No presente estudo foram analisados os metais alumínio (Al), arsênio (As), bário (Ba), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), ferro (Fe), manganês (Mn), mercúrio (Hg), níquel (Ni), vanádio (V) e zinco (Zn).

Na **Tabela 16** é possível observar um resumo das concentrações dos metais analisados no sedimento da Área do Bloco Alto Cabo Frio Oeste, considerando os valores de todas as réplicas no cálculo de extremos e médias (não somente média de cada estação). Assim, os metais arsênio, cádmio e mercúrio não apresentaram concentrações quantificáveis.

As concentrações de todos os metais analisados por ordem de grandeza mostraram um padrão de distribuição (Al > Fe > Mn > Ba > Zn > V > Cr > Cu > Ni > Pb). Este foi o padrão observado por PETROBRAS (2013) para isobatas de 2500 e 3000 m na região da Bacia de Campos, região fronteira à área do presente estudo.



TABELA 16 – Resumo das concentrações de metais encontradas no sedimento durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Metal (mg.kg ⁻¹)	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Alumínio	10.814,70	19.986,00	17.376,25	2.478,77
Arsênio	< 3,73	< 4,50	-	-
Bário Total	164,30	288,20	235,51	32,27
Cádmio Total	< 2,49	< 3,00	-	-
Chumbo Total	< 5,95	12,40	8,64	3,07
Cobre Total	14,70	28,20	25,65	3,25
Cromo Total	18,10	32,70	28,50	3,63
Ferro Total	10.518,70	17.583,80	15.722,72	1.789,68
Manganês Total	269,40	570,50	454,84	76,76
Mercurio Total	< 0,026	< 0,030	-	-
Níquel Total	7,74	15,30	12,25	2,05
Vanádio Total	22,90	42,90	37,75	4,92
Zinco Total	23,30	49,50	42,09	6,90

As concentrações médias de alumínio (média obtida através das 3 amostras de cada ponto amostral) variaram entre 16.006,07 e 18.971,20 mg.kg⁻¹, com menores concentrações nas estações 2 e 5. Bário apresentou valores de médias por estação de 222,47 a 271,17 mg.kg⁻¹, tendo as menores concentrações nos pontos 3 e 4. Já o chumbo oscilou entre < 5,95 (<LQ) e 10,77 mg.kg⁻¹, com menores concentrações também nas estações 2 e 5. Com relação ao cobre, a média mínima foi de 22,47 e máxima de 27,07 mg.kg⁻¹, tendo as menores concentrações estado nos pontos 1 e 2. Cromo oscilou entre 26,07 e 31,70 mg.kg⁻¹, com as mínimas estado em 2 e 5. O ferro apresentou concentrações médias que variaram, de 14.480, 97 a 17.085,93 mg.kg⁻¹, estando os valores mínimos também em nos pontos 2 e 5. O valor mínimo de manganês foi de 411,13 e máximo de 556,30 mg.kg⁻¹. O níquel oscilou entre 10,87 e 14,83 mg.kg⁻¹; o vanádio de 34,47 a 41,57 mg.kg⁻¹ e, por fim, o zinco entre 37,50 a 47,20 mg.kg⁻¹, tendo todos esses quatro últimos metais apresentado os valores mínimos também nas estações 2 e 5 (**Figuras 14 a 17**).

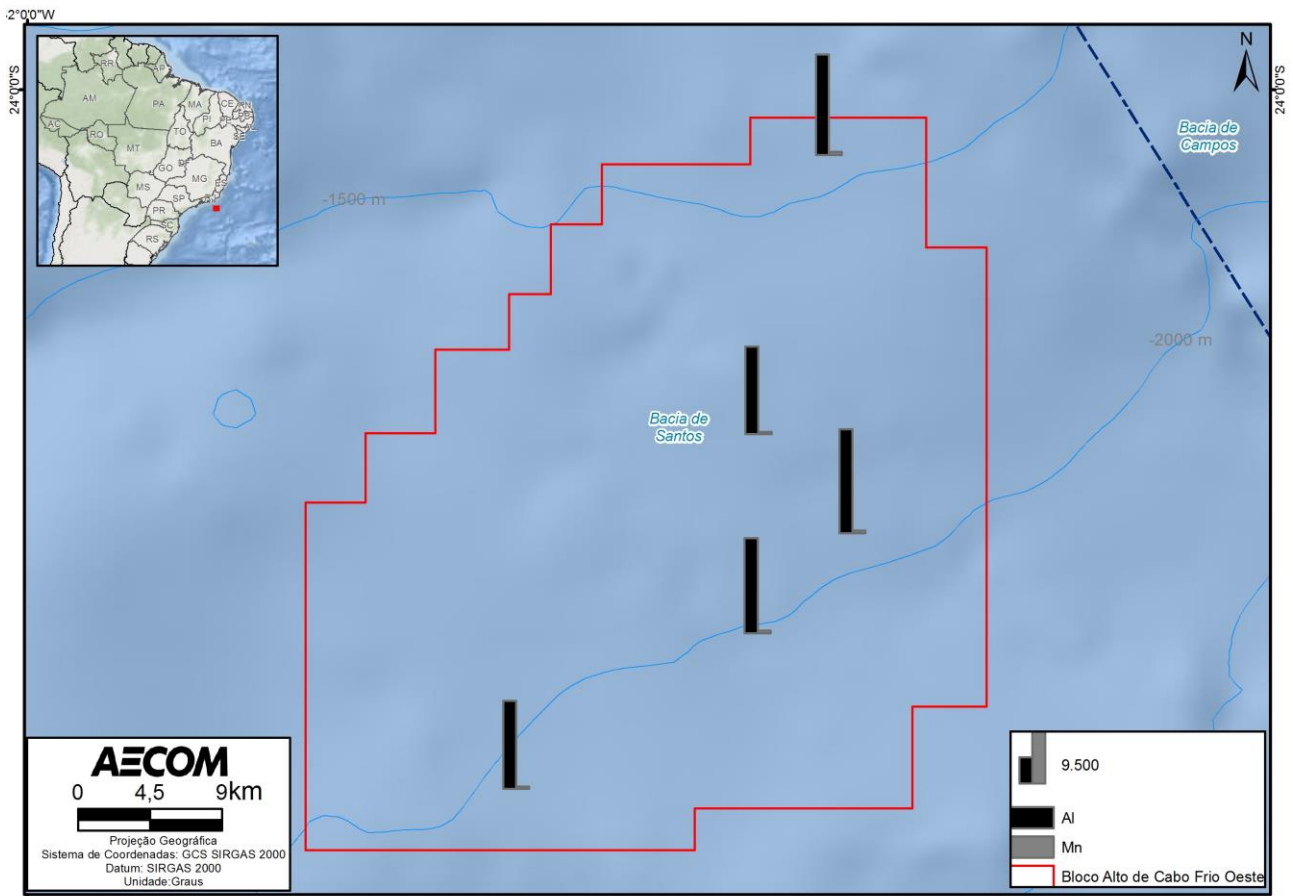


FIGURA 14 - Concentrações de metais médias (Al, Mn) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

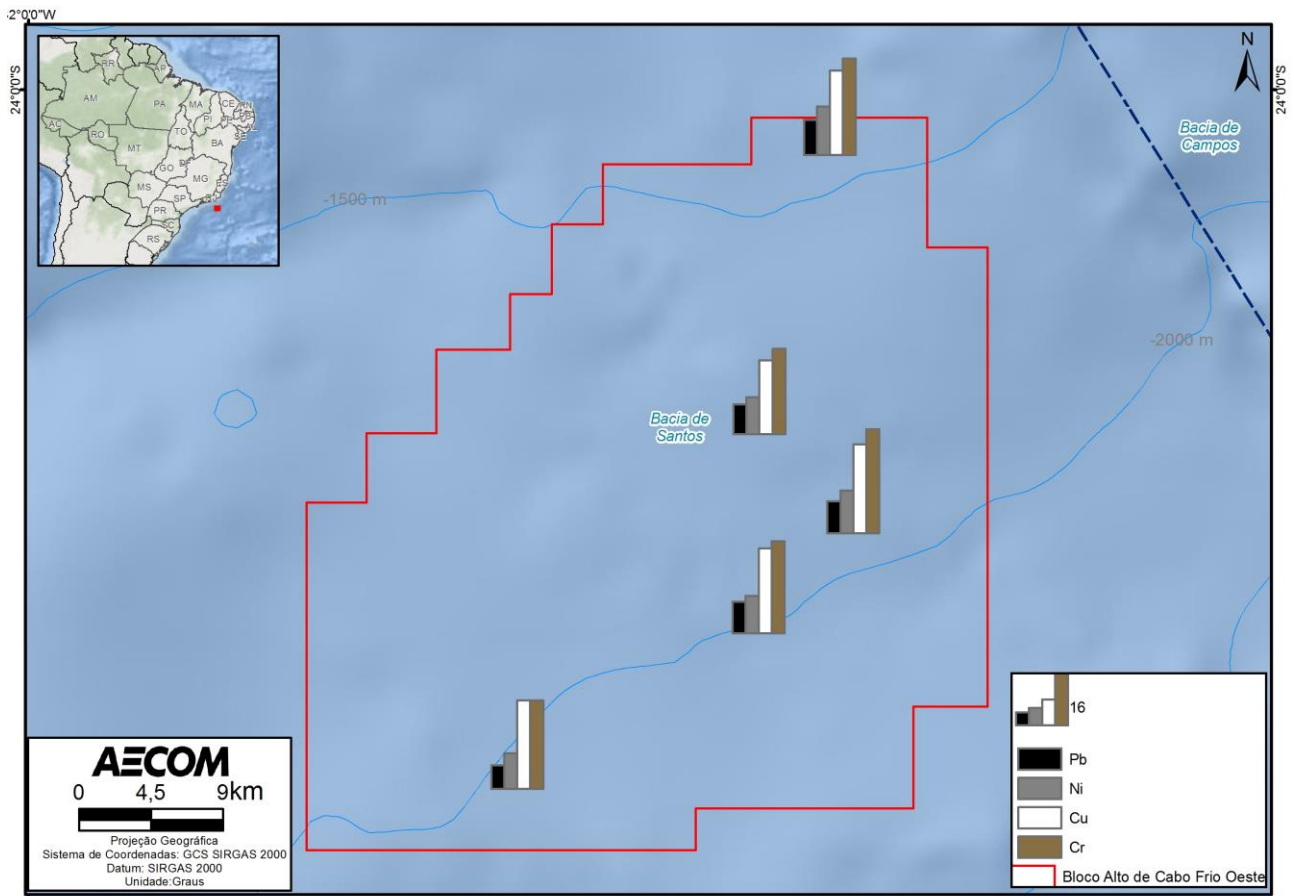


FIGURA 15 - Concentrações de metais médias (Pb, Ni, Cu e Cr) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

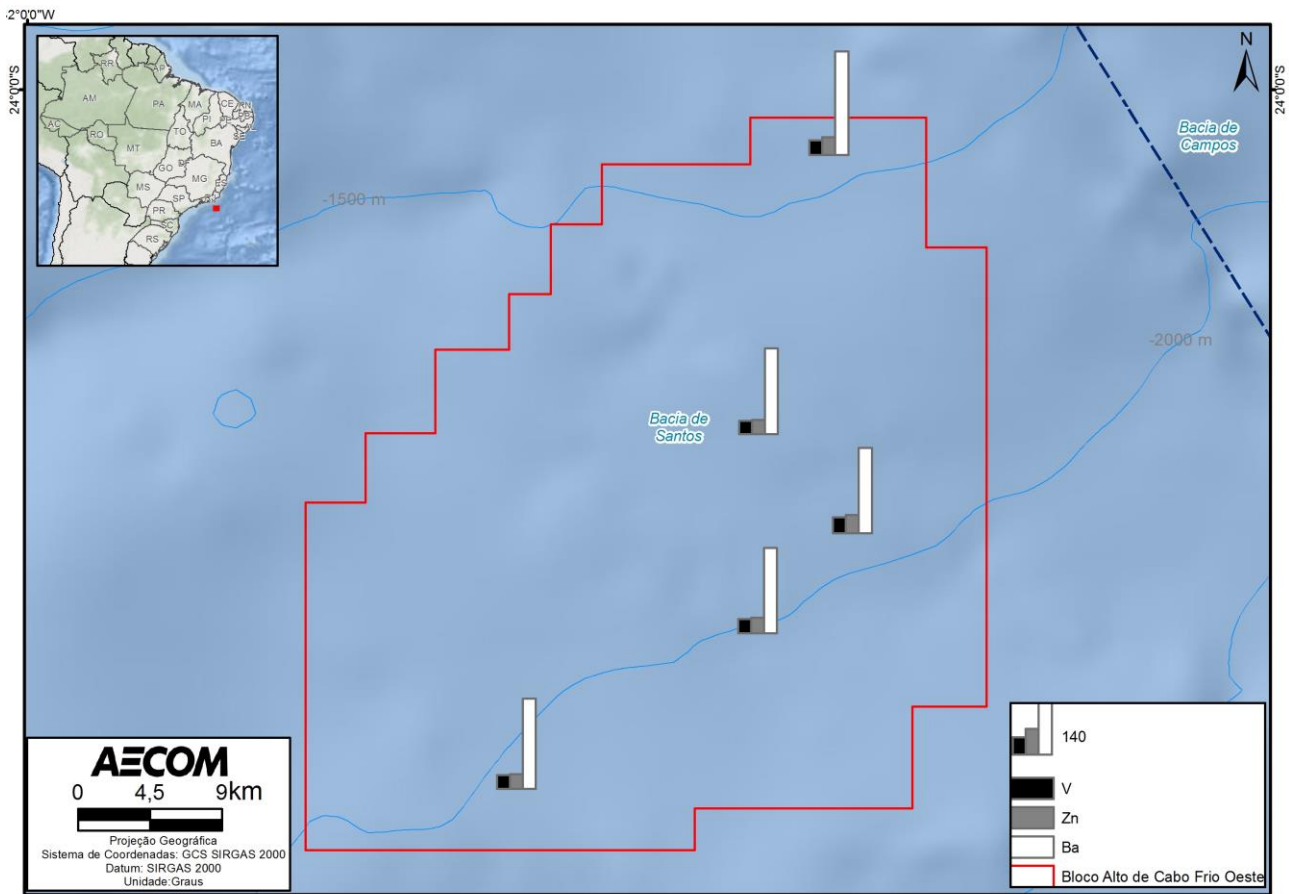


FIGURA 16 - Concentrações de metais médias (V, Zn, Ba) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

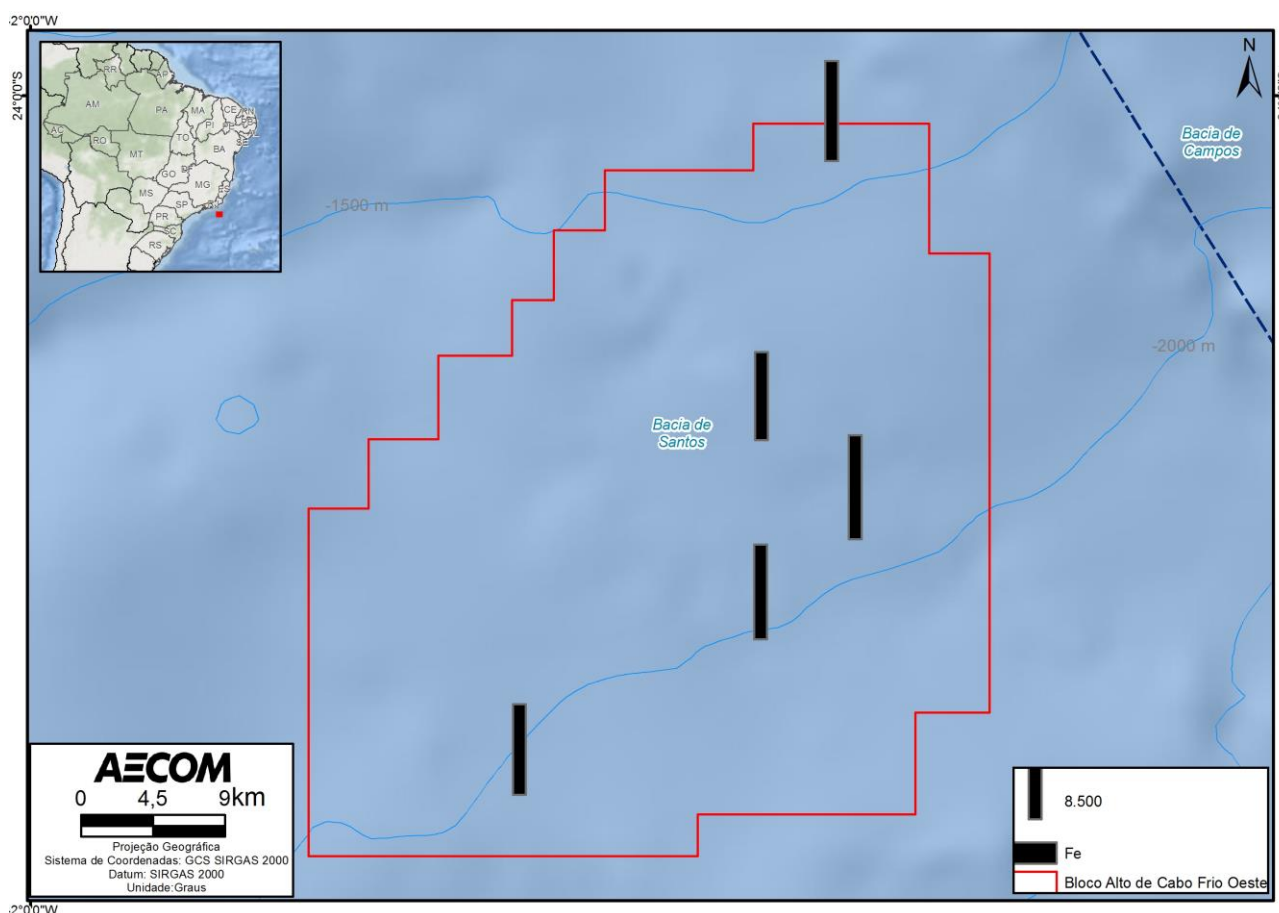


FIGURA 17 - Concentrações de metais (Fe) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

As concentrações detectadas no presente estudo foram similares às observadas em estudos pretéritos na Bacia de Santos (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002), principalmente aqueles resultados observados próximos à Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste (porção norte do estudo). Além disso, dentro das faixas de variações apresentadas por PETROBRAS (2013) para a Bacia de Campos na região do talude.

5.1.5 HIDROCARBONETOS

Hidrocarbonetos estão presentes no petróleo formados em processos de combustão de combustível fóssil e podem ser introduzidos no ambiente por fontes naturais e antropogênicas, entre as naturais, combustão de biomassa vegetal e emanações do fundo oceânico, e entre as antrópicas, a queima de combustíveis fósseis e derivados, derrames acidentais e descartes de efluentes domésticos e industriais (MAZZERA *et al.*, 1999).

A contaminação de um ecossistema pode ser avaliada pela identificação e quantificação de biomarcadores característicos de combustíveis fósseis, encontrados na fração de hidrocarbonetos alifáticos. Parâmetros como a concentração de hidrocarbonetos totais, a presença de n-alcenos na faixa C21 a C35, a mistura complexa não resolvida (MCNR) e os biomarcadores, como os hopanos e esteranos, são indicadores de poluição ambiental (AZEVEDO *et al.*, 2007).



A elevada toxicidade para os seres vivos é preocupante, podendo ter efeitos carcinogênicos e mutagênicos (FRONZA, 2006). Os sedimentos marinhos são carreadores e fontes potenciais de contaminantes nos sistemas aquáticos, já que as partículas recobertas por material orgânico, sulfetos e hidróxidos de ferro mantêm os contaminantes orgânicos associados a sua superfície (KENNISH, 1997).

Os sedimentos contaminados representam um grande risco para a biota aquática, principalmente para espécies bentônicas e epibentônicas, as mais expostas aos contaminantes de origem sedimentar, aos adsorvidos nas partículas sedimentares e àqueles dissolvidos na água intersticial. A ressuspensão do sedimento pode provocar a liberação desses contaminantes sob forma dissolvida na coluna d'água ou adsorvida a partículas, colocando também em risco os organismos pelágicos que podem ainda ser contaminados devido ao processo de bioacumulação (GEFFARD *et al.*, 2002).

5.1.5.1 HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS (HPAS)

Para a caracterização ambiental do presente estudo foram analisadas as concentrações dos 16 HPAs prioritários (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 e benzo(g,h,i)perileno), de dibenzotiofeno e dos homólogos alquilados (1-metilnaftaleno, 2-metilnaftaleno, C2-naftalenos, C3-naftalenos, C4-naftalenos, C1-fluorenos, C2-fluorenos, C1-fenantrenos, C2-fenantrenos, C3-fenantrenos, C2-pirenos e C1-pirenos). Para nenhum HPA analisado foi encontrada concentração acima do limite de quantificação, refletindo em HPAs totais abaixo do limite de quantificação em todas as estações do Bloco Alto Cabo Frio Oeste (LQs de HPA total variando entre <7,52 e <30,0 $\mu\text{g.kg}^{-1}$). No **Anexo A** é possível observar nos laudos laboratoriais os limites das análises de cada HPA analisado.

No estudo de PETROBRAS/HABTEC (2003) também não foram encontradas concentrações de HPAs, porém, os autores salientaram o emprego de um LQ elevado para a área na ocasião (200 $\mu\text{g.kg}^{-1}$), bem superiores aos aplicados nas análises do presente estudo. As análises de HPAs para toda a Bacia de Santos, realizadas por MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002), demonstraram baixas concentrações, inferiores a 20 $\mu\text{g.kg}^{-1}$.

5.1.5.2 HIDROCARBONETOS TOTAIS DO PETRÓLEO (HTP)

Os hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) correspondem ao somatório das frações dos hidrocarbonetos resolvidos de petróleo (HRP e isoprenóidesfitano e pristano) e a mistura complexa não resolvida (MCNR). Por MCNR entende-se o conjunto de compostos que não pode ser resolvido por cromatografia gasosa, sendo considerada a fração mais biodegradada ou intemperizada dos hidrocarbonetos presentes no meio ambiente, enquanto que HRP refere-se à fração recente, não degradada. A concentração de HTP é um parâmetro usado para avaliação expedita do estado de contaminação ambiental, uma vez que vincula o sedimento às concentrações das frações de hidrocarbonetos saturados e aromáticos do petróleo ou outros resíduos das atividades petrolíferas vertidos sob o substrato marinho (NRC, 1985; VOLKMAN *et al.*, 1992).

No presente estudo foram analisadas as concentrações de HTP, as quais incluíram alifáticos totais (cadeia de C-10 a C-36, pristano, fitano e somatórios dos n-alcanos), hidrocarbonetos resolvidos de petróleo (HRP) e os hidrocarbonetos não resolvidos (MCNR). Assim, nenhuma amostra apresentou concentração quantificável de n-alcanos. Por outro lado, a réplica C da estação 3 apresentou concentração de 18,6 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de MCNR e 5,9 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de HRP (Tabela 17).

TABELA 17 – Resultados obtidos a partir de análises para os parâmetros MCNR, HRP e HPTTotal (mg.kg^{-1}). Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Amostra	Parâmetros (mg.kg^{-1})			Razão MCNR/HRP
	MCNR	HRP	HTP Total	
3C	18,60	5,90	24,50	3,15

A **Figura 18** apresenta o perfil de cromatografia da amostra 3C, o qual indica a presença de compostos orgânicos derivados de petróleo. Um indicador que pode ser considerado para indicar a origem do hidrocarboneto é a razão MCNR/HRP, a qual sendo superior a 4 (READMAN *et al.*, 2002), pode corresponder à presença de resíduo de óleo degradado. No caso da réplica 3C, a única amostra que apresentou concentração quantificável de MCNR e HRP, esta razão foi inferior a 4, não podendo ser associada à intemperização ou à contaminação por atividades petrogênicas na área, já que não foram identificados compostos individualizados (VOLKMAN *et al.*, 1997; PETROBRAS, 2013).

Ressalta-se ainda que apenas uma réplica ter apresentado concentrações quantificáveis de HTP pode ser considerada não representativa para a região, uma vez que os demais compostos (n-alcanos e HPA) mantiveram-se abaixo do limite de quantificação, o que inviabiliza uma análise mais detalhada da origem das concentrações. Além disso, VOLKMAN *et al.* (1992) destacaram concentrações acima de 100 mg.kg^{-1} como características de regiões impactadas, o que não foi o caso no atual estudo.

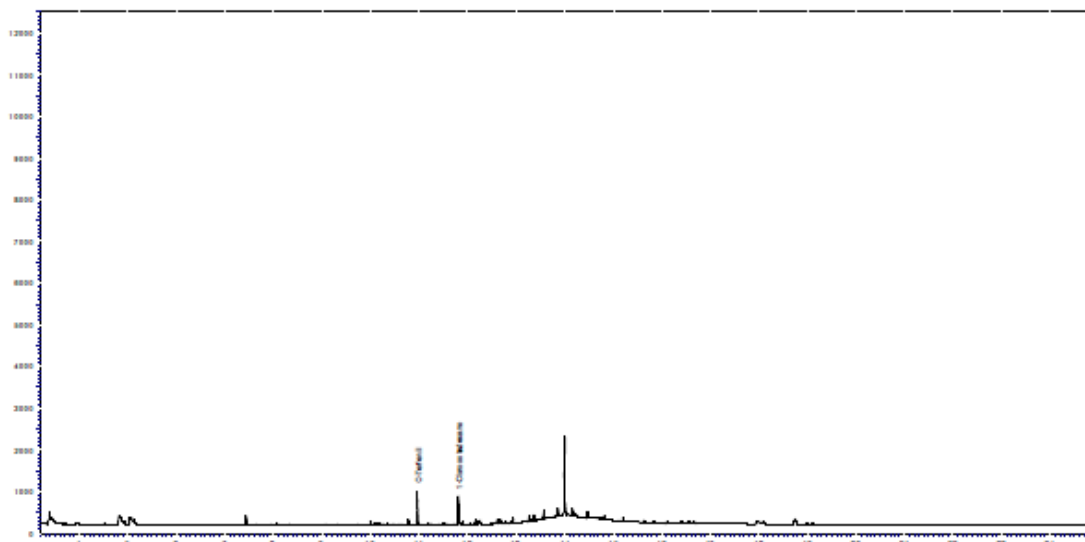


FIGURA 18 – Perfil cromatográfico da amostra 3C, analisada durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estudos pretéritos apontam que já foram encontradas concentrações de HTPs na região oceânica da Bacia de Santos, mas que não foram relacionadas a interferências antrópicas na região (PETROBRAS/HABTEC, 2003).

5.1.6 BIOMARCADORES

Entre os hidrocarbonetos do petróleo são incluídos os n-alcenos, isoalcenos, cicloalcenos e aromáticos (como os compostos analisados nos itens de HTP e HPA). Uma parcela dos cicloalcenos inclui os chamados biomarcadores do petróleo, que possuem estrutura bastante complexa e podem ser divididos em terpanos, hopanos e esteranos (COIMBRA, 2006). De acordo com BARRICH & HEDGES (1981 *apud* FARIAS, 2006), biomarcadores são compostos orgânicos, oriundos de moléculas de organismos vivos que durante a maturação sofreram modificações. A princípio as modificações acarretam na perda da funcionalidade e, em seguida, sofrem transformações relacionadas às características do ambiente de formação. Esses compostos possuem fonte específica e estabilidade molecular, o que é interpretado como uma assinatura de origem (SIMONEIT, 1984 *apud* FARIAS, *op. cit.*).

Os hopanos e esteranos são compostos derivados de hopanopolióis e esteróis, respectivamente. Os hopanopolióis estão presentes na membrana celular de bactérias, enquanto os esteróis derivam de eucariontes. Em sedimentos recentes estas séries de compostos se apresentam com a configuração estereoquímica $\beta\beta$ (refere-se à posição espacial de átomos de hidrogênio na molécula) e R (refere-se ao arranjo de átomos em centros quirais na cadeia hidrocarbônica). Durante o processo de diagênese e maturação da matéria orgânica, que leva à formação de petróleo, há reações envolvendo isomerizações e formação de isômeros α e S, resultando em hopanos e esteranos $\alpha\beta$ e S/R. Hopanos e esteranos maduros, com tais estereoquímicas, só ocorrem no petróleo, portanto sua presença em sedimentos recentes caracteriza ocorrência de óleo, enquanto a composição relativa dos compostos caracteriza a procedência do óleo (PETROBRAS, 2013 *apud* LEEUW E LARGEAU, 1993).

O perfil de distribuição destes compostos, presentes em uma determinada amostra, pode refletir o paleoambiente em que foram depositados. A composição dos biomarcadores sofre a influência também do aporte de matéria orgânica (marinha ou continental) e das suas transformações, como maturação e biodegradação. As análises de biomarcadores fornecem informações sobre a origem da matéria orgânica presente nos sedimentos e podem indicar evolução térmica, nível de biodegradação dos sedimentos e contribuições de alguns tipos de organismos (WAPLES; MACHIHARA, 1991; KILLOPS et al., 1994; SARMIENTO et al., 2011).

A análise dos biomarcadores por cromatografia observa principalmente a geração de fragmentogramas dos íons m/z 191 (por terpanos e hopanos) e m/z 217 (pelos esteranos) em perfis cromatográficos. A análise vem sendo utilizada na área ambiental principalmente para análise de origem de óleo, seja diretamente no óleo ou sedimento de regiões possivelmente contaminadas (e. g., KILLOPS et al., 1994, COIMBRA, 2006; LIMA et al., 2007; SPRINGER, 2007; BARRAGAN, 2012). Para a atual campanha *Baseline* em especial é importante conhecer os valores basais atuais da área de estudo e destacar razões que possam caracterizar a origem do sedimento no meio e até possíveis contaminações pretéritas.



Na **Tabela 18** é possível verificar os biomarcadores analisados, as razões calculadas e os códigos utilizados nas tabelas seguintes para fazer a caracterização ambiental.

TABELA 18 – Códigos das razões entre biomarcadores orgânicos identificados no sedimento marinho durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Códigos	Razões
Tri/Hopanos	Tetracíclicos / Hopanos (Pentacíclicos)
TS/TS+TM	$18\alpha(H)-22,29,30\text{-trisinomehopano C27} / 18\alpha(H)-22,29,30\text{-trisinomehopano C27} + 17\alpha(H)-22,29,30\text{-trisinorhopano C27}$
Norneo/H29	$18\alpha\text{-}30\text{-normeohopano} / 17\alpha(H), 21\beta(H)\text{-}30\text{-norhopano C29}$
H28/H30	$17\alpha(H), 21\beta(H)\text{-}28,30\text{-bisorhopano} / 17\alpha(H), 21\beta(H)\text{-}hopano C30$
H29/H30	$17\alpha(H); 21\beta(H)\text{-}30\text{-norhopano C29} / 17\alpha(H)\text{-}hopano C30$
OL/H30	Oleano / $17\alpha(H), 21\beta(H)\text{-}hopano C30$
GAM/H30	Gamacerano C30 / $17\alpha(H), 21\beta(H)\text{-}hopano C30$
H35/H34	$17\alpha(H), 21\beta(H)\text{-}30\text{-pentakishomohopano} + 17\alpha(H), 21\beta(H)\text{-}30\text{-pentakishomohopano} / 17\alpha(H), 21\beta(H)\text{-}30\text{-tetrakishomohopano} + 17\alpha(H), 21\beta(H)\text{-}30\text{-tetrakishomohopano}$
25NOR/HOP	$25,28,30\text{-trisinorhopano} / \text{Hopanos}$
TET24/26Tri	Terpano Tetracíclico C24 / Terpano Tricíclico C26
21/23Tri	Terpano Tricíclico C21 / Terpano Tricíclico C23
26/25Tri	Terpano Tricíclico C26 / Terpano Tricíclico C25
20S/(20S+20R)	$[C29\text{ } \alpha\alpha\alpha S] / [C29\text{ } \alpha\alpha\alpha S + C29\text{ } \alpha\alpha\alpha R]$ (m/z 217)
bb/(aa+bb)	$[C29\alpha\beta\beta(R+S)] / [C29\alpha\beta\beta(R+S) + C29\alpha\alpha\alpha(R+S)]$ (m/z 217)
%C27	$[C27\alpha\beta\beta(S+R)] / [C27\alpha\beta\beta(S+R) + C28\alpha\beta\beta(S+R) + C29\alpha\beta\beta(S+R)] \times 100$
%C28	$[C28\alpha\beta\beta(S+R)] / [C27\alpha\beta\beta(S+R) + C28\alpha\beta\beta(S+R) + C29\alpha\beta\beta(S+R)] \times 100$
%C29	$[C29\alpha\beta\beta(S+R)] / [C27\alpha\beta\beta(S+5,63R) + C28\alpha\beta\beta(S+R) + C29\alpha\beta\beta(S+R)] \times 100$
DIA/REG Chol	Diasteranos / Esteranos Regulares

Considerando a razão Hopanos/Esteranos, valores menores ou iguais a 4 indicam deposição de matéria orgânica marinha contribuída, principalmente por organismos planctônicos e/ou algas. Já valores superiores a 7 indicam deposição de matéria orgânica terrestre e/ou microbialmente retrabalhada (SPRINGER, 2007). No presente estudo, os valores variaram entre 5,64 e 8,67, avaliando todas as amostras, o que demonstra uma maior contribuição de uma matéria orgânica de origem terrestre e/ou retrabalhada (**Tabela 19**).

A razão Tri/Hopanos vem sendo utilizada na caracterização de ambientes deposicionais, tendo o terpano tetracíclico sido encontrado em ambientes marinhos deltaicos e lacustres salinos (MELLO, 1988), não sendo o caso da área do presente estudo, uma vez que se trata de um talude, refletindo assim nos resultados desta razão, os quais oscilaram de 0,27 a 0,32.

Com relação à razão Ts/(Ts+Tm), o hopano Tm apresenta menor instabilidade quando ao Ts, deste modo, esta razão é bastante dependente da maturidade e origem. A maturação consiste nas transformações sofridas pela matéria orgânica e petróleo sob condições de soterramento e temperatura resultando em hidrocarbonetos mais leves (SPRINGER, 2007). Assim, quanto mais maturado o sedimento menor a concentração de Tm e mais próximo a 1 será a razão. Os valores obtidos no presente estudo estiveram entre 0,27 e 0,32, indicando baixo grau de maturação e soterramento.

Além disso, COLLINA (2011) cita que valores baixos de $T_s/(T_s+T_m)$ indicam ambientes óxidos, provavelmente associados a rochas carbonáticas, enquanto valores maiores indicariam ambientes anóxicos, com origem associada a ambientes hipersalinos.

Considerando as demais razões entre os compostos identificados, estas revelaram baixas concentrações de biomarcadores. Cabe destacar as proporções entre C27, C28 e C29 de esteranos, os quais sugerem informações importantes dos paleoambientes, isto porque, de um modo geral, predominância de C27 pode indicar maior contribuição de fitoplâncton marinho, por outro lado, C29 pode corresponder maior contribuição de terrestre. Já C28, em maior proporção, indica uma possível contribuição de algas lacustres (SPRINGER, 2007; BARRAGAN, 2012). Tendo em vista que os resultados obtidos indicaram maiores proporções de C29, a matéria orgânica presente no sedimento do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste pode ter contribuição de matéria orgânica terrestre, o que também foi observado pelos resultados da razão Hopanos/Esteranos.

TABELA 19 – Biomarcadores orgânicos (terpanos e esteranos) e razões entre os compostos no sedimento marinho durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

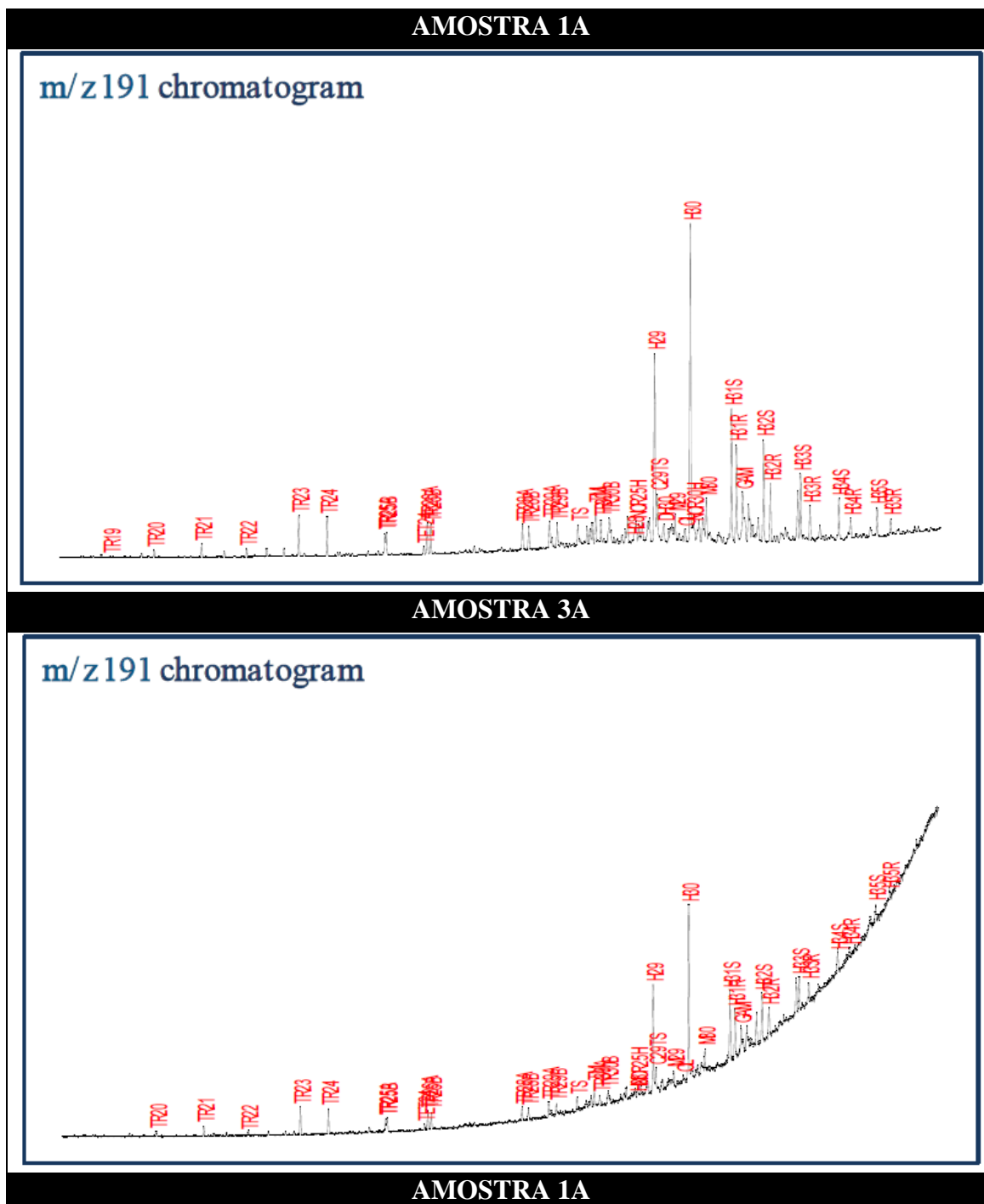
Biomarcadores e Razões	1					2					3				
	1A	1B	1C	Med	Desv Pad	2A	2B	2C	Med	Desv Pad	3A	3B	3C	Med	Desv Pad
Terpanos (ppm)	1832	4611	1282	2575	1784,5439	1844	1968	3173	2328,3333	734,12556	1190	1309	2640	1713	805,00745
Esteranos (ppm)	243	546	165	318	201,26848	208	220	322	250	62,641839	120	148	353	207	127,21242
Hopanos/Esteranos	7,52	8,32	7,70	7,85	0,42	6,74	8,45	8,67	7,95	1,06	6,93	5,64	7,39	6,65	0,91
Tri/Hopanos	0,30	0,27	0,30	0,29	0,02	0,32	0,29	0,28	0,30	0,02	0,32	0,29	0,30	0,30	0,02
TS/TS+TM	0,36	0,34	0,34	0,35	0,01	0,35	0,36	0,33	0,35	0,02	0,39	0,38	0,37	0,38	0,01
Norneo/H29	0,23	0,20	0,22	0,22	0,02	0,22	0,20	0,20	0,21	0,01	0,18	0,21	0,21	0,20	0,02
H28/H30	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,13	0,06	0,06	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01
H29/H30	0,59	0,62	0,58	0,60	0,02	0,58	0,61	0,61	0,60	0,02	0,63	0,64	0,59	0,62	0,03
OL/H30	0,04	0,04	0,05	0,04	0,01	0,06	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,00	0,04	0,03	0,03
GAM/H30	0,15	0,17	0,16	0,16	0,01	0,14	0,17	0,11	0,14	0,03	0,16	0,17	0,15	0,16	0,01
H35/H34	0,72	0,71	0,71	0,71	0,01	0,39	0,81	0,72	0,64	0,22	0,90	1,26	0,76	0,97	0,26
25NOR/HOP	0,24	0,17	0,32	0,24	0,08	0,35	0,28	0,27	0,30	0,04	0,35	0,38	0,17	0,30	0,11
TET24/26Tri	0,13	0,15	0,11	0,13	0,02	0,22	0,12	0,12	0,15	0,06	0,18	0,21	0,15	0,18	0,03
21/23Tri	0,33	0,39	0,31	0,34	0,04	0,40	0,32	0,34	0,35	0,04	0,36	0,34	0,39	0,36	0,03
26/25Tri	1,40	1,39	1,45	1,41	0,03	1,35	1,39	1,40	1,38	0,03	1,31	1,36	1,39	1,35	0,04
20S/(20S+20R)	0,72	0,73	0,73	0,73	0,01	0,74	0,75	0,72	0,74	0,02	0,72	0,73	0,73	0,73	0,01
bb/(aa+bb)	0,46	0,41	0,48	0,45	0,04	0,41	0,45	0,41	0,42	0,02	0,46	0,50	0,46	0,47	0,02
%C27	29,89	30,69	30,61	30,40	0,44	35,36	30,55	30,76	32,22	2,72	33,18	31,48	33,58	32,75	1,12
%C28	21,87	23,37	22,25	22,50	0,78	22,30	24,04	24,35	23,56	1,11	25,06	26,06	24,20	25,11	0,93
%C29	48,24	45,93	47,14	47,10	1,16	42,34	45,41	44,89	44,21	1,64	41,75	42,46	42,21	42,14	0,36
DIA/REG Chol	0,57	0,69	0,62	0,63	0,06	0,87	0,71	0,66	0,75	0,11	0,90	0,67	0,71	0,76	0,12

(Continua)

Biomarcadores e Razões	4					5				
	4A	4B	4C	Med	Desv Pad	5A	5B	5C	Med	Desv Pad
Terpanos (ppm)	4289	2353	2714	3118,6667	1029,4855	1891	2166		2028,5	194,45436
Esteranos (ppm)	631	342	348	440,33333	165,14943	248	274	490	337,33333	132,85079
Hopanos/Esteranos	6,67	6,69	8,12	7,16	0,83	7,51	7,60	6,99	7,37	0,33
Tri/Hopanos	0,32	0,32	0,30	0,31	0,01	0,29	0,30	0,31	0,30	0,01
TS/TS+TM	0,38	0,40	0,35	0,38	0,03	0,38	0,37	0,39	0,38	0,01
Norneo/H29	0,23	0,20	0,20	0,21	0,02	0,20	0,22	0,20	0,21	0,01
H28/H30	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00
H29/H30	0,62	0,59	0,58	0,60	0,02	0,59	0,58	0,63	0,60	0,03
OL/H30	0,04	0,05	0,04	0,04	0,01	0,04	0,09	0,05	0,06	0,03
GAM/H30	0,15	0,16	0,16	0,16	0,01	0,16	0,17	0,17	0,17	0,01
H35/H34	0,72	0,78	0,73	0,74	0,03	0,76	0,74	0,77	0,76	0,02
25NOR/HOP	0,22	0,17	0,17	0,19	0,03	0,19	0,20	0,26	0,22	0,04
TET24/26Tri	0,16	0,17	0,15	0,16	0,01	0,15	0,16	0,16	0,16	0,01
21/23Tri	0,33	0,40	0,38	0,37	0,04	0,38	0,47	0,42	0,42	0,05
26/25Tri	1,32	1,36	1,36	1,35	0,02	1,34	1,37	1,38	1,36	0,02
20S/(20S+20R)	0,67	0,69	0,72	0,69	0,03	0,71	0,70	0,69	0,70	0,01
bb/(aa+bb)	0,46	0,46	0,42	0,45	0,02	0,48	0,44	0,45	0,46	0,02
%C27	32,80	34,56	33,87	33,74	0,89	33,34	33,63	33,66	33,54	0,18
%C28	23,24	24,00	24,13	23,79	0,48	23,27	24,21	24,18	23,89	0,53
%C29	43,96	41,44	42,01	42,47	1,32	43,39	42,16	42,16	42,57	0,71
DIA/REG Chol	0,67	0,76	0,71	0,71	0,05	0,70	0,69	0,75	0,71	0,03



Os terpanos (fragmentograma m/z 191) apresentaram cromatogramas bastante similares, mantendo a mesma tendência geral, com exceção das réplicas 2A, 3A e 3B, as quais apresentaram comportamento não linear. Para estes biomarcadores, foi observado picos muito definidos recorrentes em todas as amostras como o H30. Com relação aos esteranos (fragmentograma m/z 217), os cromatogramas apresentaram comportamento semelhante entre as réplicas, com quantidades de picos, em geral similares. É importante ressaltar que a baixa concentração de hidrocarbometos encontrados no sedimento de Alto Cabo Frio Oeste pode ter comprometido o fracionamento do extrato e sua posterior pesagem, o que pode ter deixado a análise mais suscetível a interferentes (**Figura 19; Anexo A**)



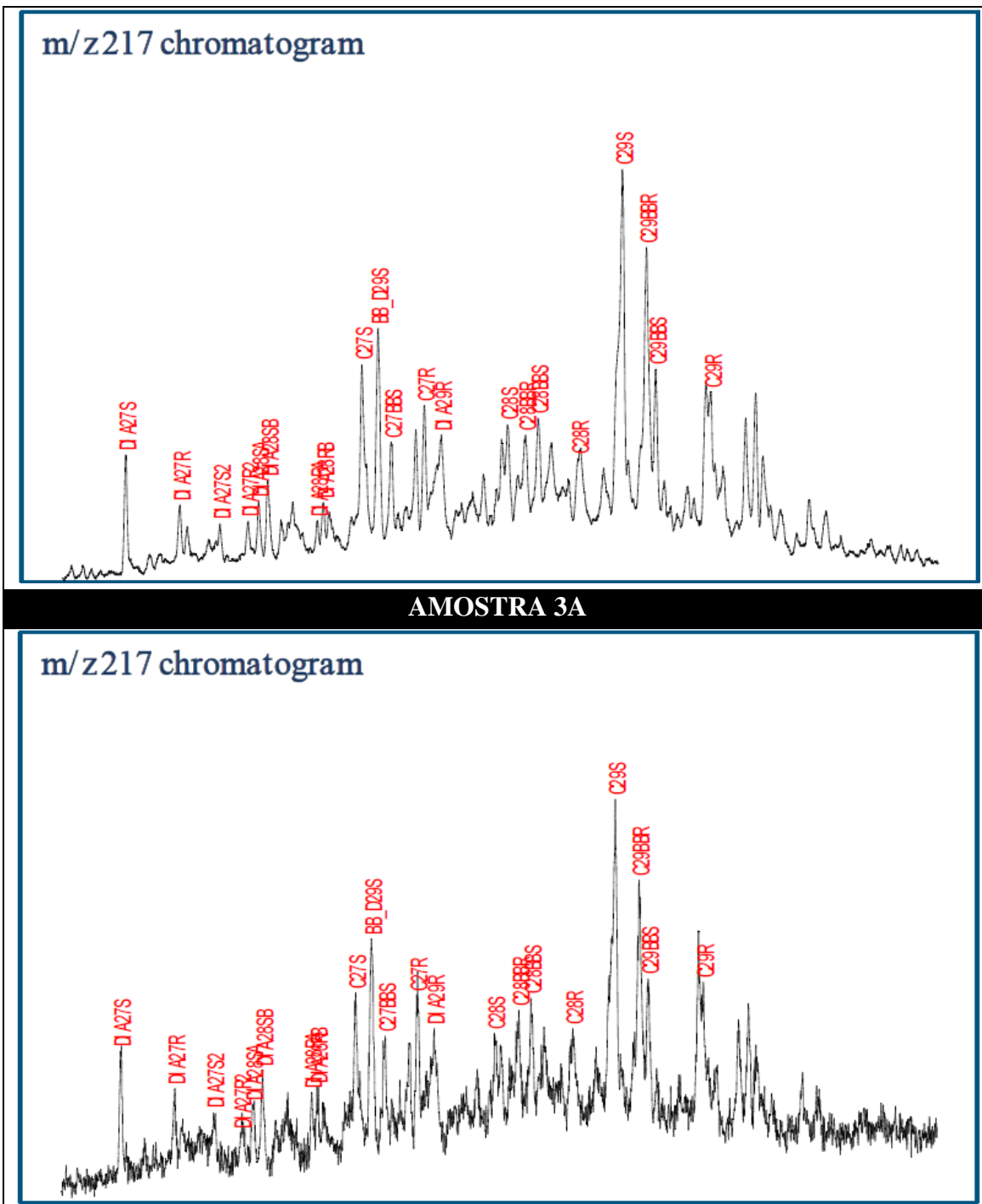


Figura 19 – Perfil cromatográfico da amostra 3C analisada durante a caracterização ambiental da Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.

5.1.7 RADIONUCLÍDEOS

Os isótopos naturais de Ra vêm apresentando diversas aplicações em estudos oceanográficos. Podem ser utilizados como traçadores de processos de mistura de massas d'água no ambiente marinho e costeiro, para identificar possíveis sítios de descarga de águas subterrâneas para o oceano, bem como ser utilizado como traçador de águas subterrâneas que tenham tido contato com o continente e para derivar coeficientes de difusão horizontal turbulenta (LAPA, 2013).

Os isótopos ^{226}Ra e ^{228}Ra são os isótopos de rádio mais abundantes nos oceanos, pois possuem meia-vida mais longa que outros isótopos naturais de rádio e são oriundos dos decaimentos dos isótopos naturais mais abundantes, ^{238}U e ^{232}Th . Algumas espécies de fito e zooplâncton podem acumular o isótopo ^{226}Ra em diferentes concentrações (7300 e 860, respectivamente) e o mesmo pode acabar retornando ao sedimento a partir do plâncton em zonas biologicamente produtivas (PENTREATH, 1984; KOIDE et al.(1976) *apud* COSTA(2016).

Os resultados dos radionuclídeos obtidos através das amostras de sedimento coletadas na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste apresentaram concentrações de ^{226}Ra entre 30,10 e 76,20 Bq.kg^{-1} , com média de 54,35 Bq.kg^{-1} , por outro lado ^{228}Ra apresentou apenas uma amostra com valor detectável de 47,70 Bq.kg^{-1} (**Figura 20; Tabela 20**).

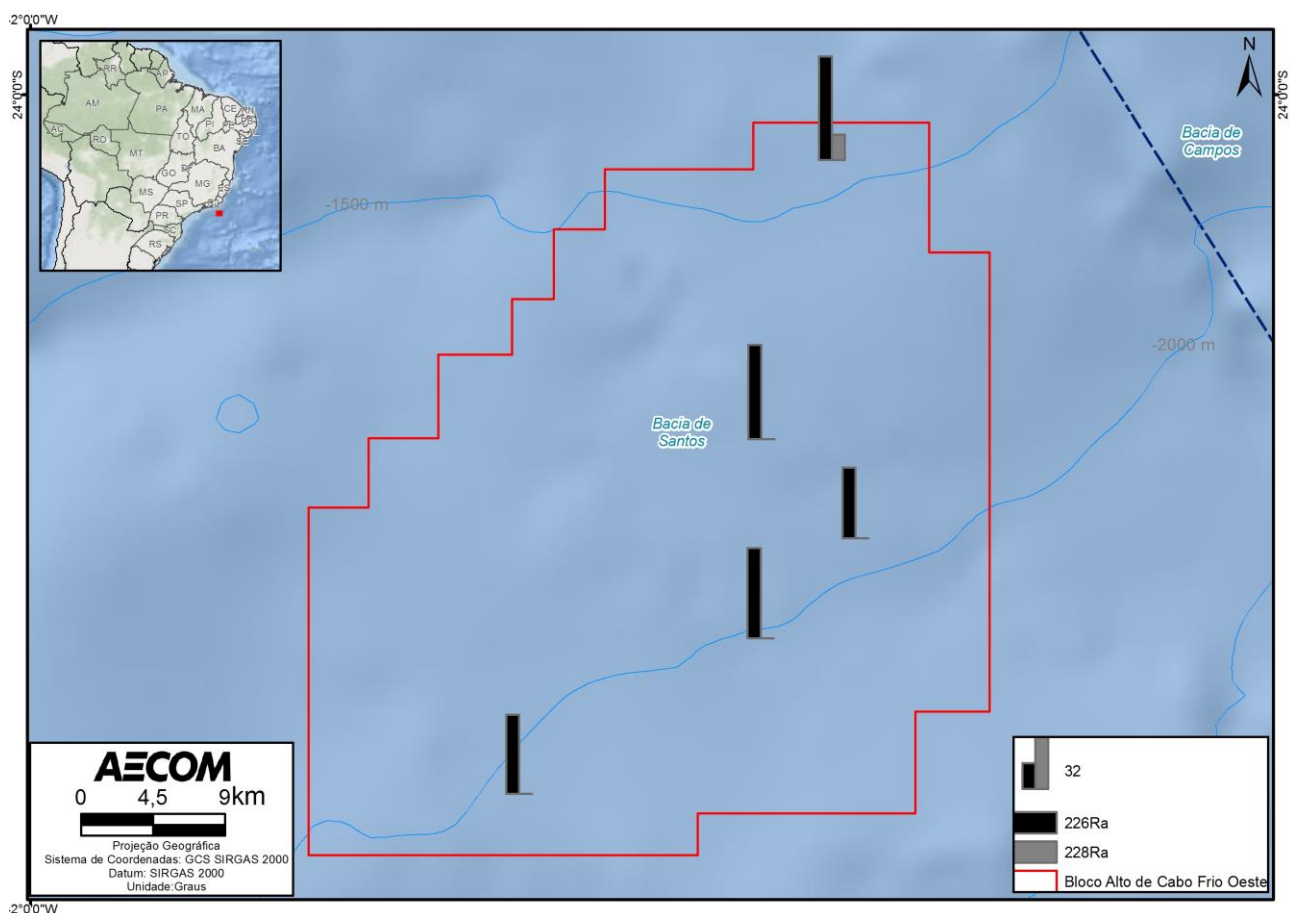


Figura 20 – Concentrações médias de ^{226}Ra e ^{228}Ra (Bq.kg^{-1}) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.



De acordo com a literatura, a semelhança química entre o bário e o rádio auxilia na interpretação dos resultados de uma determinada região, já que eles tendem a sofrer as mesmas influências no ambiente marinho (BROECKER & PENG (1982) *apud* COSTA; 2016). As razões de $^{226}\text{Ra}/\text{Ba}$ costumam ser constantes em águas oceânicas, tendo os resultados obtidos no presente estudo sido próximos, tendo os valores de desvio padrão sido baixo (Tabela 21).

TABELA 20 – ^{226}Ra e ^{228}Ra ($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estação	Ra226			Média	DP	Ra228*			Média	DP
	A	B	C			A	B	C		
1	69,7	47,1	76,2	64,33	15,27	47,7	0,00	0,00	15,90	27,54
2	60,6	52,1	62,8	58,50	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	43,5	44,2	43,8	43,83	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	66,5	48,6	52,3	55,80	9,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	61,5	56,2	30,1	49,27	16,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*Ressalta-se que os valores que estiveram abaixo do limite de quantificação foram representados como 0 (zero) para obtenção dos valores de média e desvio padrão das estações onde alguns resultados foram quantificáveis.

TABELA 21 – Valores de $^{226}\text{Ra}/\text{Ba}$ e $^{228}\text{Ra}/\text{Ba}$ durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estação	226Ra/Ba			Média	DP	228Ra/Ba			Média	DP
	A	B	C			A	B	C		
1	0,24	0,18	0,28	0,24	0,05	0,17	0,00	0,00	0,06	0,10
2	0,37	0,23	0,23	0,27	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,20	0,21	0,19	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,35	0,21	0,21	0,26	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,27	0,23	0,13	0,21	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

5.2 MACROFAUNA BENTÔNICA

A comunidade bentônica da região do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste foi avaliada quali e quantitativamente nas mesmas estações amostrais para onde foram analisados os parâmetros geoquímicos de sedimento. Destaca-se que o **Anexo B** do presente estudo apresenta a Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico concedida pela CGMAC/DILIC/IBAMA para a amostragem desse material, assim como a Declaração de Recebimento das Amostras pela Instituição Depositária. No **Anexo B** encontram-se os laudos da macro e meiofauna bentônicas analisadas.

5.2.1 ANÁLISE QUALITATIVA

Os resultados da macrofauna bentônica do presente estudo identificaram 54 táxons distintos (**Anexo B**). A comunidade de macrobentos do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste é composta por quatro grupos principais, representados pelos filos Nematoda, Annelida, Mollusca e pelo Subfilo Crustacea, com contribuições em número de táxons de 24,1%, 20,4%, 27,8% e 27,8%, respectivamente (**Figura 21**). A macrofauna bentônica da região é composta, majoritariamente, por indivíduos pertencentes aos grupos Mollusca e Crustacea.

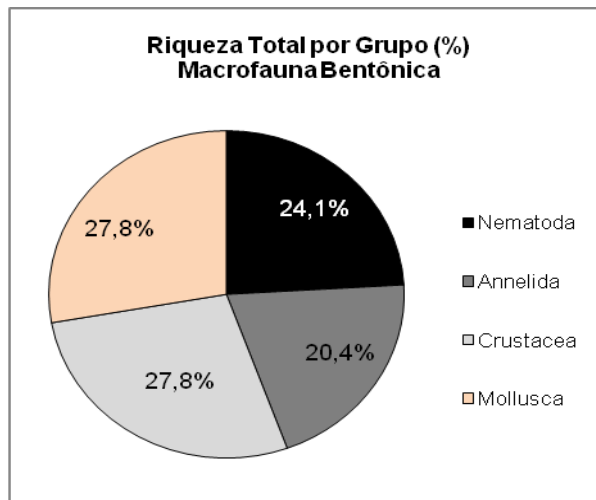


FIGURA 21 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da macrofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Cabe ressaltar a presença de indivíduos em todas as amostras coletadas na região (**Figura 22**). Além da riqueza contabilizada a partir do número de táxons distintos, que oscilou de 5 a 13 táxons por amostra, foi calculada também a riqueza de Margalef, citada como diversidade de Margalef, que pondera o número de táxons distintos em relação ao número total de indivíduos da amostra. Os valores da riqueza de Margalef variaram entre 1,84 e 4,72. (**Figura 22**).

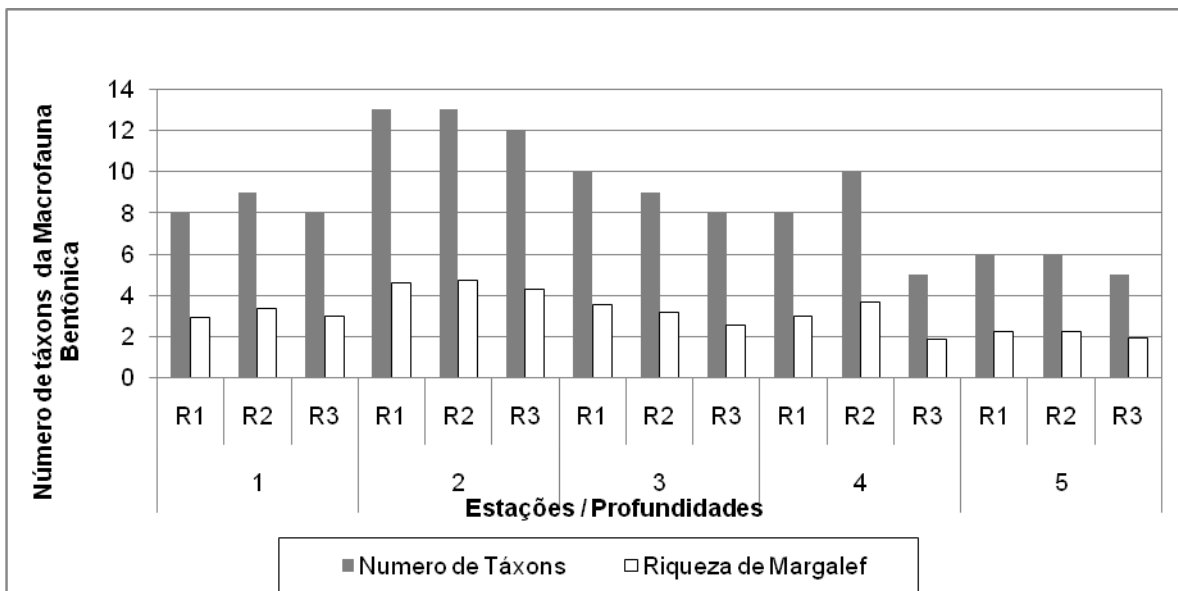


FIGURA 22 – Riqueza (nº de táxons) e riqueza de Margalef dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Os grupos Mollusca e Crustacea foram os mais representativos em relação à distribuição taxonômica da maioria das estações do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, exceto na estação 1, onde não foram encontrados representantes desse grupo. Diversos trabalhos na costa do Brasil, inclusive na Bacia de Santos, também

apontaram para a dominância do Filo Mollusca em águas profundas, como, por exemplo, o estudo de BENKENDORFER & SOARES-GOMES (2009). Os autores também identificaram a espécie *Seguenzia hapala*, extremamente representativa no presente estudo (**Figura 23**).

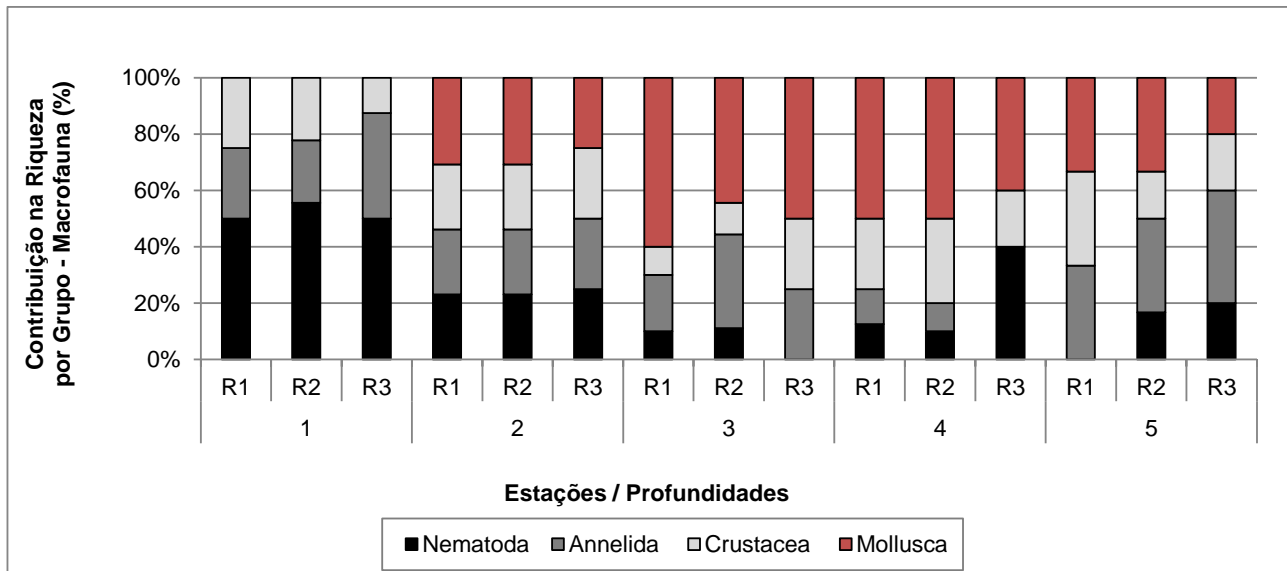


FIGURA 23 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Em relação à frequência de ocorrência, 78% dos táxons ocorreram em menos de 10% das amostras analisadas, ou seja, foram pouco frequentes. Somente 3 táxons ocorreram entre 40 e 70% dos pontos analisados e nenhum organismo foi encontrado em mais de 70% das amostras. Os três táxons mais frequentes foram o crustáceo *Atlantapseudes brasiliensis*, o molusco *Seguenzia hapala* (ambos presentes em 53,3% das amostras) e a espécie *Hadroconus altus*, considerada a mais frequente do presente estudo, também pertencente ao grupo Mollusca e com ocorrência em 60% das amostras. De acordo com BENKENDORFER & SOARES-GOMES (2009) a espécie *Seguenzia hapala* é muito frequente em águas profundas (de 1540 a 3450 m).

5.2.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

Na análise quantitativa da comunidade bentônica também ficou evidenciada a dominância do Filo Mollusca, com 30,1% de contribuição média. O Filo Annelida e o Subfilo Crustacea foram os segundos grupos mais representativos, ambos contribuindo com 24,9% da densidade total encontrada no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste (**Figura 24**). A densidade média encontrada na área de estudo foi de 288,33 Ind.m⁻².

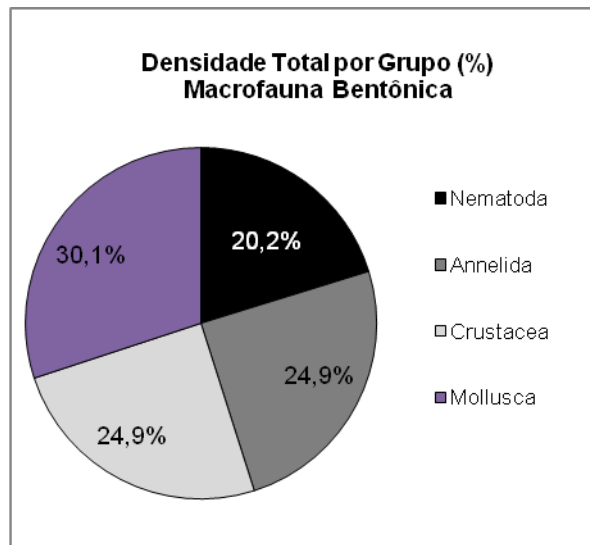


FIGURA 24 – Contribuição média (%) por grupo na densidade dos organismos da macrofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

A densidade por estação/amostra variou entre 0 e 408,33 ind.m⁻², estações 5 e 3, respectivamente. Cabe destacar a amostra da réplica 3 da estação 3, com densidade de 525 ind.m⁻² (Figura 25). A Tabela 22 apresenta os táxons mais abundantes da macrofauna bentônica do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos, sendo o crustáceo *Atlantapseudes brasiliensis*, o mais abundante.

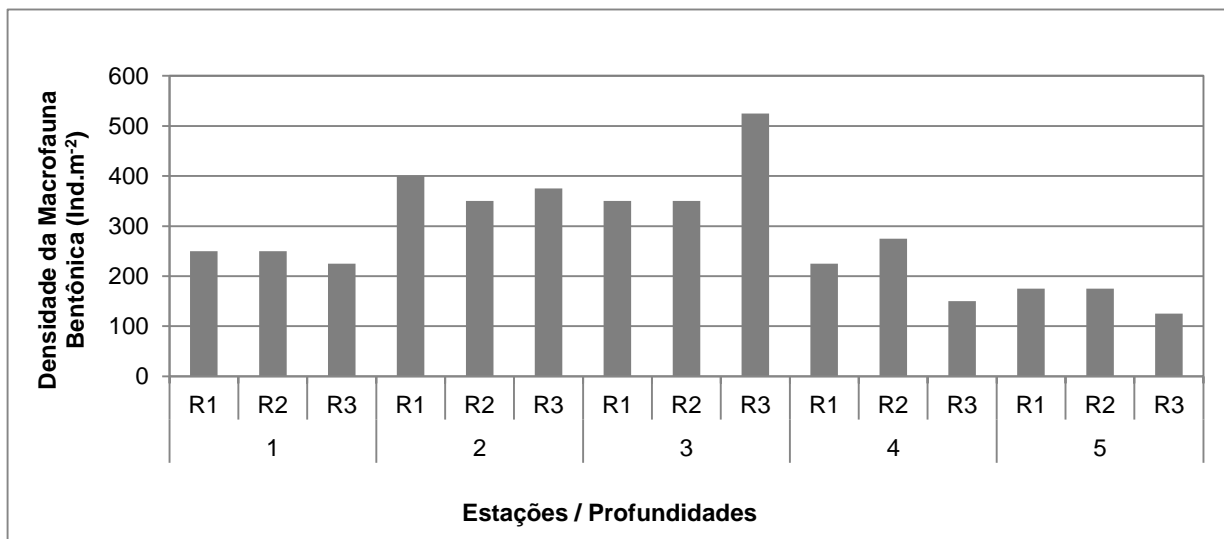


FIGURA 25 – Densidade média (ind.m⁻²) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

TABELA 22 – Valores de densidade (cel.L⁻¹) dos táxons da macrofauna bentônica mais abundantes da caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Táxon	Grupo	Densidade Média (Ind.m ⁻²)
Oncholaimus	Filo Nematoda	11,67
Capitellidae	Filo Annelida	11,67
Orbiniidae		11,67
Paraonidae		11,67
<i>Atlantapseudes brasiliensis</i>	Subfilo Crustacea	36,67
<i>Seguenzia hapala</i>	Filo Mollusca	18,33
<i>Hadroconus altus</i>		25,00

O Filo Mollusca foi predominante em todas as estações amostradas, exceto na estação 1, onde ele esteve ausente. (Figura 26; Tabela 23). Os valores de densidade reportados por PETROBRAS/HABTEC (2003) apresentaram valores inferiores, com média correspondente a 18,8 ind. m⁻². Tais resultados demonstram baixa abundância de macrofauna bentônica esperada em águas profundas. O estudo supracitado destacou ainda a abundância dos moluscos. No levantamento de MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002), os autores também relacionam a diminuição da densidade com o aumento da profundidade.

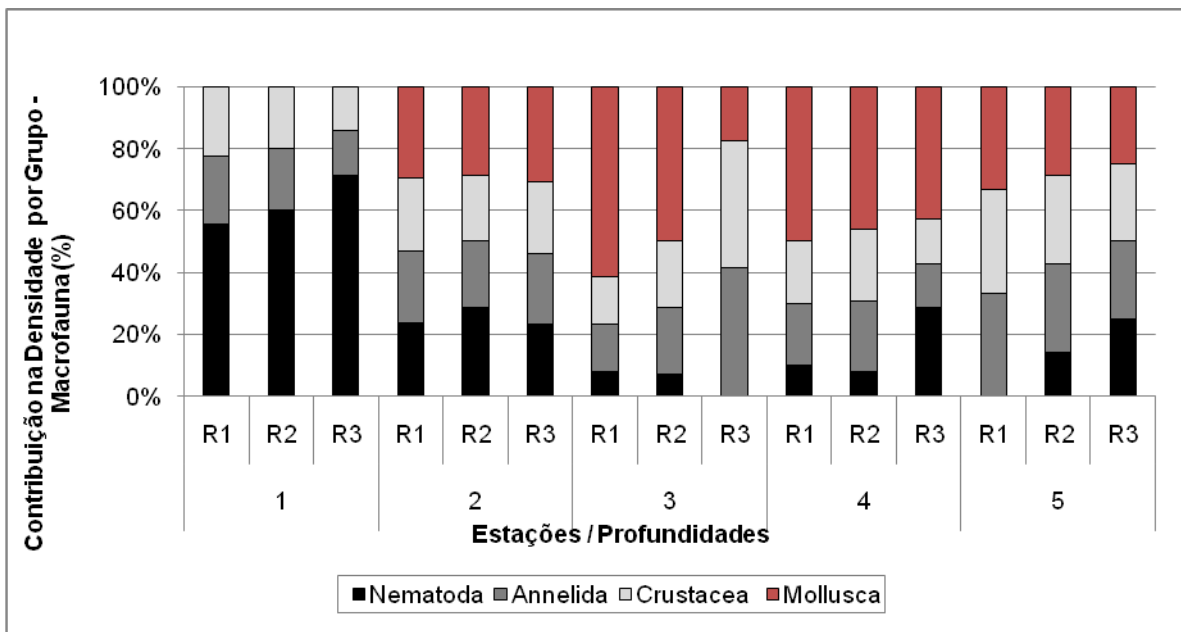


FIGURA 26 – Contribuição média (%) por grupo na densidade dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.



TABELA 23 – Densidade por grupo e total (ind.m⁻²) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estações	Réplicas	Nematoda	Annelida	Crustacea	Mollusca	Total
1	R1	125,00	75,00	50,00	0,00	250,00
	R2	150,00	50,00	50,00	0,00	250,00
	R3	125,00	75,00	25,00	0,00	225,00
2	R1	100,00	75,00	100,00	125,00	400,00
	R2	100,00	75,00	75,00	100,00	350,00
	R3	75,00	125,00	75,00	100,00	375,00
3	R1	25,00	75,00	50,00	200,00	350,00
	R2	25,00	75,00	75,00	175,00	350,00
	R3	0,00	100,00	300,00	125,00	525,00
4	R1	25,00	25,00	50,00	125,00	225,00
	R2	25,00	25,00	75,00	150,00	275,00
	R3	50,00	0,00	25,00	75,00	150,00
5	R1	0,00	75,00	50,00	50,00	175,00
	R2	25,00	50,00	50,00	50,00	175,00
	R3	25,00	50,00	25,00	25,00	125,00

5.2.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS

Os índices biológicos para a comunidade de macrobentos do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste exibiram pequenas oscilações ao longo das estações e réplicas. A diversidade de Shannon variou entre 1,56 e 2,54 bits.Ind⁻¹, a equitabilidade entre 0,75 e 1,00 e a dominância entre 0,68 e 0,92 (Tabela 24; Figura 27).

TABELA 24 - Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica decada amostra durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estações	Profundidade	Diversidade (H')	Equitabilidade (J')	Dominância (D)
1	R1	2,025	0,974	0,86
	R2	2,164	0,985	0,88
	R3	2,043	0,983	0,8642
2	R1	2,513	0,98	0,9141
	R2	2,54	0,99	0,9184
	R3	2,431	0,978	0,9067
3	R1	2,243	0,974	0,8878
	R2	2,069	0,942	0,8571
	R3	1,566	0,753	0,6848
4	R1	2,043	0,983	0,8642
	R2	2,272	0,987	0,8926
	R3	1,561	0,97	0,7778
5	R1	1,748	0,976	0,8163
	R2	1,748	0,976	0,8163
	R3	1,609	1	0,8

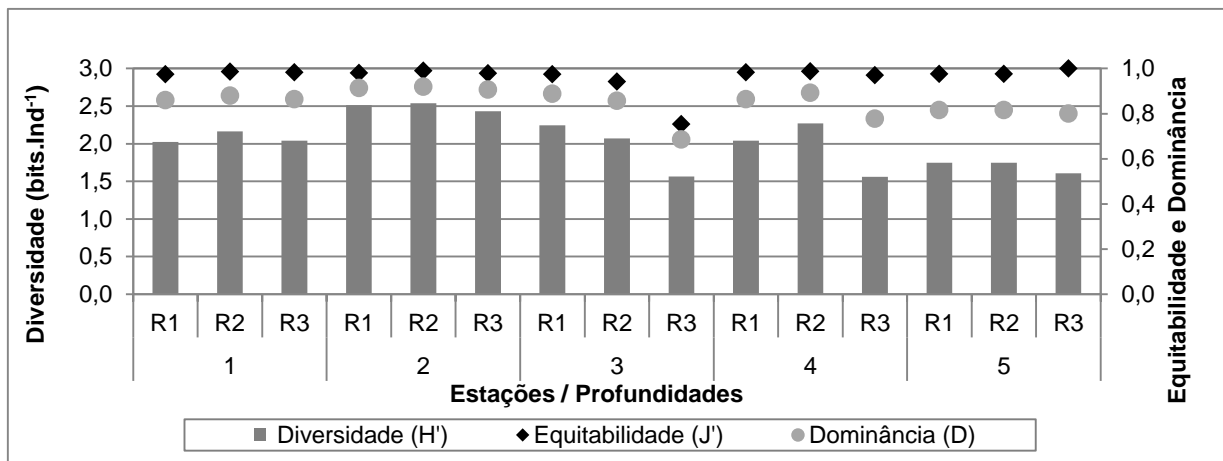


FIGURA 27 – Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

A análise de similaridade realizada a partir dos resultados da macrofauna bentônica das estações do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste considerou todas as réplicas amostradas (R1, R2 e R3, representadas por a, b e c, respectivamente) e revelou a formação de 5 clados principais. As maiores similaridades foram observadas entre as amostras 5b e 4c; 5a e 5c; e 3a e 3b. Cabe ressaltar que o isolamento da amostra 3c foi devido à maior densidade de táxons da família Paraonidae e à elevada densidade de crustáceos da espécie *Atlantapseudes brasiliensis*, principais representantes dessa amostra e responsáveis por seu destaque em relação às demais, com a maior densidade total observada (Figura 28).

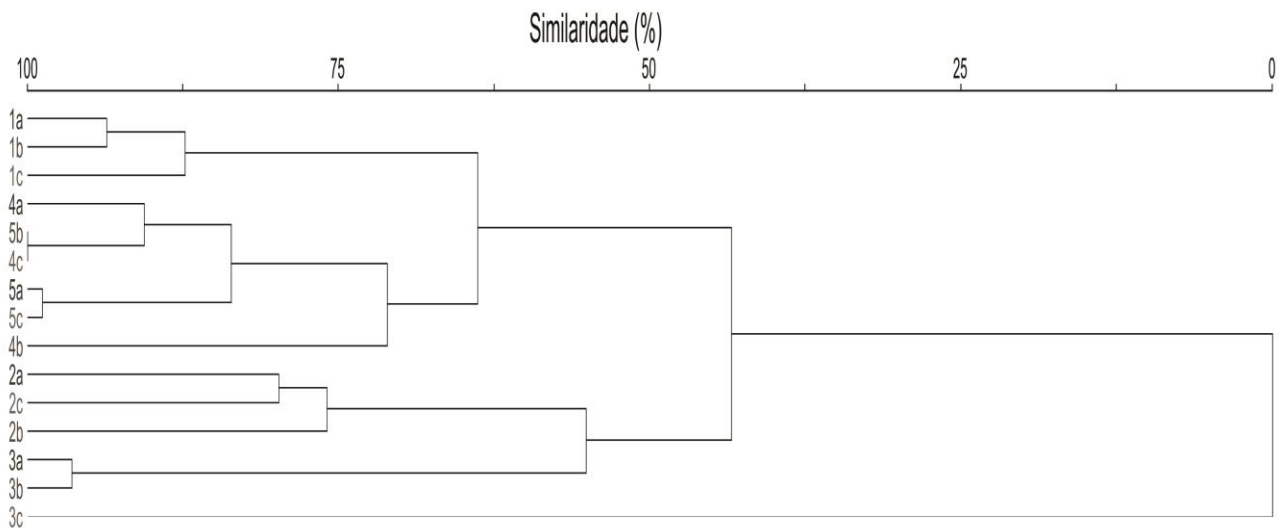


FIGURA 28 – Análise de agrupamento das amostras através do índice de similaridade de Bray–Curtis da da macrofauna bentônica em cada estação da caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

5.3 MEIOFAUNA BENTÔNICA

5.3.1 ANÁLISE QUALITATIVA

Os resultados da análise qualitativa na meiofauna bentônica evidenciaram a existência de 40 táxons distintos no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste (**Anexo B**). Dentre os organismos analisados, 1 foi classificado a nível de filo, 3 a nível de classe, 1 a nível de sub-classe, 1 a nível de ordem, 4 a nível de família e 30 a nível de gênero. Os indivíduos identificados distribuíram-se entre Nematoda, Polychaeta, Turbellária, Copepoda, Tanaidacea, Gastrotricha e Ostracoda, sendo o Filo Nematoda representante de 85% da meiofauna da região (**Figura 29**).

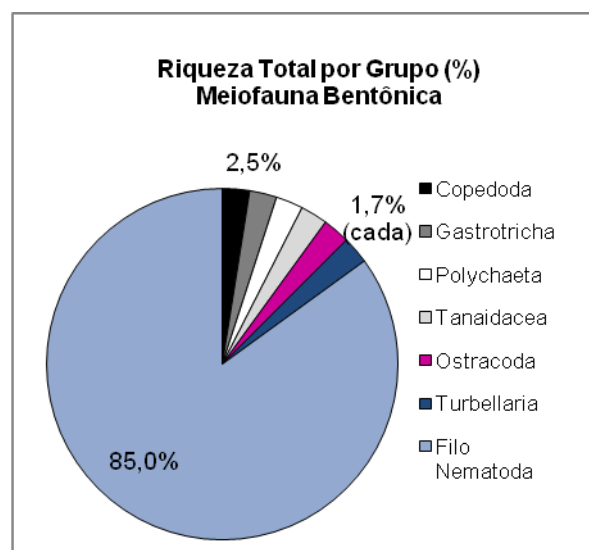


FIGURA 29 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da meiofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

O número total de táxons distintos por estação, que considera a presença de táxons em qualquer uma das réplicas de uma mesma estação, variou entre 0 e 18. A análise por estação e por grande grupo revelou que os valores de riqueza média variaram de 0,07 a 13,67. A **Figura 30** apresenta as contribuições da riqueza da meiofauna (nº de táxons distintos) nas réplicas de cada estação amostrada do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste. De uma forma geral, ocorreu certa homogeneidade na distribuição taxonômica ao longo da área de estudo, com o grupo Nematoda responsável pela maior contribuição do número de táxons das amostras (**Figura 31**). As menores riquezas taxonômicas foram observadas nas estações 2 e 3. A distribuição dos resultados de número de táxons distintos e de riqueza de Margalef, foram similares, sem um padrão claro definido em relação aos estratos com as profundidades ou com a localização dos pontos.

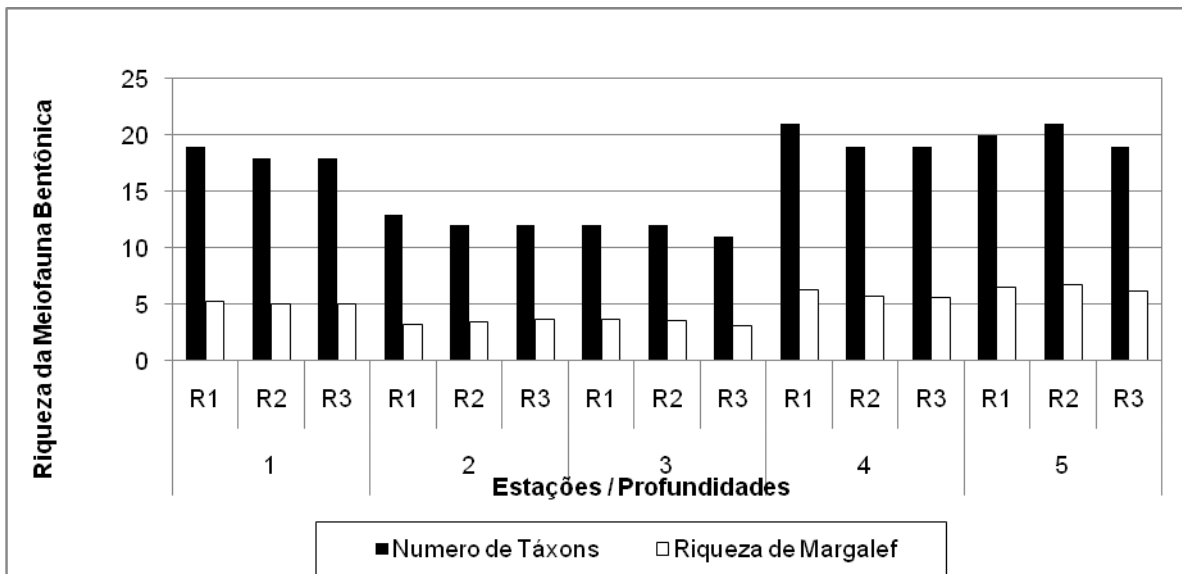


FIGURA 30 – Riqueza (nº de táxons) dos organismos da meiofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

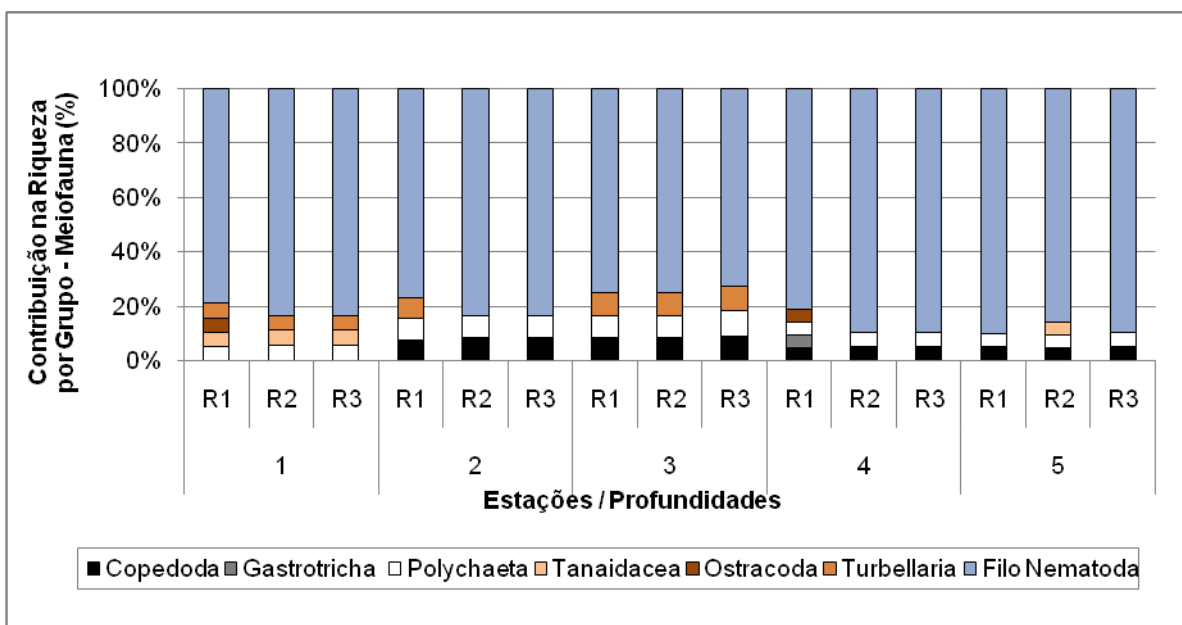


FIGURA 31 - Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Dentre os táxons da meiofauna observados, 22 tiveram frequência de ocorrência esporádica (<10%), 21 estiveram presentes em cerca de 10 a 40 % das amostras, 8 tiveram ocorrência entre 40 e 70% e somente 7 foram considerados muito frequentes, ocorrendo em mais de 70% das amostras. Os táxons muito frequentes foram os copepodos, o gênero *Sphaerolaimus*, o grupo Polychaeta, os gêneros *Desmoscolex*, *Acantholaimus*, *Pierrickia* e *Thalassomonhystera*, sendo esses cinco últimos presentes em todas as amostras (100% de ocorrência) (Tabela 25). O gênero *Acantholaimus* também foi o mais frequente em diversos outros estudos, sendo conhecido como o mais rico em espécies da comunidade de Nematoda de águas profundas. A



bibliografia relata a ocorrência de tais organismos em águas ultra profundas e mostra que o crescimento de sua abundância relativa é diretamente proporcional ao aumento da profundidade (MILJUTINA & MILJUTIN 2012; MILJUTINA et al. 2010; VANREUSEL et al. 2010; MUTHUMBI & VINCX 1997).

TABELA 25 – Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade meiobentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Frequência de Ocorrência	Nº Táxons
FO <10%	22
10< FO <40%	21
40< FO <70%	8
FO >70%	7

5.3.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

A análise quantitativa revelou uma densidade média de 1857,22 Ind.10 cm⁻² para a meiofauna do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste. A heterogeneidade espacial entre as densidades da meiofauna pode ser explicada através de diversos fatores como, por exemplo, características sedimentares (granulometria, natureza do sedimento), fluxo de matéria orgânica e batimetria (FLEEGER; DECHO, 1987; LAMBSHEAD et al., 2002). O fundo marinho da área de estudo é composto majoritariamente por sedimentos lamosos, com maiores contribuições de silte. A quantidade de organismos da meiofauna pode estar associada à contribuição de matéria orgânica no sedimento. SOLTWEDEL et al. (2005) defendem que o fluxo de matéria orgânica da superfície para o mar profundo exerce um controle considerável no estoque da fauna bentônica. A bibliografia existente para nematofauna revela ainda que a mesma é mais afetada pela profundidade vertical ao longo do sedimento e pelas condições tróficas do que pelas diferenças batimétricas ou por outras variáveis associadas à área de estudo (INGELS et al., 2011).

Assim como na análise qualitativa, o grupo Nematoda se destacou dentre os organismos identificados, contribuindo com mais de 90% da densidade total (Tabela 26; Figura 32).

TABELA 26 - Valores de densidade (Ind.10 cm⁻²) da caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estações	Réplicas	Copepoda	Gastrotricha	Polychaeta	Tanaidacea	Ostracoda	Turbellaria	Filo Nematoda	Total
1	R1	0,00	0,00	111,46	31,85	7,96	39,81	2683,12	2874,20
	R2	0,00	0,00	95,54	7,96	0,00	15,92	2460,19	2579,62
	R3	0,00	0,00	167,20	7,96	0,00	15,92	2300,96	2492,04
2	R1	71,66	0,00	31,85	0,00	0,00	7,96	5541,40	5652,87
	R2	87,58	0,00	7,96	0,00	0,00	0,00	1488,85	1584,39
	R3	55,73	0,00	15,92	0,00	0,00	0,00	963,38	1035,03
3	R1	39,81	0,00	23,89	0,00	0,00	15,92	931,53	1011,15
	R2	15,92	0,00	15,92	0,00	0,00	7,96	1242,04	1281,85
	R3	23,89	0,00	7,96	0,00	0,00	15,92	1664,01	1711,78
4	R1	47,77	7,96	15,92	0,00	15,92	0,00	1600,32	1687,90
	R2	15,92	0,00	7,96	0,00	0,00	0,00	1409,24	1433,12
	R3	15,92	0,00	7,96	0,00	0,00	0,00	1767,52	1791,40

5	R1	87,58	0,00	23,89	0,00	0,00	0,00	740,45	851,91
	R2	79,62	0,00	47,77	7,96	0,00	0,00	843,95	979,30
	R3	167,20	0,00	15,92	0,00	0,00	0,00	708,60	891,72

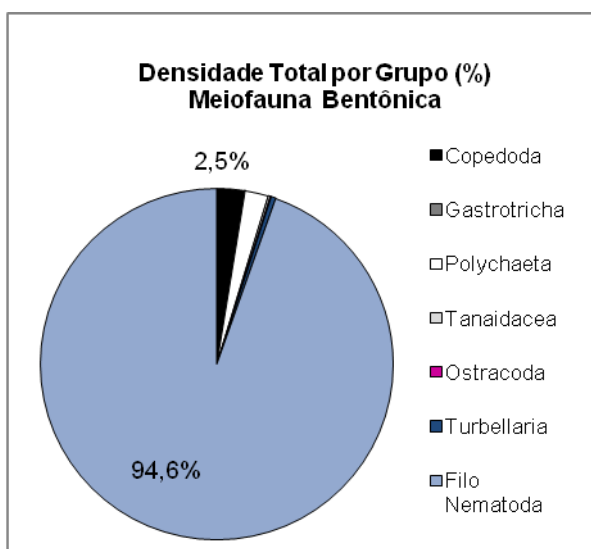


FIGURA 32 – Contribuição total (%) por grupo na densidade da meiofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Os resultados quantitativos da meiofauna da área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste oscilaram entre 0 Ind.10 cm⁻² e 5652,87 Ind.10 cm⁻². A composição por grupo/divisão da meiofauna ao longo de todas as estações analisadas demonstra a maior contribuição na densidade sendo do grupo Nematoda (**Figuras 33 e 34**).

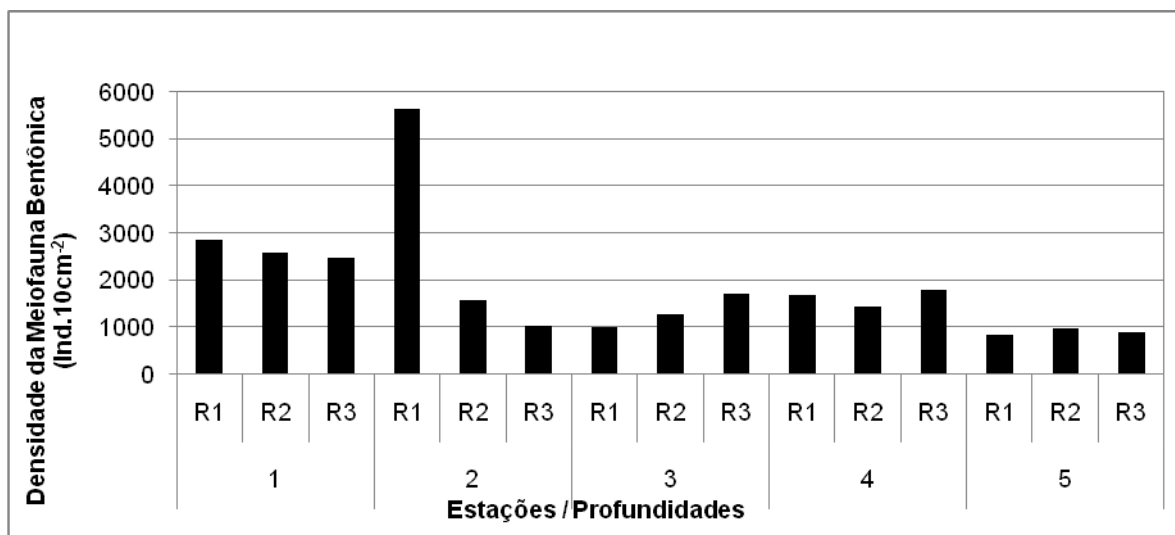


FIGURA 33 – Densidade média (ind.10cm⁻²) da meiofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

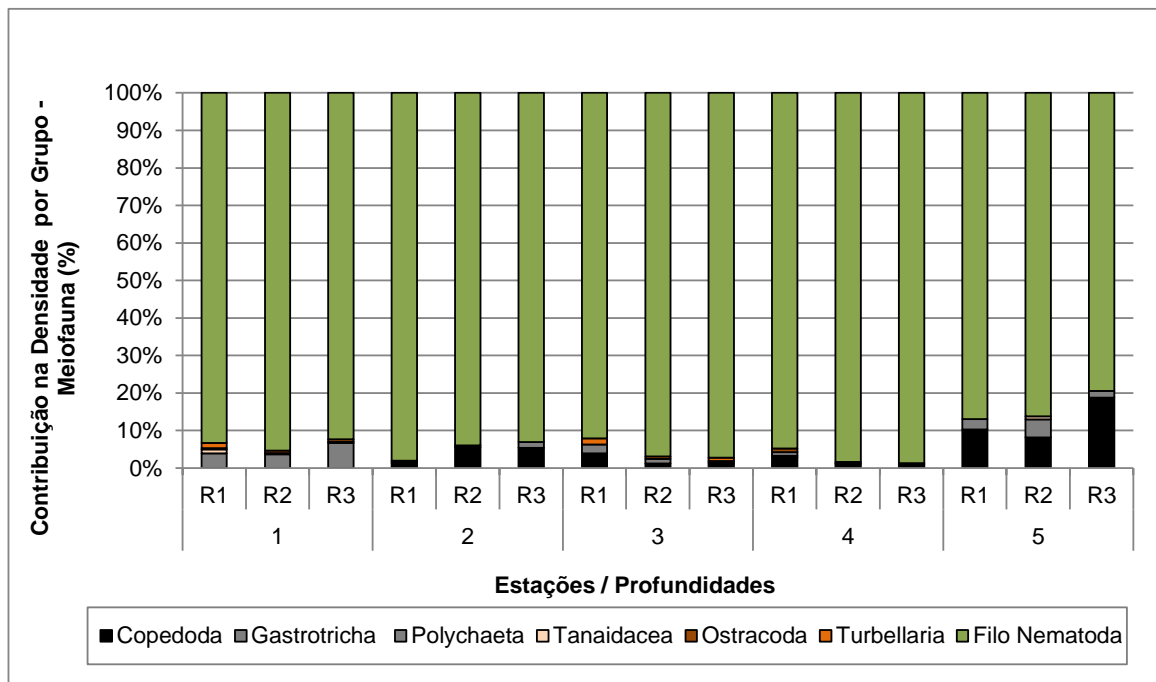


FIGURA 34 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

5.3.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS

Os índices biológicos para a comunidade de meiofauna bentônica do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste exibiram pequenas oscilações ao longo das estações e réplicas. A diversidade de Shannon variou entre 1,75 e 2,86 bits.Ind⁻¹, a equitabilidade entre 0,68 e 0,94 e a dominância entre 0,72 e 0,93 (Tabela 27; Figura 35).

TABELA 27 - Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica em cada amostra durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estações	Profundidade	Diversidade (H')	Equitabilidade (J')	Dominância (D)
1	R1	2,561	0,870	0,900
	R2	2,438	0,844	0,884
	R3	2,430	0,841	0,885
2	R1	1,751	0,683	0,718
	R2	1,890	0,761	0,760
	R3	1,985	0,799	0,786
3	R1	2,054	0,827	0,829
	R2	1,998	0,804	0,824
	R3	1,849	0,771	0,797
4	R1	2,830	0,930	0,930
	R2	2,753	0,935	0,925
	R3	2,755	0,936	0,926
5	R1	2,728	0,910	0,916
	R2	2,863	0,940	0,932
	R3	2,661	0,904	0,912

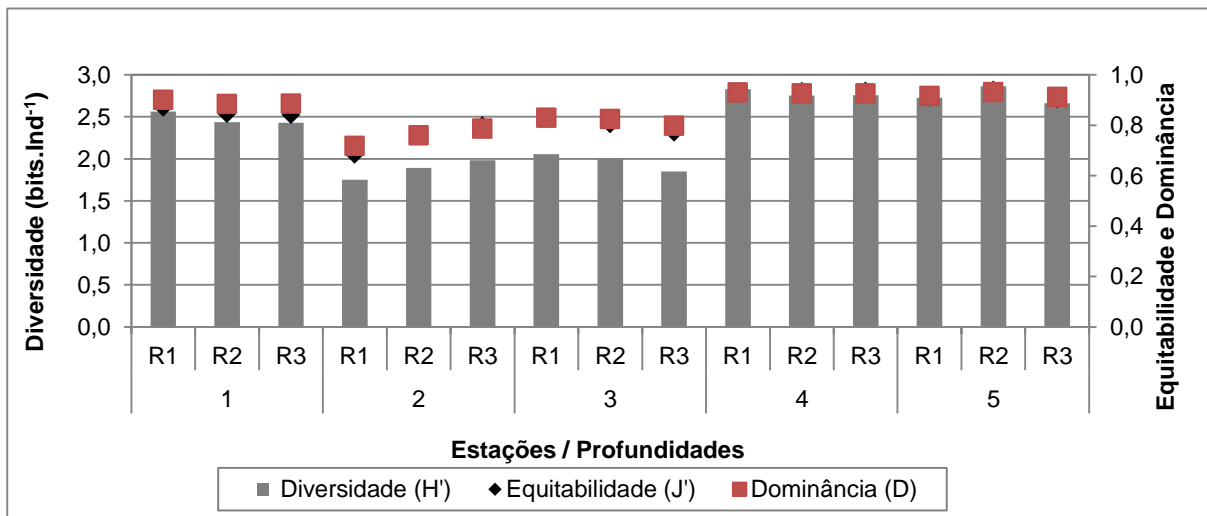


FIGURA 35 – Índices biológicos da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

A análise de similaridade realizada a partir dos resultados da meiofauna bentônica das estações do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste revelou a formação de cinco clados principais, separados, principalmente, em função de cada estação, com mais de 75% de similaridade entre as amostras. A exceção foi observada para a amostra 2a, isolada das demais possivelmente devido à elevada densidade de organismos identificados, especialmente do gênero *Thalassomonhystera*, o táxon da meiofauna mais abundante para a região do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste (Figura 36).

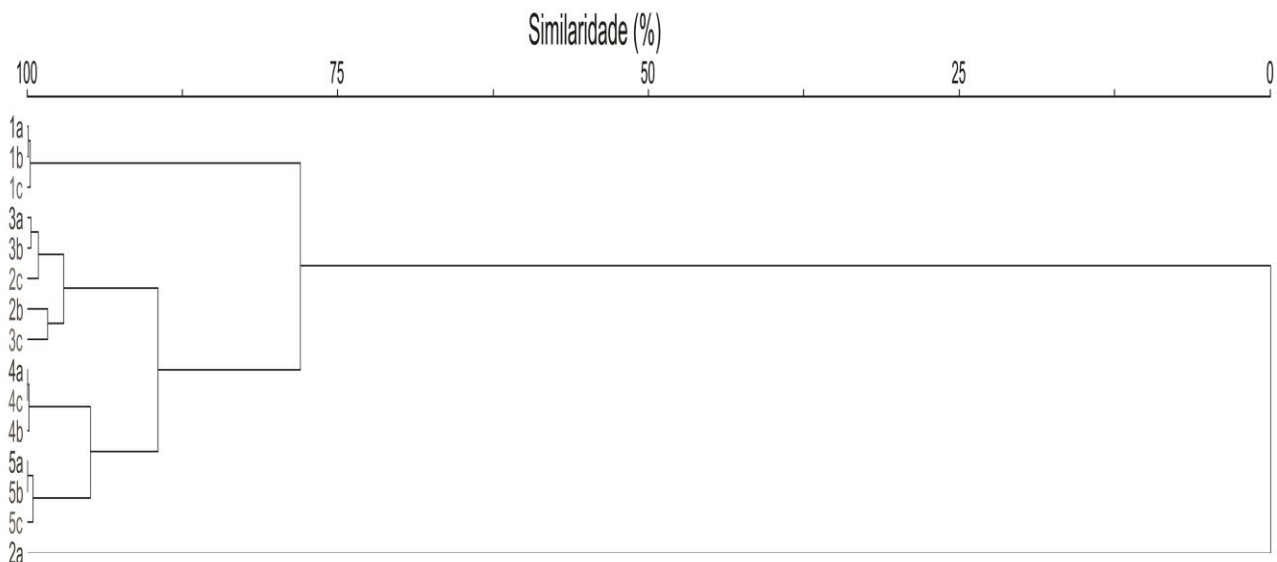


FIGURA 36 – Análise de agrupamento das amostras através do índice de similaridade de Bray–Curtis da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

5.4 INSPEÇÃO VISUAL DE FUNDO

A inspeção visual de fundo realizada através de imagens (*snapshots*) e vídeos feitos nos 5 pontos do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, contribuiu para a caracterização ambiental da região, permitindo a verificação da ausência de bancos biogênicos (principalmente corais de profundidade; **Figura 37; Anexo C**).

O fundo marinho na região do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste mostrou-se composto, majoritariamente, por sedimentos inconsolidados finos e de constituição visualmente homogênea. As imagens permitiram a observação de grande quantidade de carapaças (de coloração branca) de organismos não identificados, podendo estar inteiras ou em fragmentos. De acordo com as filmagens, a constituição sedimentar possui aspecto lamoso (característica confirmada através dos resultados granulométricos), com coloração variando de marrom a cinza claro. Cabe ressaltar que a ressuspensão sedimentar visualizada na maioria das imagens é atribuída à aterrissagem do equipamento junto ao fundo (**Figura 36**).



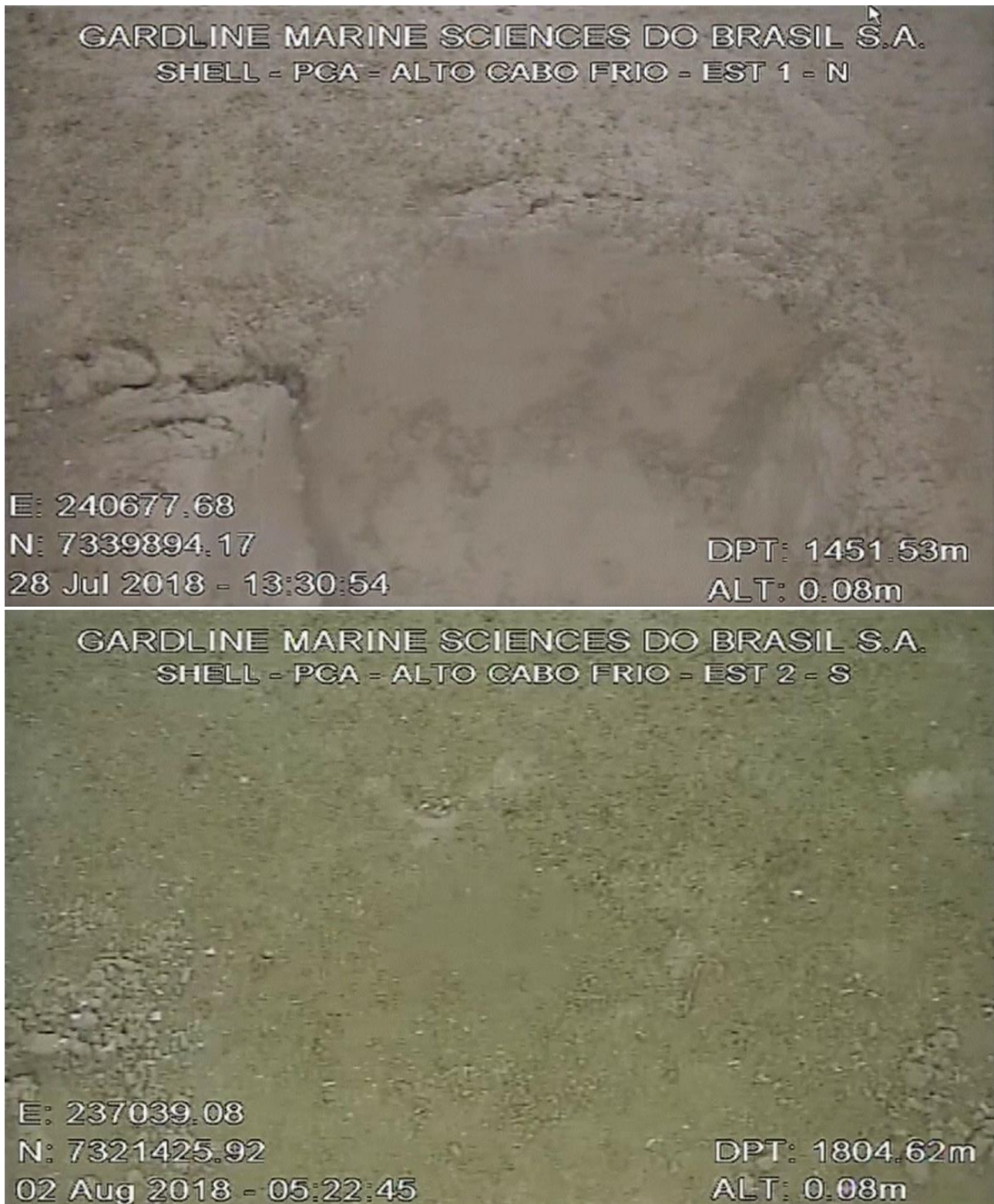


FIGURA 37 – Exemplos de imagens do fundo marinho obtidas com *dropcam*, durante a campanha de caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

5.5 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

5.5.1 TEMPERATURA, SALINIDADE E DENSIDADE DA ÁGUA

Estrutura da coluna d'água

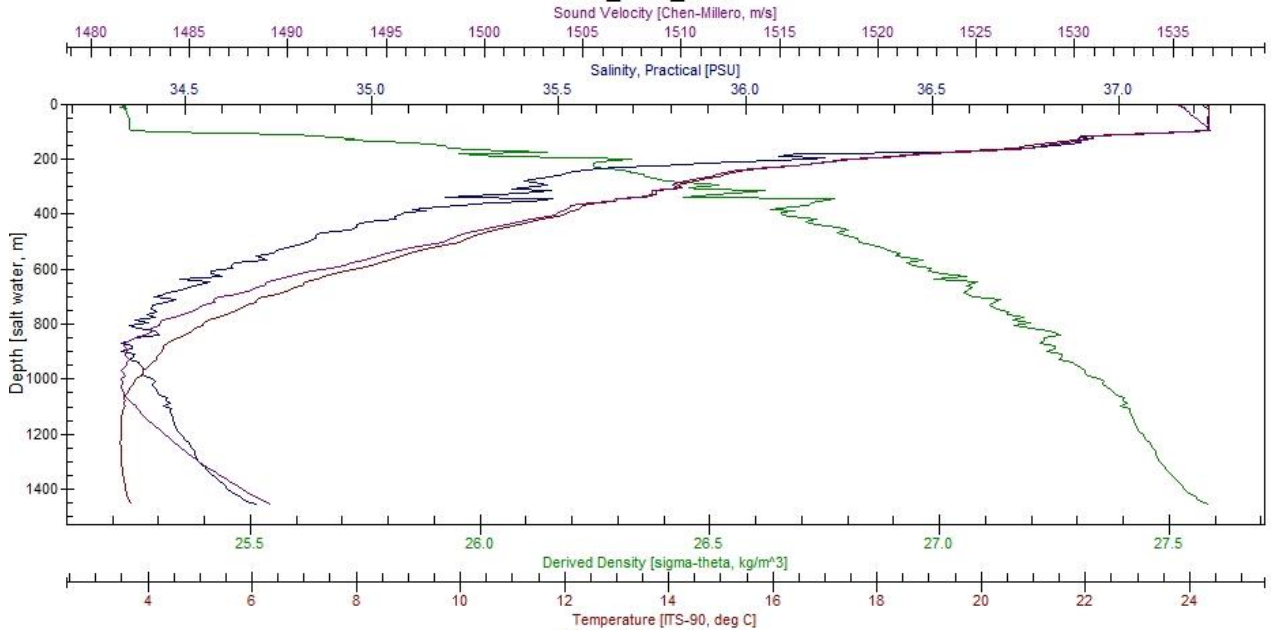
A análise dos dados de temperatura, salinidade e densidade, obtidos com CTD permite identificar as diferentes massas d'água presentes em determinada região e suas respectivas características (BOLTOVSKOY, 1981; TOMMASI, 1994; BRAGA & NIENCHESKI, 2006).

Os perfis de salinidade e temperatura das 5 estações amostradas no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste evidenciaram uma termoclina com início em torno de 100 m de profundidade em todos os pontos amostrais. Cabe ressaltar que em cerca de 900 m de espessura da coluna d'água as temperaturas voltaram a se estabilizar. Em superfície, a temperatura observada oscilou entre 23,52 e 24,38 °C, seguindo homogênea até o início da termoclina, quando desencadeou um decréscimo contínuo até atingir valores próximos a 4,5 °C, no final da termoclina, mantendo-se com valores em torno de 4 °C até o final dos perfis (**Figura 38**).

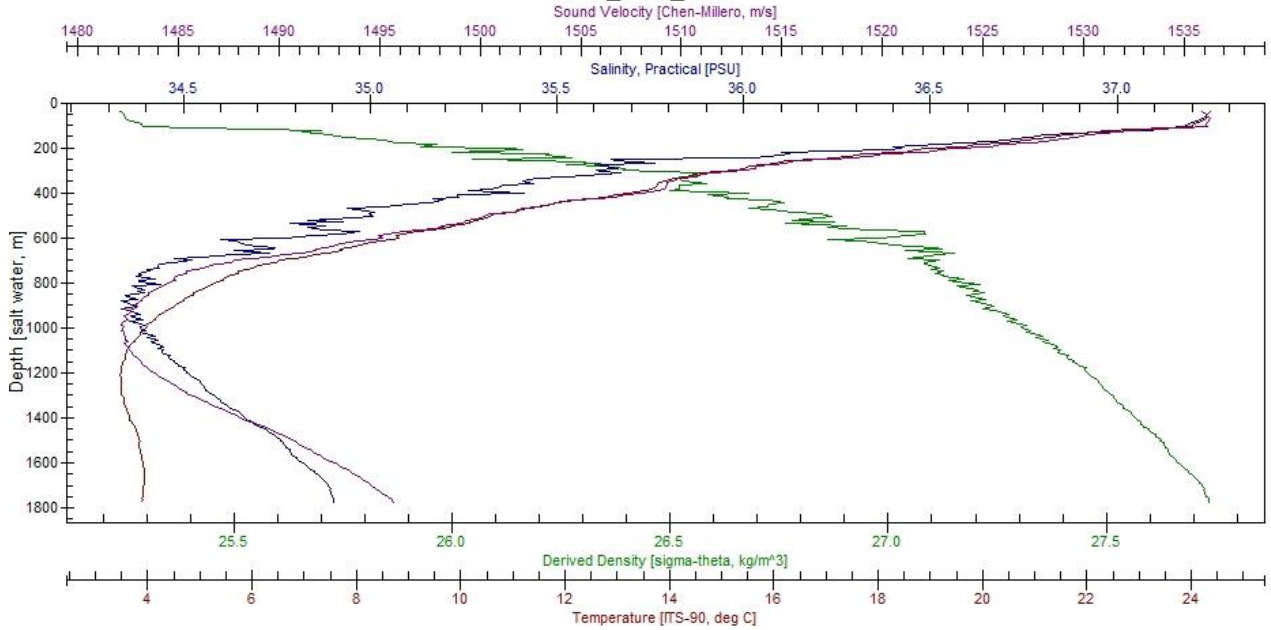
Observa-se que os valores de temperatura e salinidade exibiram taxa de variação similar ao longo da coluna d'água, ambos com máximos registrados em superfície. Os valores mínimos de salinidade foram computados no final da termoclina (900 metros), onde voltaram a aumentar. Já os menores registros de temperatura estiveram na profundidade de 1600 metros (4 °C). Em superfície, a salinidade variou de 36,85 a 37,24 e a partir de, aproximadamente, 900 m de profundidade, os valores caíram para cerca de 34,4. Os resultados de densidade evidenciaram o maior valor na profundidade em torno de 1600 m (27,67 sigma-theta, kg.m⁻³) e o mínimo em superfície (25,16 sigma-theta, kg.m⁻³) (**Figura 38**).

Os valores de temperatura, salinidade e densidade encontrados no presente estudo foram coerentes com aqueles reportados pela literatura existente para águas oceânicas da Bacia de Santos. A salinidade exibiu comportamento similar ao da temperatura, com maiores valores em superfície, diminuindo em direção ao fundo. Já os resultados de densidade foram inversamente proporcionais aos de temperatura e salinidade (LEVITUS & BOYER, 1994).

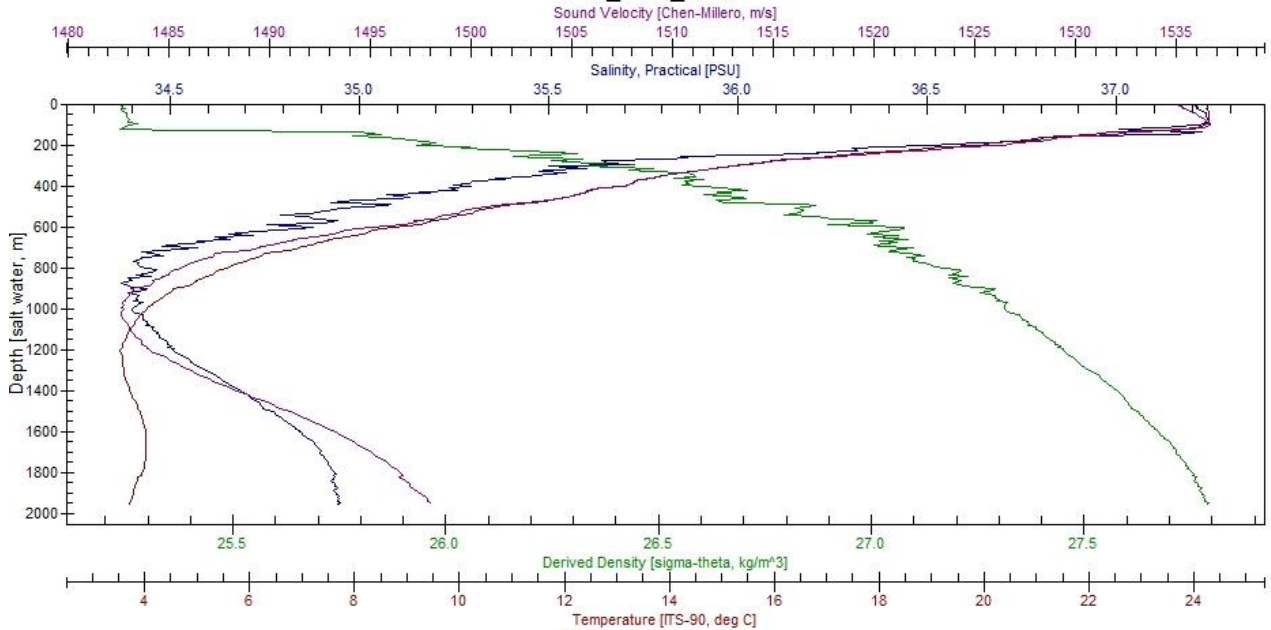
ACF_STN_1.cnv



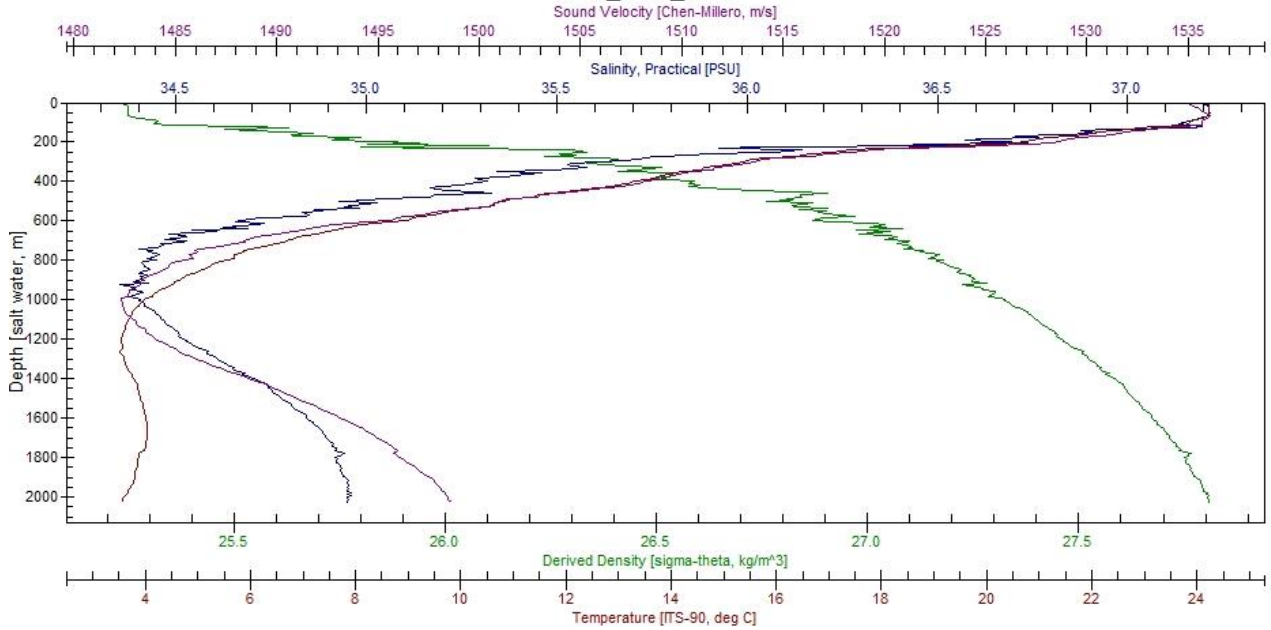
ACF_STN_2.cnv



ACF_STN_3.cnv



ACF_STN_4.cnv



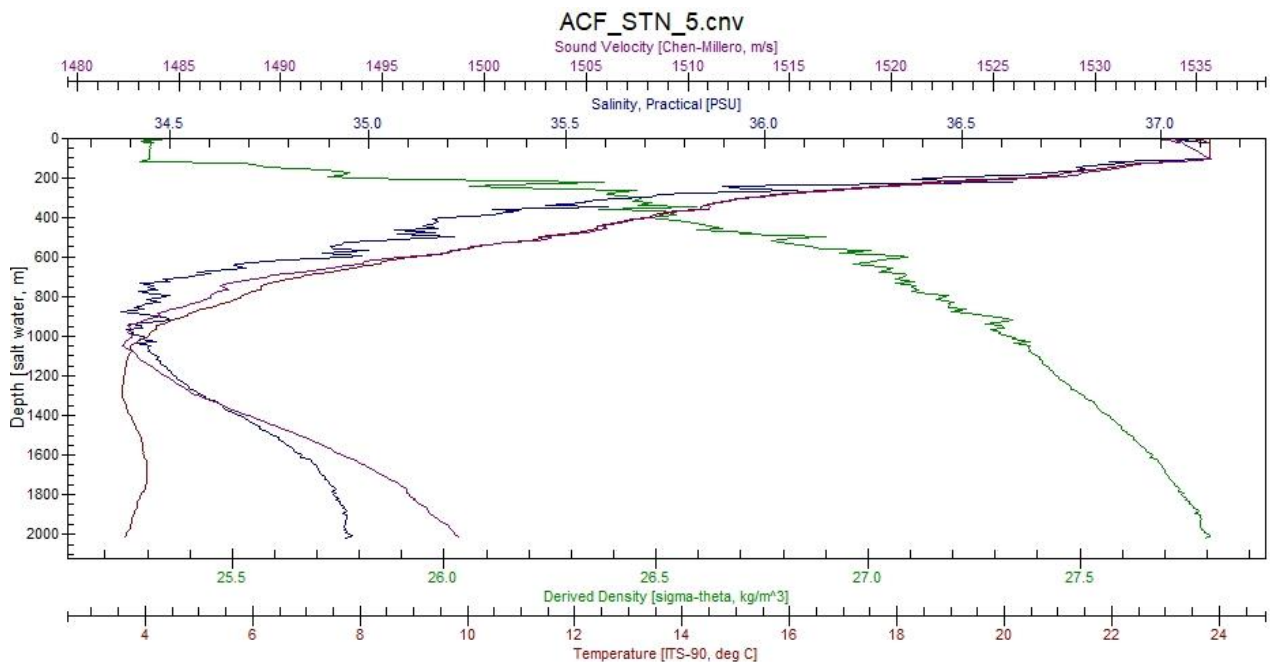


FIGURA 38 – Perfis de temperatura salinidade, densidade em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

A caracterização das massas d'água de determinada área está diretamente relacionada com o conhecimento dos diferentes índices termohalinos distribuídos ao longo da coluna d'água. A **Tabela 29** a seguir apresenta as cinco massas d'água principais, que de acordo com a bibliografia existente, são frequentes na região oceânica do Atlântico Sul (FUNDESPA, 1994; LIMA, 1997; CASTRO & MIRANDA, 1998). A análise dos resultados não permitiu a identificação precisa da chamada Água de Mistura (AM), cujos limites não estavam bem definidos nos perfis gerados. Tal cenário pode ser reflexo da época de realização da campanha (inverno), com condições de vento e mar que podem ter influenciado a distribuição das massas ao longo da coluna d'água.

A Água Tropical (AT), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e a Água Intermediária Antártica (AIA) foram identificadas em todas as estações, porém ligeiramente mais profundas do que reportado na literatura existente. Alguns autores defendem a existência da pequena influência da sazonalidade na distribuição vertical de massas d'água em regiões oceânicas e de plataforma na costa brasileira. SILVA et al. (2005), em estudo na seção equatorial oeste do Atlântico, observaram um afundamento no topo da AIA na região estudada, durante o inverno. Um outro levantamento realizado no ambiente marinho próximo ao Espírito Santo também apontou influências sazonais no posicionamento das massas d'água ao longo da coluna d'água. Tal estudo identificou que no inverno e na primavera as massas d'água estavam mais densas do que no verão e no outono (PRATA, 2007). A Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) não foi identificada nas amostragens realizadas no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste (**Tabela 28**) (CASTRO & MIRANDA, 1998).

TABELA 28 – Caracterização das principais massas d’água através da comparação entre os limites termohalinos e as profundidades encontrados no presente estudo com aqueles da literatura existente para a região oceânica da Bacia de Santos.

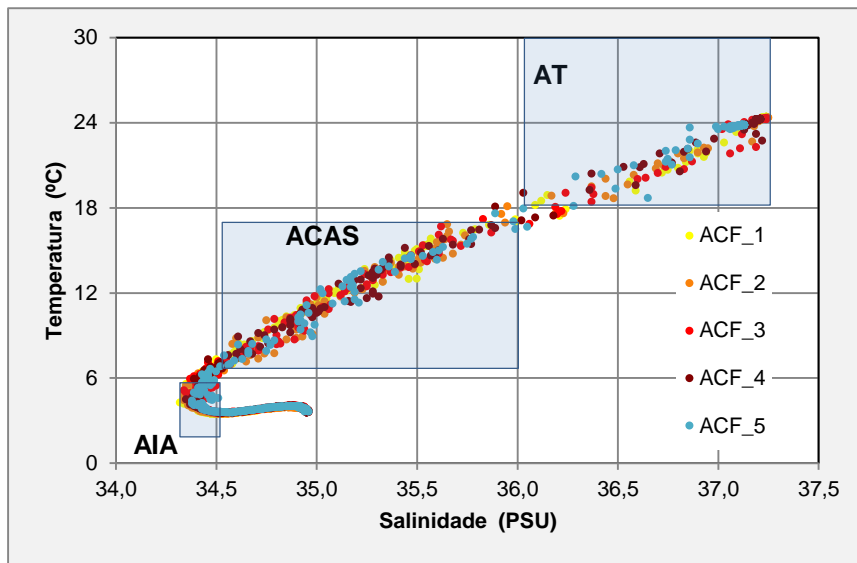
Massas d’água	Região Oceânica - Bacia de Santos					
	Temperatura (°C)		Salinidade		Profundidade aproximada (m)	
	*	**	*	**	*	**
Água de Mistura (AM)	>18,00	-	34,00-36,00	-	10,00	-
Água Tropical (AT)	>18,00	18,05-24,38	>36,00	36,03-37,25	0,00-170,00	3,73-232,50
Água Central do Atlântico Sul (ACAS)	6,00-18,00	6,22-17,60	34,50-36,00	34,50-35,99	170,00-590,00	206,93-738,75
Água Intermediária Antártica (AIA)	2,75-5,00	3,48-4,99	34,10-34,50	34,32-34,50	590,00-1100,00	815,48-1215,05
Água Profunda do Atlântico Norte (APAN)	2,04-3,31	-	34,59-34,87	-	>1100,00	-

*Compilação de dados de FUNDESPA (1994); LIMA (1997); CASTRO & MIRANDA (1998)

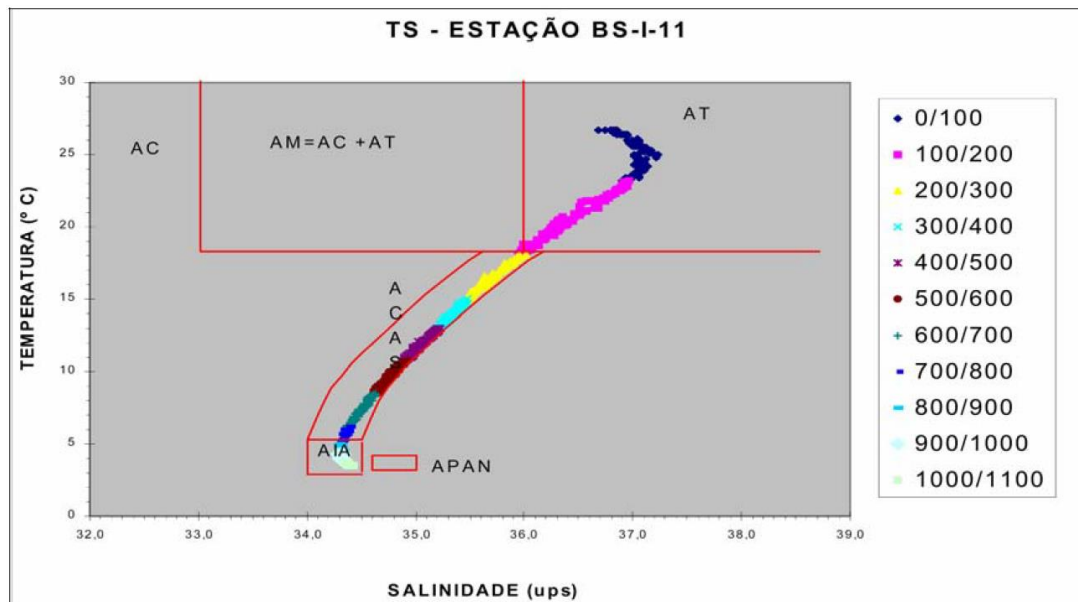
**Atual estudo

Os diagramas TS apresentados abaixo destacam as massas d’água identificadas no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste e aquelas apresentadas em estudos pretéritos em regiões oceânicas, também na Bacia de Santos (PETROBRAS, 2006; 2013). A presença da massa d’água AT pode ser observada em todos os diagramas, caracterizando um padrão geral para a Bacia de Santos. Ela ocorre próximo a superfície do oceano, podendo estar em contato com a atmosfera e, conseqüentemente, sofrer influência das variações climáticas das regiões por onde passa (SVERDRUP et al., 1942; PETROBRAS, 2006). A ACAS também é comumente encontrada na região, situada entre a AT e a AIA, pode estar associada a eventos de aumento da produção primária, já que é rica em nutrientes (PETROBRAS, 2006) (**Figura 39**).

A análise conjunta das curvas dos diagramas TS evidencia coerência entre as variações de temperatura e salinidade relacionadas às massas AT, ACAS e AIA, estando os valores dentro dos limites encontrados para a região por diversos autores (PETROBRAS, 2006; 2013; PEG & AS, 2002; PETROBRAS/HABTEC, 2003; WOA09, 2013). Cabe destacar que o limite inferior da AIA não esteve bem definido, o que dificultou a interpretação do correto posicionamento do final dessa massa e início da APAN (**Figura 39**).



A



B

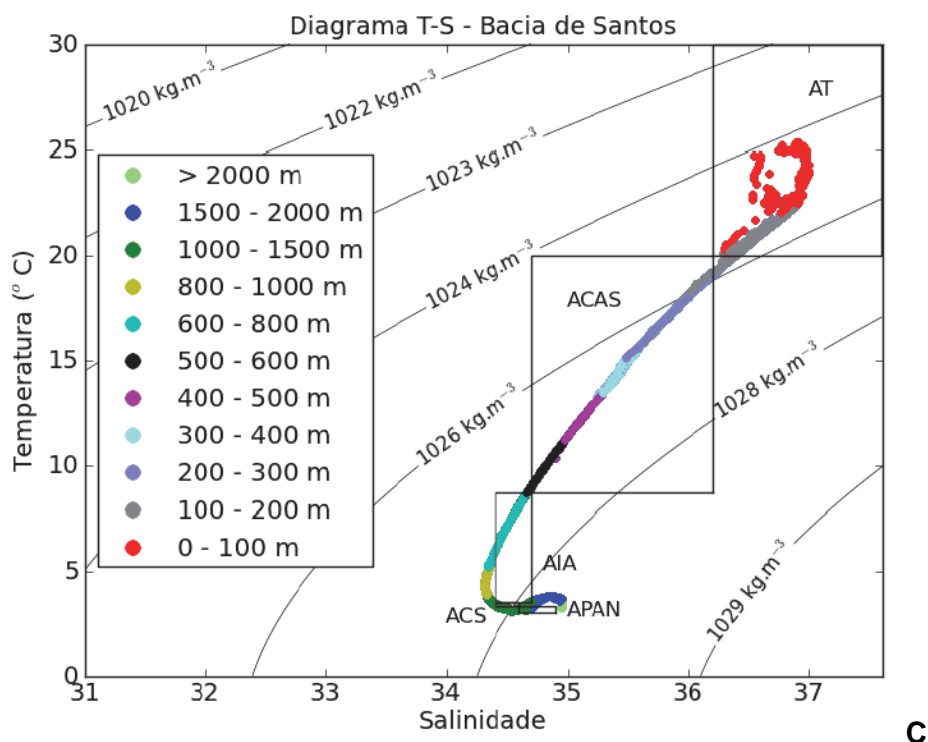


FIGURA 39 – A) Diagrama T&S a partir dos resultados de cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos; ; B) Diagrama TS obtido a partir de dados adquiridos durante campanha oceanográfica (PETROBRAS, 2006), realizada na porção central Bacia de Santos, em profundidade de lâmina d’água superior a 2500 m; C) Diagrama TS obtido a partir de dados também adquiridos na Bacia de Santos. As isolinhas representam os valores de densidade (WOCE, 2013).

5.5.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PH

A média geral de OD, considerando todas as profundidades e estações amostradas no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste foi de $5,91 \text{ mg.L}^{-1}$ (variando entre $4,60 \text{ mg.L}^{-1}$ e $7,50 \text{ mg.L}^{-1}$). As variações encontradas não indicaram padrões latitudinais expressivos, já que todas as estações apresentaram uma tendência de oscilação bem semelhante umas das outras (**Figura 40**).

A análise de oxigênio dissolvido deve considerar vários fatores que podem influenciar sua concentração na água do mar. Por exemplo, a transferência/dissolução do oxigênio da atmosfera para o oceano, o aquecimento ou resfriamento da água, os processos biológicos de produção (fotossíntese) e consumo (respiração dos organismos pelágicos) de oxigênio, a velocidade do vento, a camada de mistura, a precipitação pluviométrica, dentre outros. Ou seja, a ocorrência de valores abaixo do mínimo recomendado pela Resolução CONAMA 357/05 (CONAMA 430/2011) para Águas Salinas Classe 1 ($6,0 \text{ mg.L}^{-1}$) pode remeter a inúmeras causas, inclusive a características naturais locais, não sendo indicativo de potenciais alterações ambientais.

Além disso, cabe destacar que estudos pretéritos realizados na Bacia de Santos também encontraram valores de oxigênio dissolvido abaixo do limite mínimo supracitado ($5,8$ e $8,4 \text{ mg.L}^{-1}$) (PETROBRAS, 2006). Destaca-se ainda o estudo de NIENCHESKI et al. (1999), considerado referência para a região sul-sudeste do Brasil. Os autores apontam valores de oxigênio dissolvido obtidos durante o inverno, variando de $2,8 \text{ mg.L}^{-1}$ a $5,8 \text{ mg.L}^{-1}$. Já em trabalho desenvolvido na região ultraprofunda da Bacia de Santos, o OD variou de $4,76 \text{ mg.L}^{-1}$ a $7,97 \text{ mg.L}^{-1}$ (PETROBRAS/HABTEC, 2003). Apesar dos resultados da atual campanha não permitirem avaliar os valores de oxigênio dissolvido em termos de sazonalidade, nota-se que eles estão inseridos na faixa de variação da bibliografia consultada.

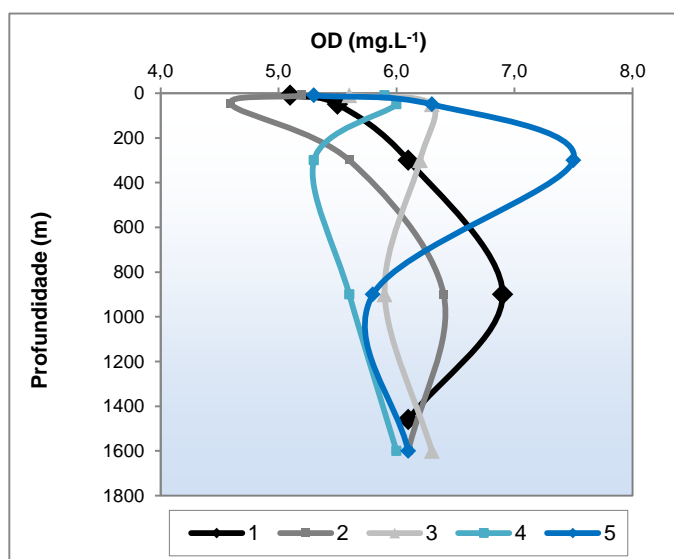


FIGURA 40 – Oxigênio dissolvido (OD) (mg.L^{-1}) em cada estação durante as caracterizações ambientais do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Os valores de pH aqui encontrados foram ligeiramente inferiores (6,46 a 7,29) do que aqueles reportados pela literatura, que diz que, em águas oceânicas, o pH pode oscilar entre 7,9 e 8,4 (**Figura 41**). Entretanto, em uma busca bibliográfica mais específica para a região estudada, a variação de pH observada no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste esteve dentro da faixa de oscilação reportada por MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) (6,9 a 8,4), por exemplo. Geralmente, o pH médio dos oceanos é em torno de 8,2, ou seja, levemente básico. De acordo com a Resolução CONAMA 357/05 (CONAMA 430/2011) para Águas Salinas Classe 1, os valores de pH oscilam na faixa entre 6,5 e 8,5, inclusive dentro da zona de mistura. As variações desse parâmetro na água do mar podem estar associadas a diferentes fatores, como, por exemplo, oxidação de matéria orgânica, produção primária e incorporação de CO₂ atmosférico pelo sistema marinho (BRAGA & NIENCHESKI, 2006). As trocas entre a atmosfera e o oceano podem fazer com que o equilíbrio dos íons CO₂, HCO₃³⁻ e CO₃²⁻ seja alterado, modificando os valores de pH do meio (AMINOT & CHAUSSEPIED, 1983).

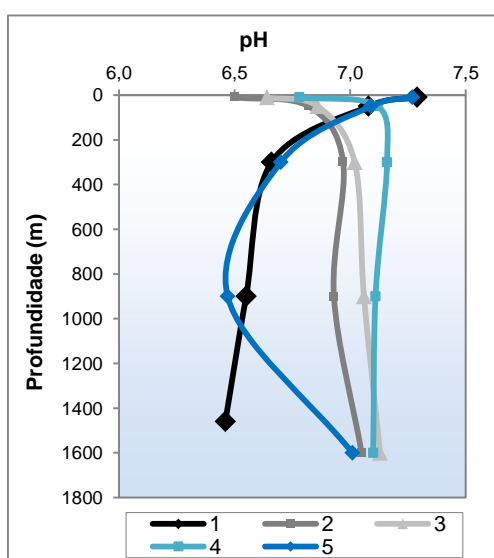


FIGURA 41 – Potencial hidrogeniônico(pH) em cada estação durante as caracterizações ambientais do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

5.5.3 TRANSPARÊNCIA

A transparência da água no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste foi mensurada *in situ* através do Disco de Secchi. A transparência dos oceanos está diretamente relacionada com a turbidez e com as partículas na água, porém sofre influência de diversos fatores como incidência solar (variando em função da localização, estação do ano e horário), cor da água, descarte de efluentes, entre outros. FERRARESE (2009) destacou que em oceano aberto a transparência da água sofre forte influência da produção primária. No atual estudo, as medições para esse parâmetro foram realizadas somente nas estações 1, 2 e 3, já que tal procedimento depende de luminosidade e nos demais pontos amostrais as coletas ocorreram durante a noite. A média observada foi de 16,33m. Os maiores valores observados nas estações 2 e 3 podem estar associados ao período do dia em que foram realizados os lançamentos do Disco de Secchi, ou seja, nos primeiros horários da manhã (**Figura 42**).

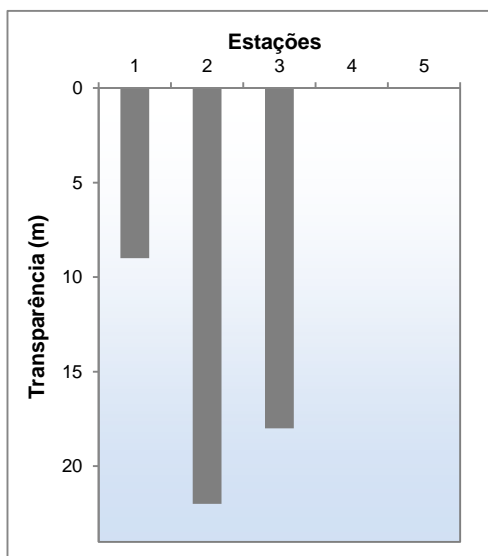


FIGURA 42 – Transparência (m) em cada estação durante as caracterizações ambientais do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

5.5.4 SÓLIDOS TOTAIS, DISSOLVIDOS E EM SUSPENSÃO

As partículas orgânicas e inorgânicas, bem como partículas biogênicas, organismos vivos (fitoplâncton, bactérias e demais organismos) e mortos (material detritico) e partículas minerais são as partes constituintes dos sólidos na água. Os Sólidos em Suspensão Totais (SST), também conhecidos como Material Particulado em Suspensão (MPS), referem-se às partículas presentes na água de 1,2 μm . Por outro lado, partículas inferiores a este tamanho correspondem aos Sólidos Dissolvidos Totais (SDT). A soma destas duas frações constitui os Sólidos Totais.

Na **Figura 43** é possível observar que os sólidos totais são constituídos em sua maioria pelos sólidos dissolvidos, que englobam todos os íons dissolvidos na água do mar, principalmente Cl^- e Na^+ . Deste modo, na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste Oeste – Bacia de Santos, os valores de sólidos em suspensão variaram entre 4,48 e 8,24 mg.L^{-1} com média de 6,10 mg.L^{-1} e os resultados de sólidos dissolvidos oscilaram entre 34,50 e 35,13 g.L^{-1} e média de 35,13 g.L^{-1} , tendo os valores de sólidos totais correspondido a estes mesmos valores, uma vez que diferenças fora observadas apenas na terceira casa decimal em decorrência dos sólidos em suspensão.

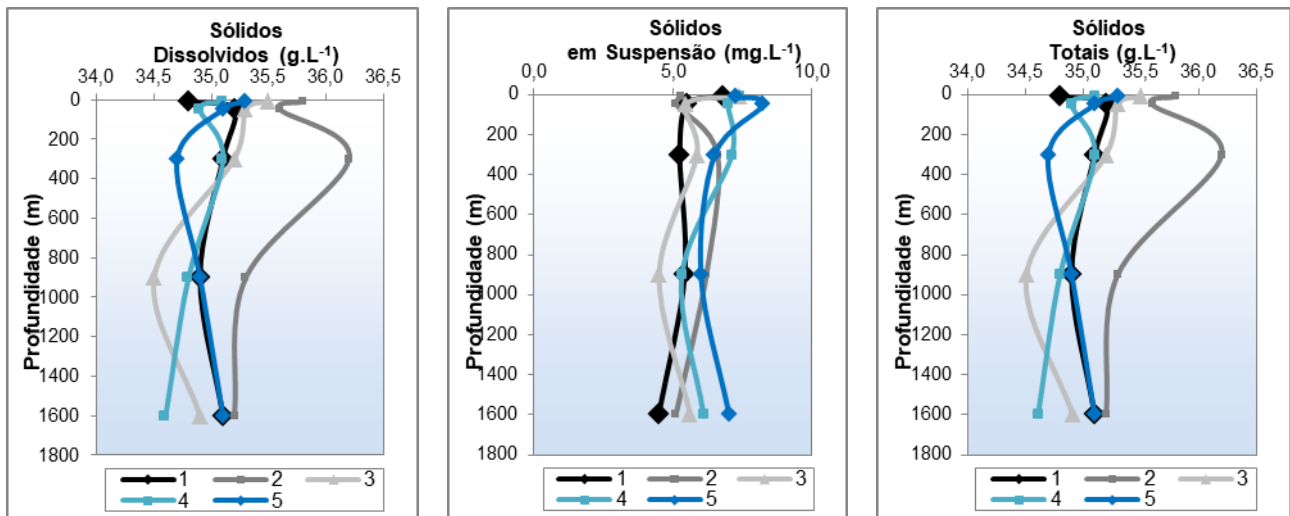


FIGURA 43 – Sólidos totais, dissolvidos (g.L⁻¹) e em suspensão (mg.L⁻¹) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.

MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) detectaram concentrações de sólidos em suspensão na Bacia de Santos com pouca variação, com valores entre 1,1 e 1,3 mg.L⁻¹. Por outro lado, com relação aos sólidos dissolvidos, os valores oscilaram entre 32 e 44 g.L⁻¹, sendo observada uma tendência de redução com a profundidade, o que também foi observada nos resultados da Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste.

5.5.5 CARBONO ORGÂNICO TOTAL

O Carbono Orgânico Total (COT) é um importante parâmetro ambiental, pois é um indicador geral da contribuição orgânica nas águas, sendo esta tanto de origem natural quanto antrópica. O COT representa as frações dissolvida e particulada, e sua concentração pode ser influenciada por processos físicos, como advecção ou difusão entre massas d'água, como migração vertical e excreção de organismos.

As concentrações de COT no Bloco Alto de Cabo Frio estiveram entre 1,26 e 2,58 mg.L⁻¹, com valor médio de 1,61 mg.L⁻¹. Todas as estações apresentaram perfil similar com maiores concentrações na superfície com redução nas camadas mais profundas (**Figura 44**). Assim, os valores estiveram enquadrados no limite preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 para Águas Salinas Classe 1 de 3,0 mg.L⁻¹.

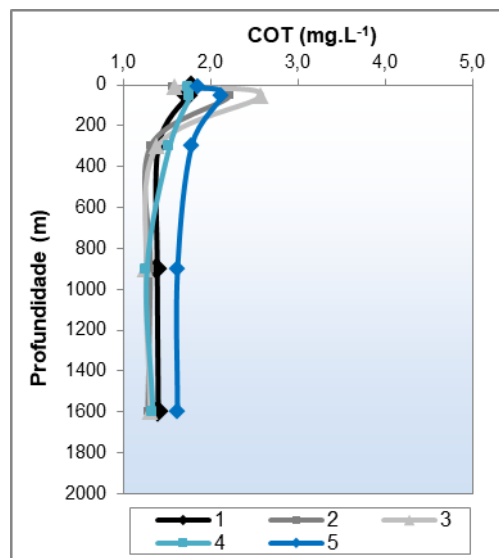


FIGURA 44 – Carbono Orgânico Total (mg.L⁻¹) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.

Esta redução das concentrações de COT com a profundidade pode estar associada a degradação da matéria orgânica em águas profundas, o que foi observado por PETROBRAS (2013) na Bacia de Campos. Na Bacia de Santos, PETROBRAS/HABITEC (2003) detectou concentrações inferiores às observadas no presente estudo com valores menores que 1 mg.L⁻¹.

5.5.6 NUTRIENTES (SÉRIE NITROGENADA, FOSFATO E SILICATO)

Apesar de vários elementos serem necessários para sustentar a vida, em oceanografia é tradicional o uso do termo “nutriente” para designar o nitrogênio (nitrato), o fósforo e o silicato, cujas distribuições são determinadas majoritariamente pela atividade biológica. Em águas oceânicas os macronutrientes nitrogênio e fósforo são encontrados em baixas concentrações (condições oligotróficas), tendo papel de limitantes para a produção primária (fitoplâncton). O presente estudo aborda as formas dissolvidas de nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e fósforo, os dois últimos íons são os que apresentam maiores concentrações no ambiente oceânico e constituem as principais formas disponíveis para a utilização pelo fitoplâncton. O silicato, também age como limitante às células planctônicas, mais especificamente para diatomáceas (fitoplâncton) e radiolária (zooplâncton), por comporem os esqueletos desses organismos (HARRISON, 1999).

Na análise nitrogenada nas estações do Bloco Alto de Cabo Frio, não foi possível encontrar concentrações acima do limite de quantificação da amostra para nitrito e nitrogênio amoniacal, o que pode estar associado ao padrão oligotrófico das águas oceânicas, assim como à instabilidade destes compostos, quando comparados ao nitrato. Já este composto apresentou concentrações que oscilaram de abaixo do limite de quantificação à 0,445 mg.L⁻¹.

A Resolução CONAMA 357 recomenda para águas salinas classe 1 valores de nitrato abaixo de $0,40 \text{ mg.L}^{-1}$, deste modo na maioria das amostras coletadas nas profundidades de 900 e 1600 m foram detectadas concentrações acima desse limite (**Figura 45**). Foi observado um aumento das concentrações de nitrato com a profundidade o que pode estar associado à presença de massas d'água mais ricas em nutrientes (por exemplo, ACAS e AIA), além disso, à redução do consumo destes nutrientes por organismos fitoplanctônicos.

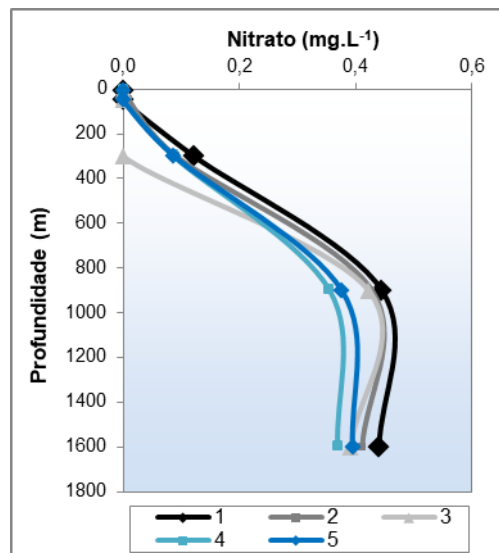


FIGURA 45 – Nitrato (mg.L^{-1}) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.

Em estudos realizados previamente na Bacia de Santos, as concentrações apresentaram baixos valores que estiveram entre $0,066$ e $0,835 \text{ mg.L}^{-1}$ (ou $1,06$ a $13,50 \mu\text{mol.L}^{-1}$), estando os presentes resultados dentro desta faixa de variação. Nestes estudos, observou-se um comportamento similar para as concentrações de nitrato, aumentando em profundidade, com máximo na profundidade típica de AIA (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002).

No trabalho de PETROBRAS/HABTEC (2003) foram observadas concentrações de nitrito variando entre não detectadas e cerca de $4 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (ou $0,184 \text{ mg.L}^{-1}$). As concentrações até 100 m mantiveram-se como não detectadas, porém, a partir da AIA observa-se incremento. Para toda a Bacia de Santos verifica-se a tendência a baixas concentrações de nitrito (entre $0,002 \text{ mg.L}^{-1}$ ou $0,043 \mu\text{mol.L}^{-1}$ e $0,070 \text{ mg.L}^{-1}$ ou $1,52 \mu\text{mol.L}^{-1}$, com predominância de concentrações inferiores a $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$ ou $0,88 \mu\text{mol.L}^{-1}$) (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002).

Já para nitrogênio amoniacal, estudos demonstraram uma variação grande das concentrações na Bacia de Santos com valores entre $0,031$ a $0,186 \text{ mg.L}^{-1}$ (PETROBRAS/HABITEC, 2003) e $0,003$ e $0,060 \text{ mg.L}^{-1}$ (MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002), tendo este identificado concentrações menores em superfície e maiores no fundo.

Com relação ao fósforo, este elemento químico possui uma distribuição controlada por processos biológicos e físicos, como pelo fitoplâncton na forma de fosfato (fração inorgânica), durante o processo da fotossíntese,

pela sua transformação para fósforo orgânico através do consumo do fitoplâncton pelo zooplâncton, bem como por aporte de fosfato de origem terrestre para o ambiente marinho (MILLERO, 1996). Como fonte antrópica para o meio marinho cita-se efluentes domésticos, bem como uso de polímeros no tratamento e inibição de incrustação (SEGUI, 2009).

A concentração de fosfato apresentou comportamento bastante similar a do nitrato, tendo em vista que houve, em geral, um aumento dos valores com a profundidade, o que pode estar associado ao consumo pelo fitoplâncton na zona fótica. Os resultados oscilaram entre abaixo do limite de quantificação do método e $0,069 \text{ mg.L}^{-1}$, com um valor médio de $0,020 \text{ mg.L}^{-1}$ (**Figura 46**).

Estes resultados estiveram de acordo com o observado no levantamento feito por MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) para toda a Bacia de Santos, no qual as concentrações de fosfato oscilaram entre não detectado até $0,165 \text{ mg.L}^{-1}$.

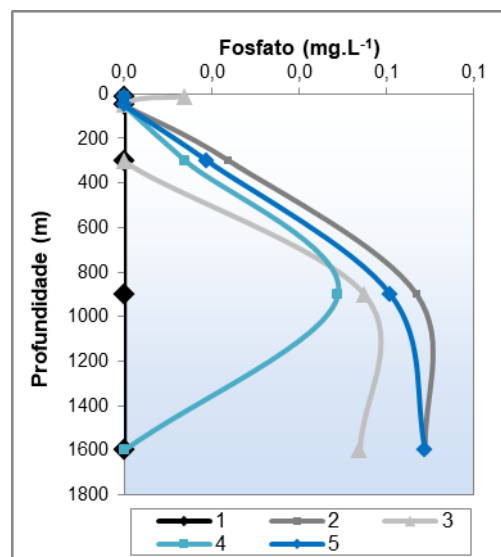


FIGURA 46 – Fosfato (mg.L^{-1}) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.

Analisar o silicato na água do mar é importante para entender possíveis limitações do meio para o desenvolvimento do plâncton, uma vez que o silício faz parte da composição das frústulas das diatomáceas, dos silicoflagelados e os esqueletos dos radiolários. A origem deste elemento no ambiente marinho ocorre pelo intemperismo de minerais como quartzo, feldspato e outros minerais clásticos, que chegam ao mar através de rios e do vento (MILLERO, 1996).

As concentrações de silicato variaram entre abaixo do limite de quantificação da amostra e $0,803 \text{ mg.L}^{-1}$. Como pode ser observado na **Figura 47**, houve um aumento das concentrações com a profundidade, o que pode estar relacionado com o enriquecimento a partir das massas d'água ACAS ou AIA.

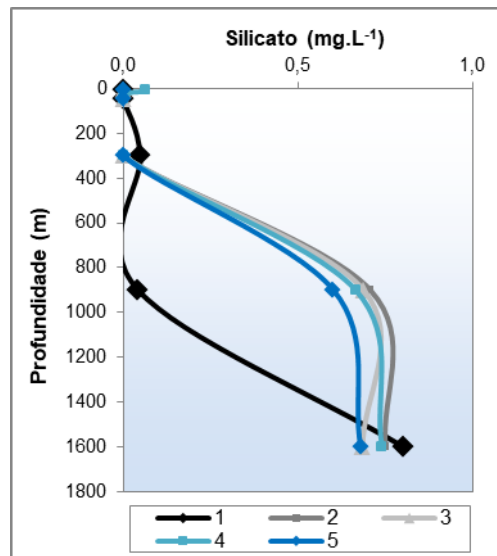


FIGURA 47 – Silicato (mg.L⁻¹) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.

PETROBRAS/HABTEC (2003), estudando alguns blocos da Bacia de Santos, encontraram concentrações entre 0,69 e 3,45 mg.L⁻¹. Já MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) as concentrações estiveram em torno de 0,1 mg.L⁻¹. Deste modo, os presentes dados estiveram dentro da faixa de resultados observados em estudos pretéritos.

Deste modo, as concentrações de nutrientes observadas no presente estudo foram condizentes com o observado em estudos para a região bem como de acordo com o observado para águas oceânicas profundas. A maioria das amostras apresentou concentrações abaixo do limite de quantificação em superfície, apresentando um gradiente vertical com maiores valores em no fundo, o que pode indicar o consumo pelo fitoplâncton (produção primária) nas camadas superficiais da coluna d'água. Este comportamento já foi observado nos estudos observados na Bacia de Santos, bem como em ecossistemas similares como a Bacia de Campos, podendo citar PETROBRAS (2001), CHEVRON/ECOLOGUS (2006) e PEDROSA *et al.* (2006).

5.5.7 CLOROFILA-a

A clorofila-a é um pigmento fotossintético presente em todas as espécies do fitoplâncton, servindo como indicação indireta de biomassa fitoplanctônica (CIOTTI, 2005). Devido à característica oligotrófica das águas oceânicas, não são comuns altas concentrações do pigmento nesse ambiente, onde elevações nas concentrações se relacionam comumente a *blooms* algais (LONGHURST, 1993).

Como a luz funciona como um fator limitante à produção primária a análise de clorofila-a apenas ocorreu até o estrato C (300 m). Assim, as concentrações deste parâmetro oscilaram entre abaixo do limite de quantificação amostral a 0,016 µg.L⁻¹, como valor médio de 0,007 µg.L⁻¹ (**Figura 48**). No estrato de 300 m, nenhuma amostra apresentou concentração quantificável, demonstrando que nesta camada pode não estar havendo mais atividade fotossintética.

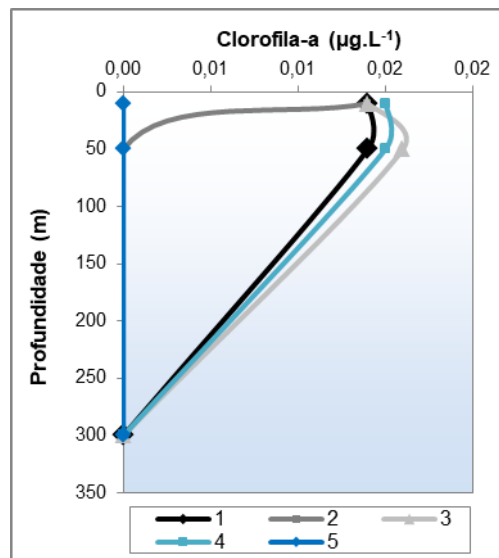


FIGURA 48 – Clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste – Bacia de Santos.

PETROBRAS/HABTEC (2003) citaram valores de clorofila-a para áreas da Bacia e Santos entre $<0,01$ e $3,13 \mu\text{g.L}^{-1}$. Já MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) apresentaram valores inferiores a $0,25 \mu\text{g.L}^{-1}$. Deste modo, os presentes valores detectados na região do Bloco Alto Cabo Frio estão de acordo como o observado para região, bem com o refletem a oligotrofia das águas superficiais da região, suportada pelas baixas concentrações de nutrientes.

5.5.8 SULFETOS

Durante a presente campanha de caracterização da Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, todas as amostras apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção do método ($<0,002 \text{ mg.L}^{-1}$), sendo condizentes com águas oceânicas oxigenadas. PETROBRAS/HABTEC (2003), estudando região oceânica da Bacia de Santos, encontrou valores entre $<0,05$ e $0,93 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ ($0,0017 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,32 \text{ mg.L}^{-1}$), com concentrações homogêneas e baixas, porém, demonstrando um incremento a partir de 900 m, que foi associado à AIA.

5.5.9 HIDROCARBONETOS, BTEX E FENÓIS

Este item aborda os principais contaminantes associados a exploração e produção de petróleo. OLIVEIRA & OLIVEIRA (2000) agruparam em quatro grupos principais os compostos orgânicos presentes na água produzida, seriam: os alifáticos (incluindo os naftênicos), aromáticos, polares e ácidos graxos. De acordo com a solubilidade dos compostos na água, estes podem representar maior potencial nocivo. Os compostos alifáticos mais leves representam maior interesse, já os compostos aromáticos, como benzeno, tolueno, xileno e naftalenos, e os compostos polares, como os fenóis, teriam solubilidade relativa. Destaca-se que os compostos aromáticos somados aos alifáticos constituem os hidrocarbonetos totais da água produzida (OGP, 2005).

Nenhum dos compostos orgânicos analisados foi encontrado em concentrações quantificáveis (efetivas) nas estações da Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste. O levantamento de PETROBRAS/HABTEC (2003) avaliou os 16 HPAs prioritários e detectou concentrações apenas de naftaleno, acenafteno, fluoreno e fenantreno (variando de $<0,03$ a $3,00 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$; $<0,03$ a $0,04 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$; $<0,03$ a $0,10 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ e $<0,03$ a $0,11 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente). O naftaleno foi o único HPA identificado em todos os pontos amostrais e na maioria dos estratos de profundidade. Em MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) foi observada grande oscilação nos valores de HPAs na Bacia de Santos (entre $<0,01 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ e $21,30 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$), com a maior parte da bacia apresentando concentrações baixas ou inferiores aos limites de detecção/quantificação, como é o caso do presente estudo.

Quanto aos hidrocarbonetos totais do petróleo (HTP), não foram quantificadas concentrações ($\text{LQ} = 0,1 \text{ mg.L}^{-1}$) no levantamento de PETROBRAS/HABTEC (2003). O levantamento realizado por MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) para toda a Bacia de Santos demonstrou áreas com maiores concentrações de HTP, predominantemente ao norte da Bacia, com padrão de distribuição semelhante ao encontrado para os HPAs, provavelmente associado ao aporte antrópico. A maior concentração encontrada correspondeu a $2.706 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ (10 m), enquanto a média para toda bacia foi de $64 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$.

No trabalho de PETROBRAS/HABTEC (2003) foram observadas concentrações de fenóis entre $<0,001$ e $0,012 \text{ mg.L}^{-1}$, com média de $0,003 \text{ mg.L}^{-1}$. De acordo com MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) a maior ocorrência dessas substâncias esteve nas amostras de superfície, com média de $0,03 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ e concentrações mais elevadas ao norte da Bacia de Santos, próximo à costa, chegando até $0,47 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$. Nas análises realizadas nas profundidades da termoclina e fundo não foram detectadas concentrações de fenóis ($\text{LD}=0,01 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$) em grande parte das estações.

5.6 CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS

5.6.1 FITOPLÂNCTON

5.6.1.1 ANÁLISE QUALITATIVA

O fitoplâncton é o principal produtor primário de regiões oceânicas, sendo fundamental na teia trófica marinha, já que é alimento para organismos zooplancctônicos (WANG et al., 2017; RODRIGUES et al., 2017; MUÑIZ et al., 2018; SARKER et al., 2018). Os organismos fitoplanctônicos sofrem influência direta do ambiente e variações temporais são capazes de modificar a abundância e a composição específica de sua comunidade, que é influenciada principalmente pela disponibilidade de nutrientes e de luz. Devido à baixa mobilidade e à pronta resposta às variações ambientais, tais organismos são excelentes bioindicadores de ambientes marinhos (MAGALHÃES, 2012; MACHADO et al., 2017). As oscilações na comunidade fitoplanctônica influenciadas pelos fatores supracitados resultam em variações na produtividade primária, na teia alimentar marinha e no ciclo global dos nutrientes (COLLINS et al., 2014).

A interpretação dos resultados das análises da comunidade fitoplanctônica ocorre considerando a divisão em função do tamanho dos organismos: nanoplâncton e microfitoplâncton. As células do nanoplâncton possuem tamanho reduzido (2 a 20 μm), o que dificulta a identificação das espécies nanoplanctônicas em análises de rotina (LEROI & HALLEGRAEFF, 2006). Na atual campanha, foram encontrados organismos do nanoplâncton pertencentes a quatro grupos distintos, diatomáceas, dinoflagelados, cianofíceas e coccolitoforídeos, porém, a maioria dos indivíduos de 2 a 20 μm não foram identificados, classificados como “nanoplâncton não identificado”. Vale ressaltar que o grupo “nanoplâncton não identificado” pode conter diferentes classes taxonômicas, como, por exemplo, Prasinophyceae, Haptophyceae e Chrysophyceae, além das mônadas, que são ascélulas que perderam os flagelos (SOURNIA, 1978).

Em contrapartida, o tamanho das células do microfitoplâncton ($>20 \mu\text{m}$) permite o reconhecimento da composição de sua comunidade. Os organismos microplanctônicos foram analisados nos seguintes grandes grupos: diatomáceas (Bacillariophyta), dinoflagelados (Dinoflagellata), cianofíceas (Cyanophyta), silicoflagelados (Chromophyta – Classe Dictyochophyceae), coccolitoforídeos (Chromophyta - Classe Prymnesiophyceae) e euglenofíceas (Chlorophyta - Classe Euglenophyceae).

Na fração do microfitoplâncton da presente campanha foram identificados 99 táxons distintos, sendo a maioria de dinoflagelados (45,5% - 45 táxons), seguidos pelas diatomáceas (33,3% - 33 táxons), coccolitoforídeos (15,2% - 15 táxons), cianofíceas (4,0% - 4 táxons), silicoflagelados (1% - 1 táxon) e euglenofíceas (1% - 1 táxon). As diatomáceas e os dinoflagelados somados representam quase 80% dos táxons identificados (**Figura 49**).

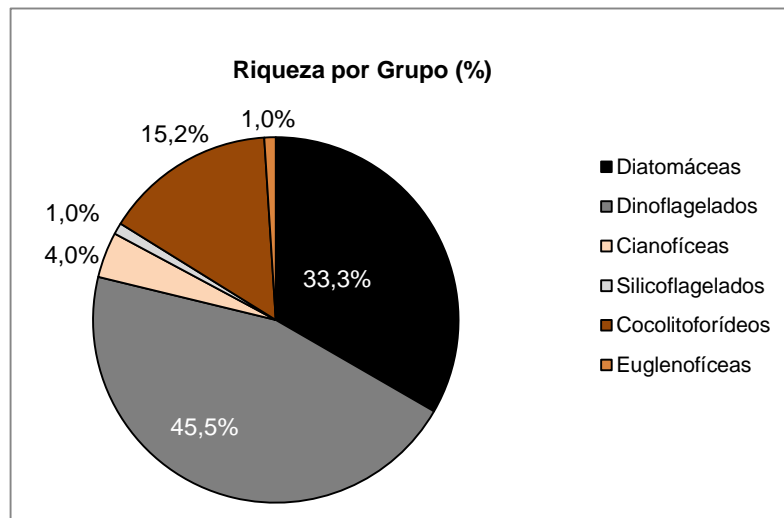


FIGURA 49 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

A dominância de táxons de dinoflagelados e diatomáceas no microfitoplâncton é comumente reportada por diversos estudos, tanto aqueles desenvolvidos em regiões oceânicas, quanto na plataforma continental ao longo da costa brasileira (BRANDINI et al., 1997; VILLAC et al., 2008; TENENBAUM et al., 2017; VILLAC & TENENBAUM, 2010). Os trabalhos pretéritos evidenciaram que mais de 60% do microfitoplâncton do Atlântico Sul é composto por esses dois grandes grupos (TENENBAUM et al., 2007; OLGUÍN et al., 2006). Cabe destacar que a alta representatividade de táxons de diatomáceas e dinoflagelados no microfitoplâncton também pode ser um reflexo do maior conhecimento sobre tais grupos em relação aos demais organismos fitoplanctônicos (VILLAC & TENENBAUM, 2010). De acordo com HALLEGRAEFF (1984) a importância das diatomáceas está associada a sua significativa participação na produção primária marinha e a sua biodiversidade. Os dinoflagelados representam parte da alimentação de vários outros integrantes do plâncton e, conseqüentemente, são muito importantes na transferência de energia na rede trófica, sendo comum a dominância de dinoflagelados sobre diatomáceas em águas oceânicas (MARGALEF, 1972; PASSAVANTE et al., 1982). Ressalta-se ainda que o caráter oceânico da região estudada pode ser evidenciado pela presença de dinoflagelados representativos e predominantes em águas oligotróficas da Corrente do Brasil (BASSANI et al., 2002). Os cocolitoforídeos também foram representativos no atual estudo (15%), resultado esperado para a região, já que são organismos comumente observados em águas oceânicas (HEIMDAL, 1997). Em um estudo realizado na área oceânica entre Cabo de São Tomé (RJ) e Vitória (ES) esses organismos tiveram grande contribuição na composição específica da comunidade fitoplanctônica (SUSINI-RIBEIRO, 1996).

Em relação ao número de táxons por estação, não foram observados padrões claros, mas em relação à distribuição por profundidade, notou-se que, de uma forma geral, a riqueza foi menor nas amostras da profundidade de 300 m, na maioria das estações. O número de táxons distintos por estação variou de 18 (na amostra de subsuperfície da estação 3) até 33 (nas amostras de subsuperfície da estação 4 e na amostra de 50 m, da estação 5) (Figura 50).

Como mencionado anteriormente, as maiores contribuições taxonômicas observadas estão relacionadas, principalmente, à diversidade de dinoflagelados observadas. Tais organismos tiveram uma maior contribuição na maioria das estações de coleta e nas três profundidades amostradas, com destaque para as estações 4 e 5, profundidades de 10 e 50 m, com 15 táxons (**Figura 51**).

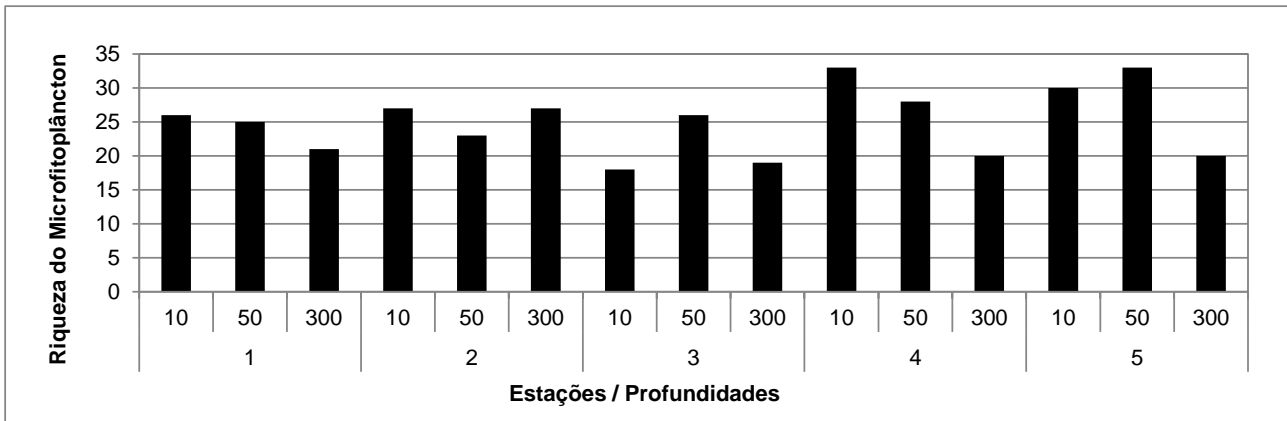


FIGURA 50 – Riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

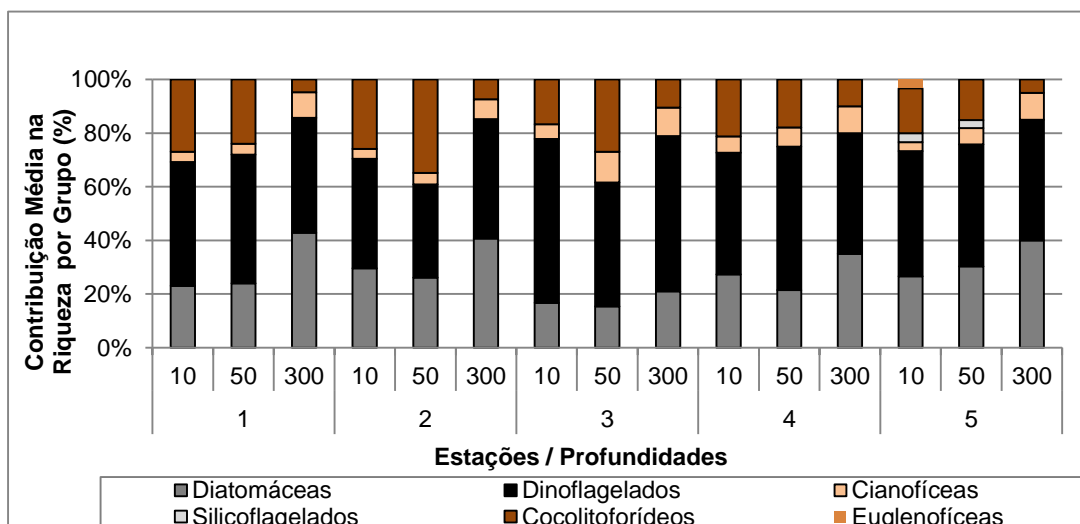


FIGURA 51 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Dentre os táxons 99 táxons encontrados, apenas 9 foram considerados muito frequentes, ocorrendo em mais de 70% das amostras. Dentre eles, destacam-se as ordens Gymnodiniales, Nostocales e Diatomácea penata 1A, comumente identificados em regiões oceânicas (**Tabelas 29 e 30**). Os dinoflagelados da ordem Gymnodiniales encontrados nessas regiões podem ser heterotróficos, sendo mais abundantes do que os autotróficos em condições de limitação de nutrientes (GÓMEZ, 2007; CHANG et al., 2003). As diatomáceas penatas estão entre os organismos maiores e mais comuns nos ambientes oligotróficos (PETROBRAS, 2006).



TABELA 29 - Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Frequência de Ocorrência	Classificação	Nº Táxons
FO <10%	Esporádicas	40
10% < FO <40%	Pouco Frequentes	35
30% < FO <70%	Frequentes	15
FO >70%	Muito Frequentes	9

TABELA 30 – Os 9 táxons mais frequentes da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Táxons	Grupo/Divisão	Frequência (%)
Gymnodiniales 2A	Dinoflagelado	100,0
Gymnodiniales 3A	Dinoflagelado	100,0
Gymnodiniales 4A	Dinoflagelado	100,0
Gymnodiniales 1A	Dinoflagelado	100,0
Diatomácea penata 1A	Diatomácea	100,0
<i>Cylindrotheca closterium</i>	Diatomácea	93,3
Diatomácea penata 5A	Diatomácea	86,7
Ordem Nostocales	Cianófitas	100,0
Cocolitoforídeo NI	Cocolitoforídeos	73,3

5.6.1.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

Os sistemas oceânicos oligotróficos exibem baixa produtividade primária, dominada pelas frações nanoplânctônicas (2-20 μm) (EKAU & KNOPPERS, 1999). Tal dominância também foi constatada em outras regiões do mundo, como, por exemplo, no Oceano Pacífico Norte Subtropical (VAULOT, 1997), no Oceano Atlântico (ZUBKOV et al., 2000) e no Oceano Pacífico subtropical e SubÁrtico (ZHANG, 2008). Dentre as principais características do nanoplâncton, destacam-se a alta relação superfície/volume de suas células (devido ao seu tamanho reduzido), associada a um curto tempo de geração, a altas taxas de crescimento e a maior eficiência na captação de nutrientes (MALONE, 1971). Tais características contribuem para os elevados valores de densidade e biomassa do nanoplâncton em áreas como a do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, o que pode ser observado também em estudos anteriores desenvolvidos em outras regiões oceânicas do Atlântico, como litoral da Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (TENENBAUM et al., 2007). Cabe ressaltar o papel fundamental que o nanoplâncton exerce na teia trófica e na alça microbiana dessas regiões. Alguns dos indivíduos desse grupo são autotróficos e servem de alimento para outros, contribuindo para a produção primária, enquanto outros são heterotróficos, responsáveis pela remineralização dos nutrientes (AZAM et al., 1983; HUANG et al., 2008).

Na área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, a densidade média do nanoplâncton variou entre 1841864 cel.L^{-1} , a 300 m de profundidade e 5893067 cel.L^{-1} , na subsuperfície. Para o microfitoplâncton, a menor densidade média também foi registrada a 300 m de profundidade (2080 cel.L^{-1}) e o valor máximo também ocorreu em subsuperfície (28140 cel.L^{-1}). Os maiores valores médios de nanoplâncton em relação ao microfitoplâncton são esperados para regiões com características ambientais como as do presente estudo (**Tabela 31; Figuras 52 e 53**). NYBAKKEN & BERTNESS (2005), por exemplo, citaram que a dominância numérica do



nanoplâncton é uma característica associada a águas oligotróficas. Os principais fatores que podem afetar a abundância dos organismos pelágicos consistem na predação e a limitação de recursos, variando de acordo com a sazonalidade, proximidade da costa e misturas vertical e horizontal das massas d'água (BERGLUND *et al.*, 2005; CALBET *et al.*, 2001; HUANG *et al.*, 2008).

TABELA 31 - Valores de densidade (cel.L⁻¹) do nanoplâncton e do microfitoplâncton durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Estações	Profundidade	Densidade do Nanoplâncton	Densidade Microfitoplâncton						
		Total	Diat	Dino	Ciano	Silico	Cocoli	Eugleno	Total
1	10	2.291.126	3.127	4.002	813	0	1.063	0	9.005
	50	4.806.323	2.908	5.065	938	0	1.032	0	9.943
	300	2.128.675	600	900	720	0	20	0	2.240
2	10	3.052.967	2.157	5.722	18.760	0	1.501	0	28.140
	50	4.481.420	3.752	11.256	8.067	0	2.439	0	25.514
	300	1.841.864	500	660	8.940	0	70	0	10.170
3	10	5.893.067	3.189	8.817	11.444	0	938	0	24.388
	50	4.249.880	657	7.223	8.161	0	938	0	16.978
	300	2.532.002	180	1.820	8.180	0	60	0	10.240
4	10	3.196.746	1.939	2.877	3.689	0	1.001	0	9.505
	50	4.563.579	3.377	6.285	7.223	0	563	0	17.447
	300	3.144.463	600	1.420	7.760	0	40	0	9.820
5	10	3.129.525	4.315	6.378	1.032	94	1.032	94	12.851
	50	1.971.825	2.533	5.722	1.970	94	1.219	0	11.537
	300	4.070.623	340	720	980	0	40	0	2.080
Médias	10	3.512.686	2.945	5.559	7.148	19	1.107	19	16.778
	50	4.014.605	2.645	7.110	5.272	19	1.238	0	16.284
	300	2.743.525	444	1.104	5.316	0	46	0	6.910
Média Total	-	3.423.606	2.011	4.591	5.912	13	797	6	13.324

*Diat=Diatomáceas; Dino=Dinoflagelados; Ciano=Cianofíceas; Silico=Silicoflagelados; Cocoli=Coccoliforídeos; Eugleno=Euglenofíceas

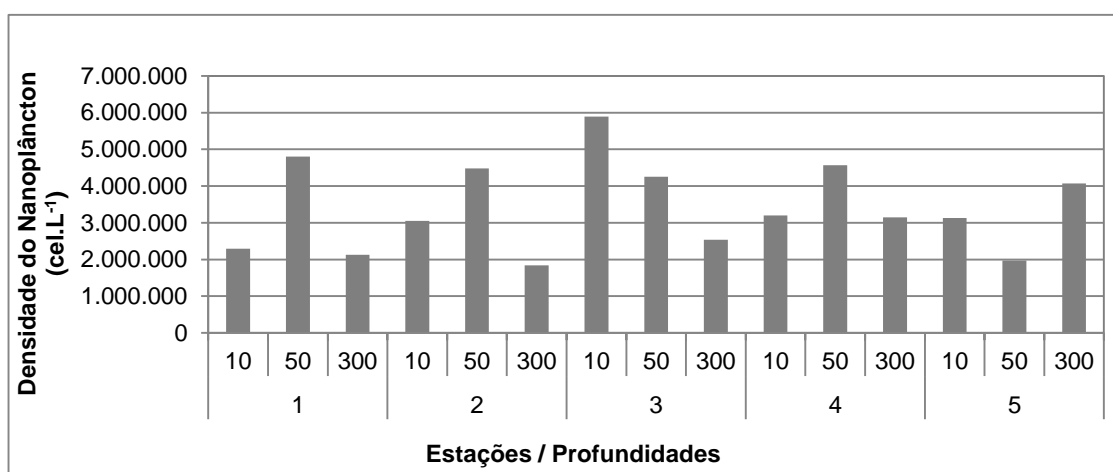


FIGURA 52 – Densidade (cel.L⁻¹) da comunidade nanoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

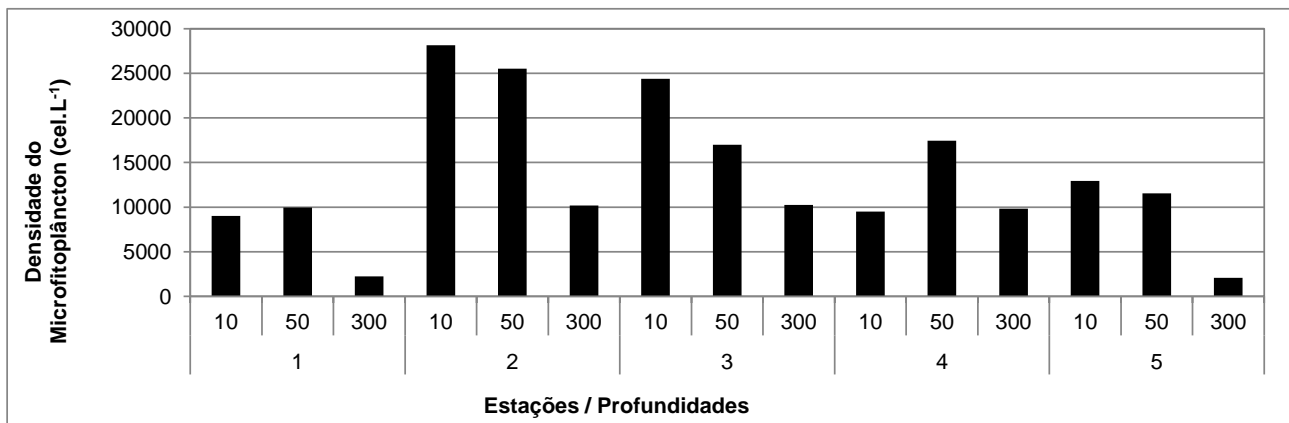


FIGURA 53 – Densidade (cel.L⁻¹) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Na análise quantitativa do microfitoplâncton, as cianofíceas representaram o grupo mais abundante, contribuindo com mais de 44% do total identificado. Os dinoflagelados foram o segundo grupo mais representativo, compondo 34,44% do total, seguido pelas diatomáceas, com contribuição de 15,09% do total. (Figura 54). As densidades observadas para as cianofíceas, ocorreram principalmente devido ao táxon identificado apenas como Ordem Nostocales, formada por células filamentosas heterocitadas, onde podem estar inclusas inclusive espécies de algas bentônicas (CAIRES, 2013). A abundância de dinoflagelados da Ordem Gymnodiniales em águas oceânicas está possivelmente relacionada à prevalência de espécies heterotróficas, que se beneficiam em águas com concentrações limitadas de nutrientes, e com parede celular revestida de celulose que funciona como proteção contra predadores (CHANG et al., 2003).

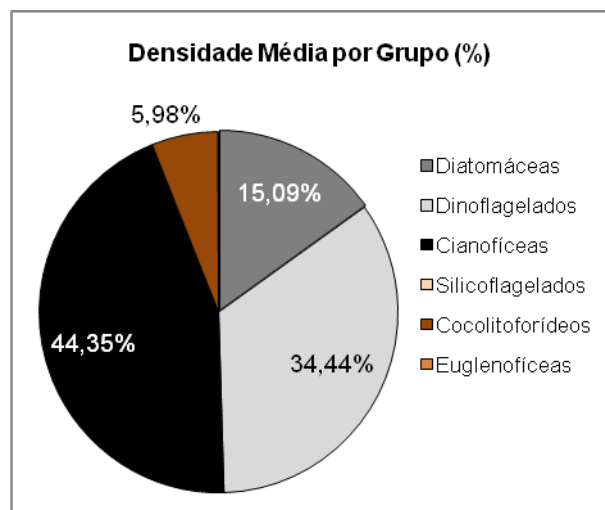


FIGURA 54 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

A análise dos dados por estação mostrou a ocorrência de menores densidades de cianofíceas na estação 1, e os resultados por profundidade revelaram maiores contribuições de cianofíceas em subsuperfície e,

principalmente, a 300 m de profundidade (**Figuras 55 e 56**). Assim como na análise qualitativa, as ordens Gymnodiniales e Nostocales também se destacaram, exibindo elevadas densidades e estiveram entre os 9 táxons mais representativos do presente estudo (**Tabela 32**).

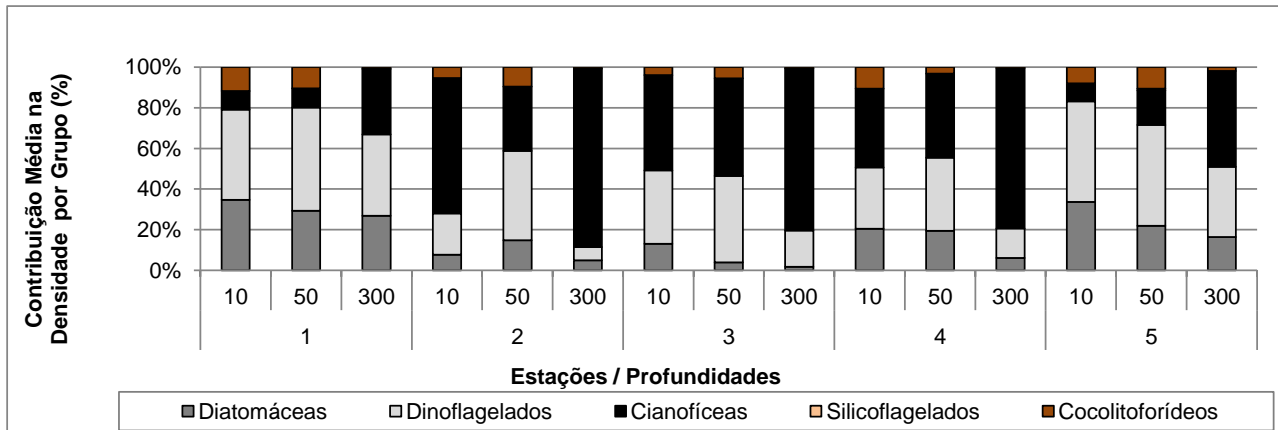


FIGURA 55 – Contribuição (%) por grupo na densidade da comunidade fitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

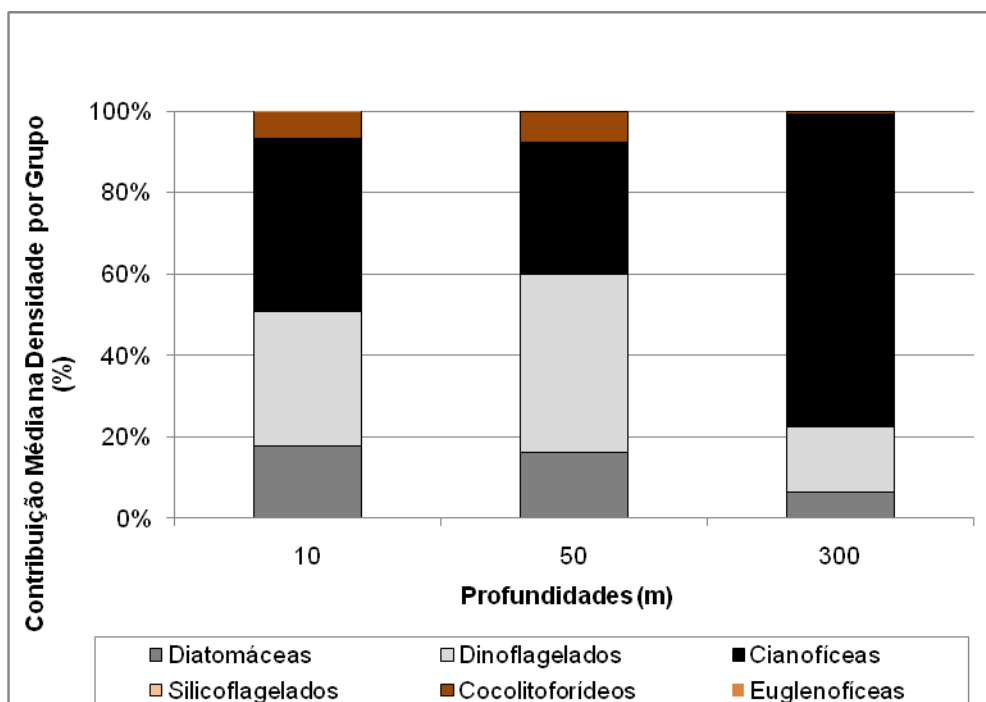


FIGURA 56 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade fitoplanctônica em cada profundidade durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

TABELA 32 - Valores de densidade (cel.L⁻¹) do microfitoplâncton (táxons mais representativos) durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Táxons	Grupo / Divisão	Densidade Média (cel.L ⁻¹)
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (H. Peragallo) Hasle	Diatomáceas	306,41
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Lewin & Reimann	Diatomáceas	871,96
Diatomácea penata 1A	Diatomáceas	353,57
Gymnodiniales 1A	Dinoflagelados	552,19
Gymnodiniales 2A	Dinoflagelados	1248,61
Gymnodiniales 3A	Dinoflagelados	1302,12
Gymnodiniales 4A	Dinoflagelados	663,82
Ordem Nostocales	Cianófitas	5842,02
<i>Calciosolenia murrayi</i> Gran	Cocolitoforídeos	166,76

5.6.1.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS

No Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, o índice de diversidade de Shannon-Wiener variou entre 0,71 e 2,96 com média de 2,06. A equitabilidade de Pielou variou entre 0,22 e 0,85 com média de 0,64. A Dominância de Simpson ficou entre 0,23 e 0,92 com média de 0,72 (**Figura 57**).

Não foi possível observar um padrão de distribuição espacial dos índices, mas houve uma tendência dos menores valores ocorrerem a 300 m de profundidade nas estações 2, 3 e 4 (**Figura 57**).

Em águas oceânicas a diversidade pode ser considerada alta quando os valores são superiores a 3 bits.cel⁻¹ e reflete a complexidade da estrutura da comunidade fitoplantônica e das interações biológicas nesses ambientes (HULBURT, 1963; IRIGOIEN *et al.*, 2004). A estabilidade de águas oceânicas favorece a coexistência por mais tempo de várias espécies o que contribui para o aumento da diversidade nessas áreas (BARTON *et al.*, 2010).

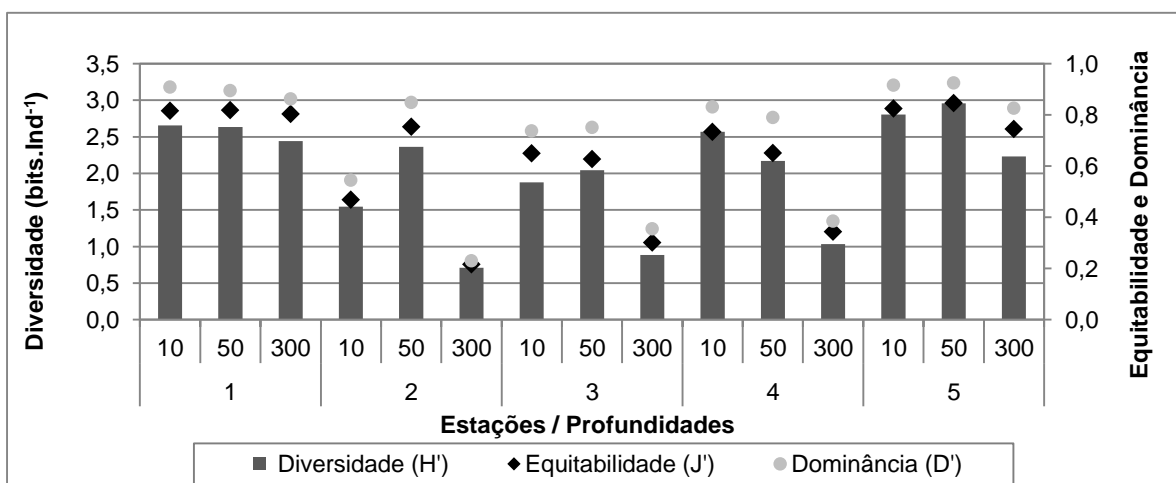


FIGURA 57 – Índices biológicos da comunidade microfitoplantônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

5.6.2 ZOOPLÂNCTON

O zooplâncton pode ser dividido em dois grupos principais, o holoplâncton e o meroplâncton. O primeiro representa os organismos que passam todo o seu ciclo de vida no plâncton e o segundo é composto pelos ovos, larvas e juvenis da maioria dos indivíduos das comunidades bentônicas e nectônicas, que passam somente parte de seu ciclo de vida no plâncton (YONEDA, 1999). O estudo da comunidade zooplancônica é uma excelente ferramenta em monitoramento ambiental (MARGALEF, 1983), uma vez que as alterações no plâncton podem ter amplos efeitos no meio ambiente (CONVERSI & HAMEED, 1998).

5.6.2.1 ANÁLISE QUALITATIVA

Na análise da comunidade zooplancônica do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos, foi observado um total de 81 táxons distintos nos arrastos verticais, sendo 47 identificados até o nível de espécie. Já nos arrastos horizontais ocorreram 86 táxons diferentes, sendo 49 diferenciados até espécie. A distribuição dos táxons observados encontra-se representada no inventário taxonômico disponível no **Anexo E**. Dentre os táxons identificados, 39% e 48% corresponderam a organismos do grupo Copepoda, nos arrastos verticais e horizontais, respectivamente (**Figura 58**). De acordo com estudo realizado em oceano profundo (>1000 m) na Bacia de Santos, considerando todos os pontos amostrados, foi registrado um total de 93 táxons zooplancônicos. Em tal levantamento, assim como no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, em relação à riqueza dos grupos identificados em nível específico, a dominância também foi de Copepoda (63%) (PETROBRAS/HABTEC, 2003).

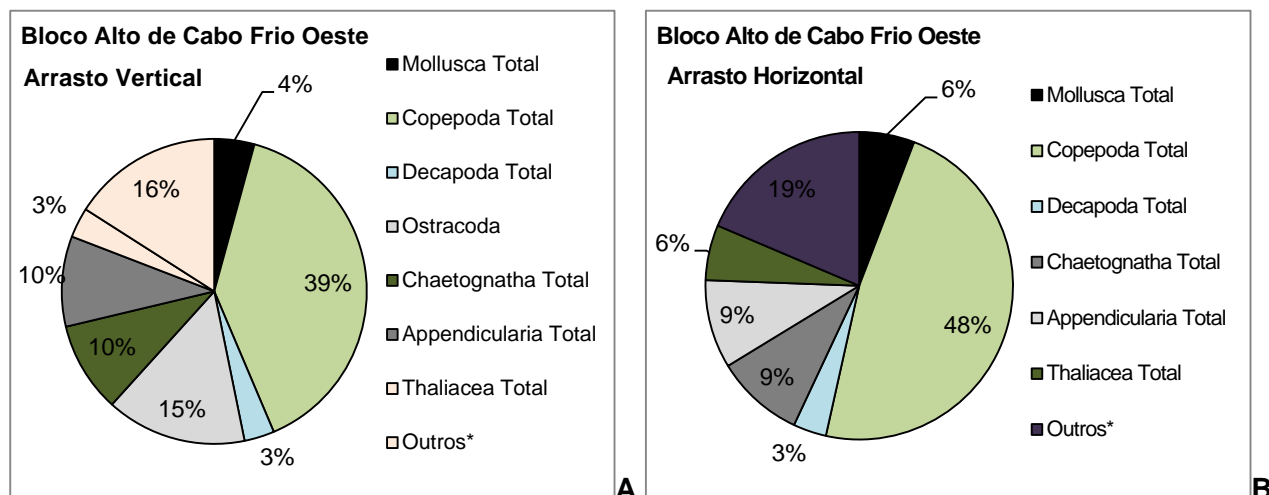


FIGURA 58 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplancônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos; A) Arrasto Vertical; B) Arrasto Horizontal.

A análise da riqueza por estação revelou pouca variação entre as estações amostradas. A menor riqueza foi observada na estação 4 (50 táxons, arrasto vertical) e a maior, 61 táxons, foi verificada nas estações 5 e 3, nos arrastos vertical e horizontal, respectivamente (**Figura 59**).

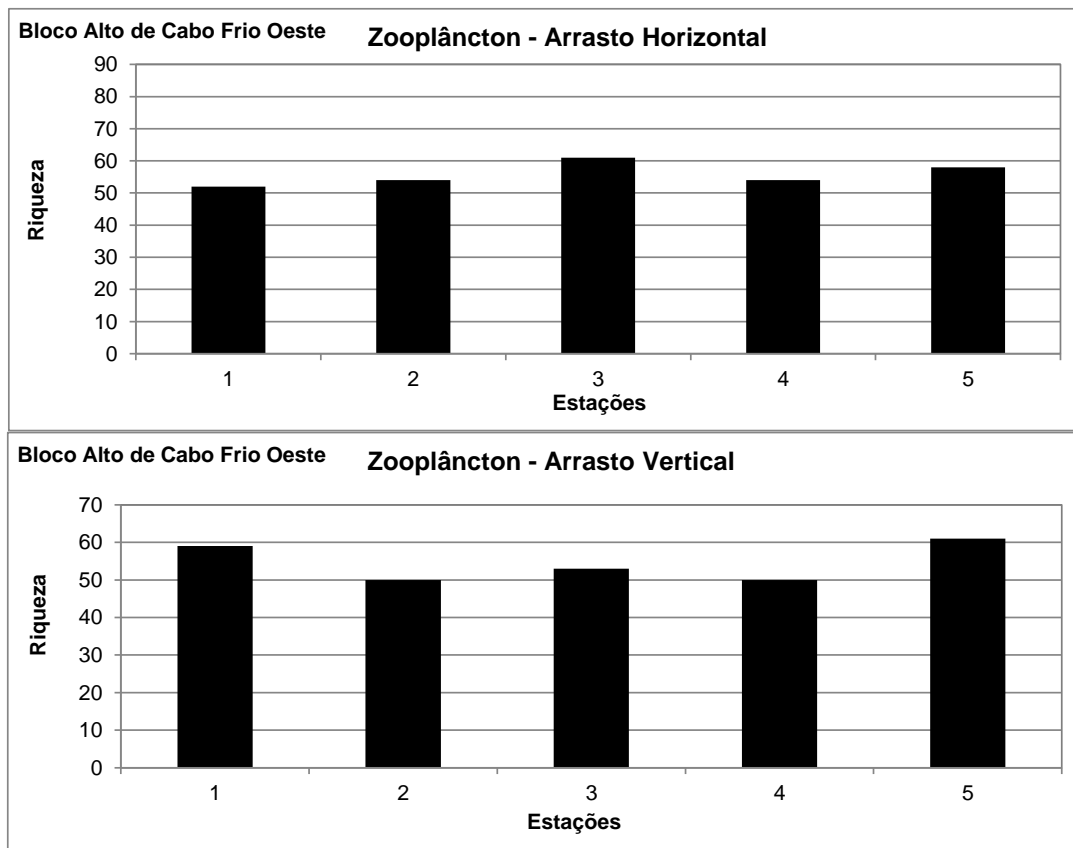
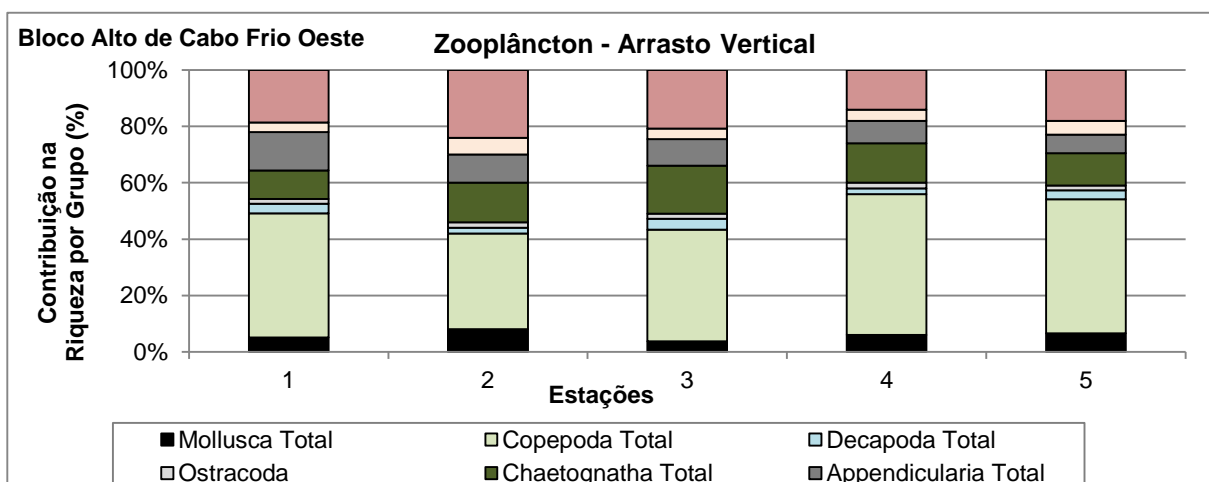


FIGURA 59 – Riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplanctônica em cada estação e nos dois tipos de arrasto, durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Houve predomínio de Copepoda em todas as estações de amostragem, para os dois tipos de arrastos, seguido pelos grupos Chaetognatha e Appendicularia, ambos com significativa participação na contribuição na riqueza por grupo, também nos dois tipos de arrasto (Figura 60). Tal resultado é esperado para regiões oceânicas da Bacia de Santos (PETROBRAS/HABTEC, 2003).



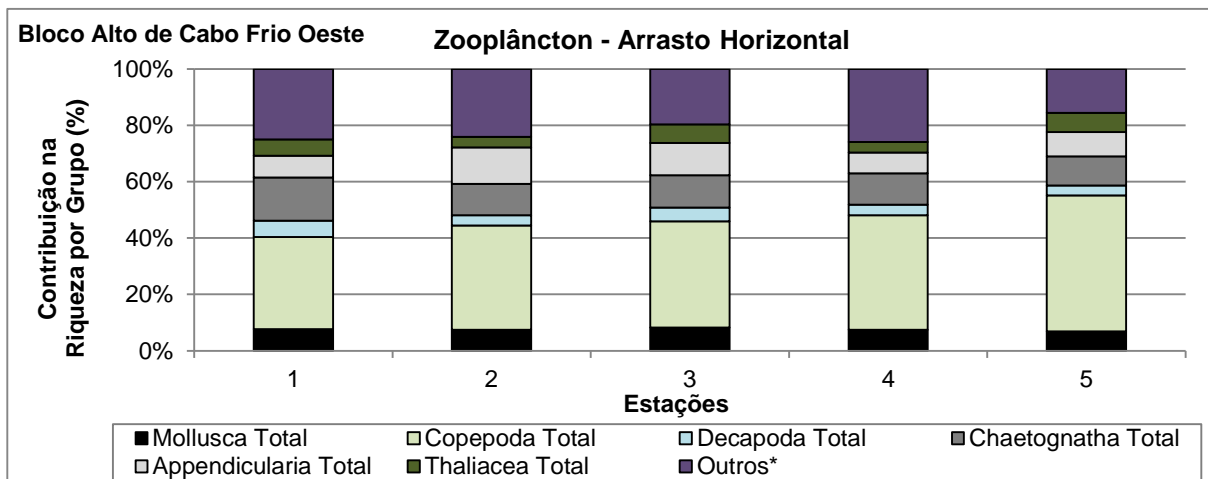


FIGURA 60 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplânctônica em cada estação e nos dois tipos de arrasto, durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Os táxons muito frequentes apresentaram-se em maiores proporções no arrasto vertical, enquanto que os táxons raros foram mais representativos no arrasto horizontal (Tabela 33).

Entre os táxons mais frequentes (100%), nos dois tipos de arrastos, observa-se o predomínio de Copepoda, seguidos por Chaetognatha, Appendicularia e Thaliacea (Tabela 34). Cabe destacar que dentre as espécies mais frequentes está o copépode *Clausocalanus furcatus* que é amplamente estudado em regiões oceânicas. BONECKER et al. 2017 identificou tal espécie como a mais abundante durante o período seco. Ela é considerada epipelágica e apresenta maiores abundâncias relativas em ambientes muito oligotróficos (BRADFORD-GRIEVE et al., 1999; MAZZOCCHI & PAFFENHÖFER, 1999).

Ressalta-se ainda que dentre as espécies encontradas no presente estudo, não foram observados organismos considerados ameaçados de extinção, de acordo com a Portaria MMA nº 445/2014, ou global, de acordo com IUCN (2017).

TABELA 33 - Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade zooplânctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Frequência de Ocorrência	Classificação	Nº Táxons	
		Vertical	Horizontal
FO <40	Pouco Frequentes	14	16
40 < FO <70	Frequentes	23	28
FO >70	Muito Frequentes	44	42

TABELA 34 – Táxons mais frequentes (100%) da comunidade zooplânctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Arrasto Vertical		Arrasto Horizontal	
Hydroidomedusae	Filo Cnidaria	<i>Foraminifera</i>	Filo Foraminifera
Siphonophorae	Filo Cnidaria	<i>Siphonophorae</i>	Filo Cnidaria
Gastropoda	Filo Mollusca	<i>Gastropoda</i>	Filo Mollusca
Thecosomata (Pterópodes)	Filo Mollusca	<i>Thecosomata (Pterópodes)</i>	Filo Mollusca



Polychaeta (larvas)	Filo Annelida	<i>Polychaeta (larvas)</i>	Filo Annelida
Calanoida	Subclasse Copepoda	<i>Calanoida</i>	Subclasse Copepoda
Clausocalanidae	Subclasse Copepoda	<i>Calanidae</i>	Subclasse Copepoda
Clausocalanus furcatus	Subclasse Copepoda	<i>Neocalanus gracilis</i>	Subclasse Copepoda
Temora stylifera	Subclasse Copepoda	<i>Candacia spp.</i>	Subclasse Copepoda
Oncaea venusta	Subclasse Copepoda	<i>Clausocalanus furcatus</i>	Subclasse Copepoda
Oncaea venusta venella	Subclasse Copepoda	<i>Temora stylifera</i>	Subclasse Copepoda
Oncaea spp.	Subclasse Copepoda	<i>Farranulla gracilis</i>	Subclasse Copepoda
Macrosetella gracilis	Subclasse Copepoda	<i>Oncaea venusta</i>	Subclasse Copepoda
Amphipoda	Classe Malacostraca	<i>Oncaea venusta venella</i>	Subclasse Copepoda
Euphausiacea	Classe Malacostraca	Oncaea spp.	Subclasse Copepoda
Decapoda	Classe Malacostraca	Amphipoda	Classe Malacostraca
Ostracoda	Classe Ostracoda	Euphausiacea	Classe Malacostraca
Pterosagitta draco	Filo Chaetognatha	Decapoda	Classe Malacostraca
Flaccisagitta enflata	Filo Chaetognatha	Ostracoda	Classe Ostracoda
Flaccisagitta hexaptera	Filo Chaetognatha	Ferosagitta hispida	Filo Chaetognatha
Parasagitta friderici	Filo Chaetognatha	Flaccisagitta enflata	Filo Chaetognatha
Chaetognatha não identificados	Filo Chaetognatha	Flaccisagitta hexaptera	Filo Chaetognatha
Echinodermata	Filo Echinodermata (larva)	Parasagitta friderici	Filo Chaetognatha
Oikopleura cophocerca	Classe Appendicularia	Chaetognatha não identificados	Filo Chaetognatha
Oikopleura fusiformis	Classe Appendicularia	Echinodermata	Filo Echinodermata (larva)
Oikopleura longicauda	Classe Appendicularia	Oikopleura cophocerca	Classe Appendicularia
Doliolum nationalis	Classe Thaliacea	Oikopleura fusiformis	Classe Appendicularia
Thalia democratica	Classe Thaliacea	Oikopleura longicauda	Classe Appendicularia
Larvas de peixes	-	Doliolum nationalis	Classe Thaliacea
-	-	Thalia democratica	Classe Thaliacea
-	-	Larvas de peixes	-

5.6.2.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

A densidade do zooplâncton teve média de $188 \pm 60 \text{ ind.m}^{-3}$ para o arrasto vertical e de $289 \pm 98,73 \text{ ind.m}^{-3}$ para o arrasto horizontal. Os resultados obtidos a partir dos arrastos verticais revelaram que a estação 1 possuiu a maior densidade zooplânctônica ($373,93 \text{ ind.m}^{-3}$). Já para o arrasto horizontal, a estação 4 foi a mais representativa ($585,15 \text{ ind.m}^{-3}$). As menores densidades foram registradas na estação 4 com o arrasto vertical ($23,29 \text{ ind.m}^{-3}$) e na estação 5, com o arrasto horizontal (76 ind.m^{-3}) (**Figura 61**).

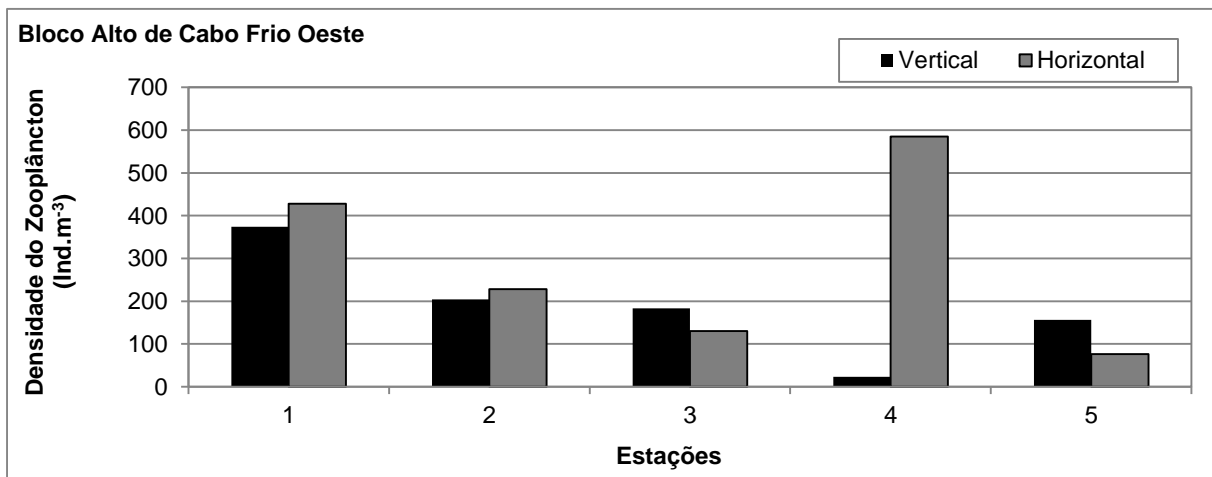


FIGURA 61 – Densidade (ind.m⁻³) dos organismos da comunidade zooplânctônica em cada estação, nos dois tipos de arrastos, durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

O grupo Copepoda foi o mais abundante nos dois arrastos (81,80% no arrasto vertical e 86,00% no arrasto horizontal), seguido por Appendicularia (9,7% no arrasto vertical e 8,8% no arrasto horizontal) (**Figura 62**). Além disso, observa-se que também ocorreu o predomínio de Copepoda em todas as estações amostradas (**Figura 63**). Muitos estudos em áreas oceânicas das Bacias de Santos e de Campos evidenciaram que os copépodes correspondem ao grupo com as maiores densidades médias da comunidade zooplânctônica (BJÖRNBERG, 1981; BRADFORD-GRIEVE et al., 1999; DIAS & ARAUJO, 2006 BONECKER et al. 2017).

A dominância de grupos holoplanctônicos (Copepoda e Appendicularia) reforça a caracterização da comunidade zooplânctônica como tipicamente oceânica. A maior parte do zooplâncton está incluída em dois grandes grupos de animais: Crustáceos e Protocordados (por exemplo, tunicados e apendiculárias), com poucas exceções. Entre os crustáceos zooplânctônicos, os copépodes frequentemente respondem por mais de 80% da abundância e biomassa do zooplâncton em todas as estações e ambientes (ALCARAZ & CALBET, 2007).

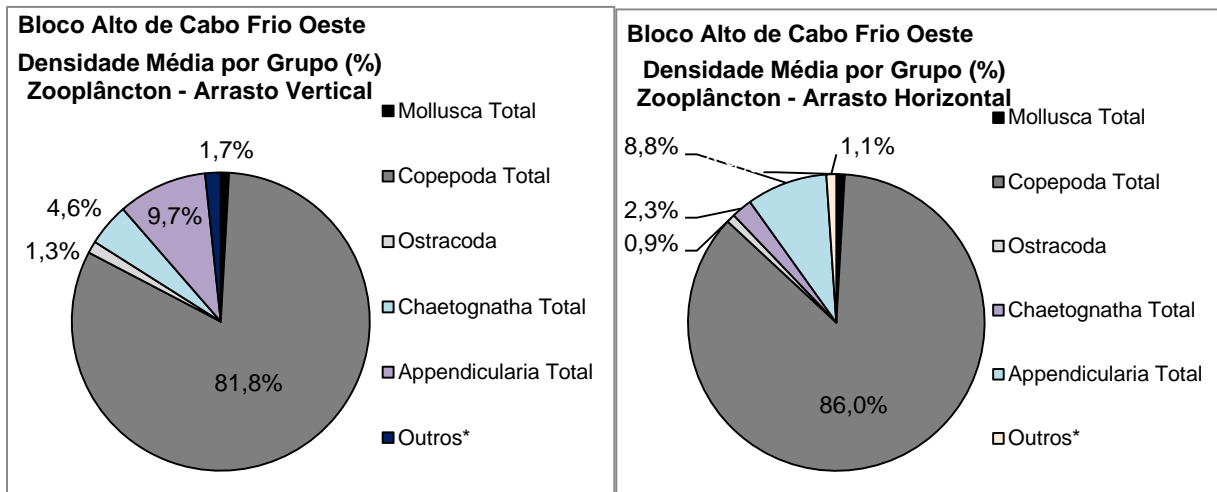


FIGURA 62 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade zooplancônica nos dois tipos de arrastos, durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

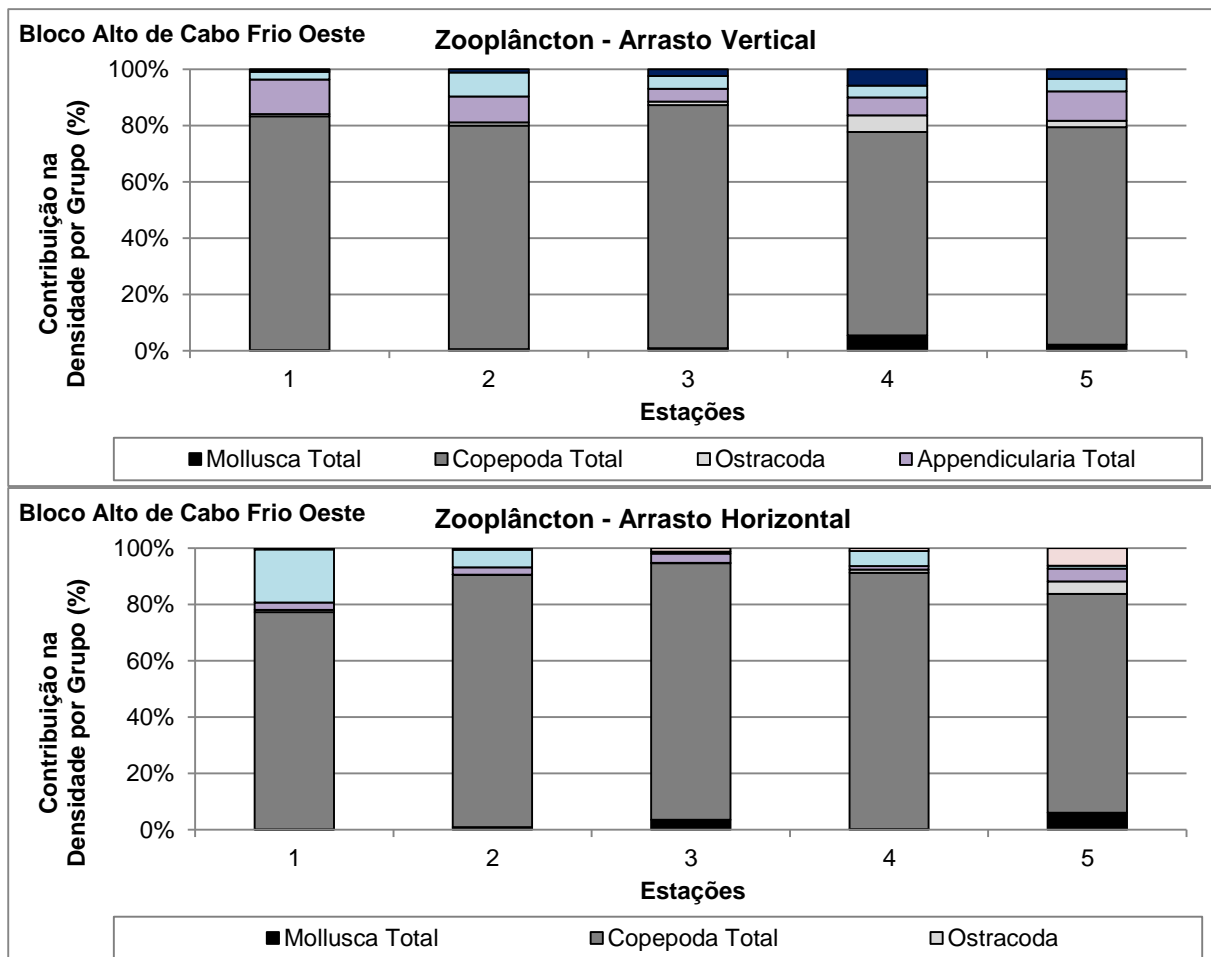


FIGURA 63 – Contribuição (%) por grupo na densidade da comunidade zooplancônica em cada estação, considerando os dois tipos de arrastos, durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

De acordo com estudos realizados na Bacia de Santos, grupos como Copepoda, Appendicularia, Chaetognatha e Thaliacea se destacaram em termos de densidade (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002; PETROBRAS/HABTEC, 2003). Os copépodes costumam ser majoritários tanto em riqueza quanto em densidade, o que pode ser observado nos resultados das análises das amostras do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste e na bibliografia consultada (CORNILS et al., 2007; AVILA et al., 2009). Os indivíduos do grupo Copepoda são os mais representativos do holoplâncton, uma vez que transferem a produção primária do fitoplâncton para os seus predadores e demais níveis tróficos do ecossistema pelágico (BRANDINI et al., 1997).

A **Tabela 35** a seguir apresenta os táxons mais abundantes no Bloco Alto de Cabo Frio, considerando os dois tipos de arrastos. As espécies de Copepoda *Clausocalanus furcatus*, *Oncaea venusta* e *Neocalanus gracilis* se destacaram e o apendiculario *Oikopleura longicauda* exibiu densidade expressiva nos dois tipos de arrasto. Tais táxons são comuns em águas oceânicas do Brasil, sendo a espécie epipelágica *Clausocalanus furcatus*, a mais abundante na maioria dos estudos desenvolvidos em oceano profundo (BJÖRNBERG, 1981; BRADFORD-GRIEVE et al., 1999; BONECKER & CARVALHO, 2006; DIAS & ARAUJO, 2006; DOMINGOS-NUNES & RESGALLA JR, 2012; BONECKER et al., 2014; DUARTE, 2014; DIAS et al., 2015; BONECKER et al. 2017).



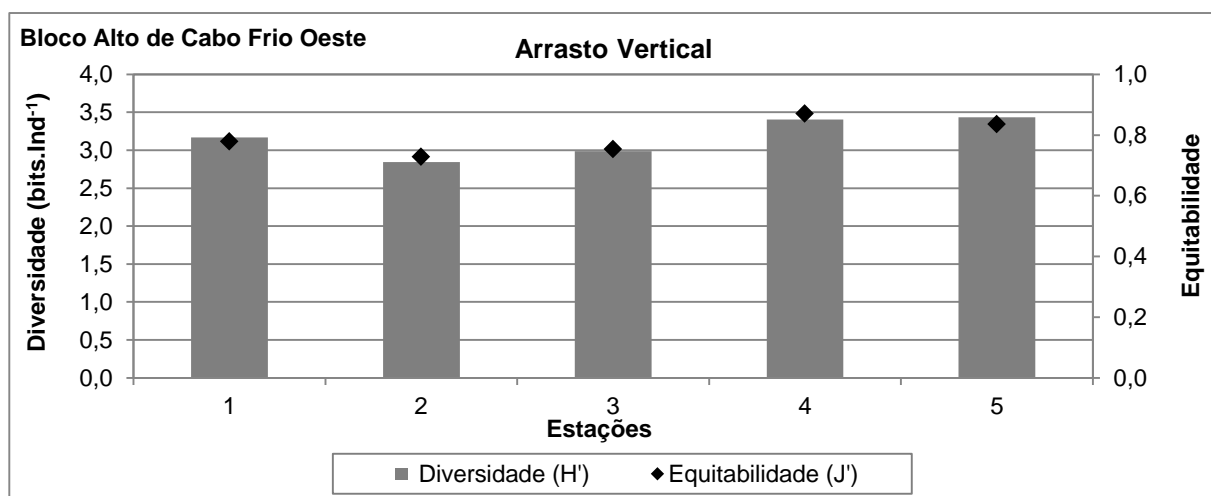
TABELA 35 – Táxons mais abundantes da comunidade zooplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Arrasto Vertical			Arrasto Horizontal		
Táxons	Grupo	Densidade Média (Ind.m ⁻³)	Táxons	Grupo	Densidade Média (Ind.m ⁻³)
Calanoida	Copepoda	11,69	<i>Neocalanus gracilis</i>	Copepoda	24,128
<i>Clausocalanus furcatus</i>	Copepoda	12,92	<i>Clausocalanus furcatus</i>	Copepoda	35,844
<i>Farranulla gracilis</i>	Copepoda	10,08	<i>Temora stylifera</i>	Copepoda	12,796
<i>Oncaea venusta</i>	Copepoda	24,54	<i>Oncaea venusta</i>	Copepoda	28,49
<i>Oncaea venusta venella</i>	Copepoda	22,42	<i>Oikopleura longicauda</i>	Appendicularia	15,48
<i>Oikopleura longicauda</i>	Appendicularia	9,71			

5.6.2.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS

Os valores do índice de diversidade variaram de 2,85 (estação 2) a 3,43 bits.ind⁻¹ (estação 5), com média de 3,17 ± 0,26 bits.ind⁻¹ nos arrastos verticais; e de 2,44 (estação 2) a 3,29 bits.ind⁻¹ (estação 5), com média de 2,88 ± 0,31 bits.ind⁻¹ nos arrastos horizontais. Os valores de diversidade foram altos (média de 3,03 bits.ind⁻¹), indicando uma comunidade complexa e com estabilidade ambiental MARGALEF (1989).

Os dados provenientes dos dois arrastos revelaram menores valores de diversidade na estação 2, que, no caso do arrasto vertical, podem ser associados à dominância dos Copepoda *Clausocalanus furcatus*, *Oncaea venusta* e *Oncaea venusta venella*. Os valores de equitabilidade acompanharam a variação da diversidade, oscilando entre 0,73 e 0,87, com média de 0,79 ± 0,06 para o arrasto vertical, e entre 0,61 e 0,81, com média de 0,72 ± 0,07 para o arrasto horizontal (Figura 64). A estrutura de uma comunidade zooplanctônica pode ser influenciada pelas características hidrográficas das massas d'água e de suas variações regionais e sazonais (BRANDINI et al., 1989; BRANDINI, 1990; BONECKER et al. 2017).



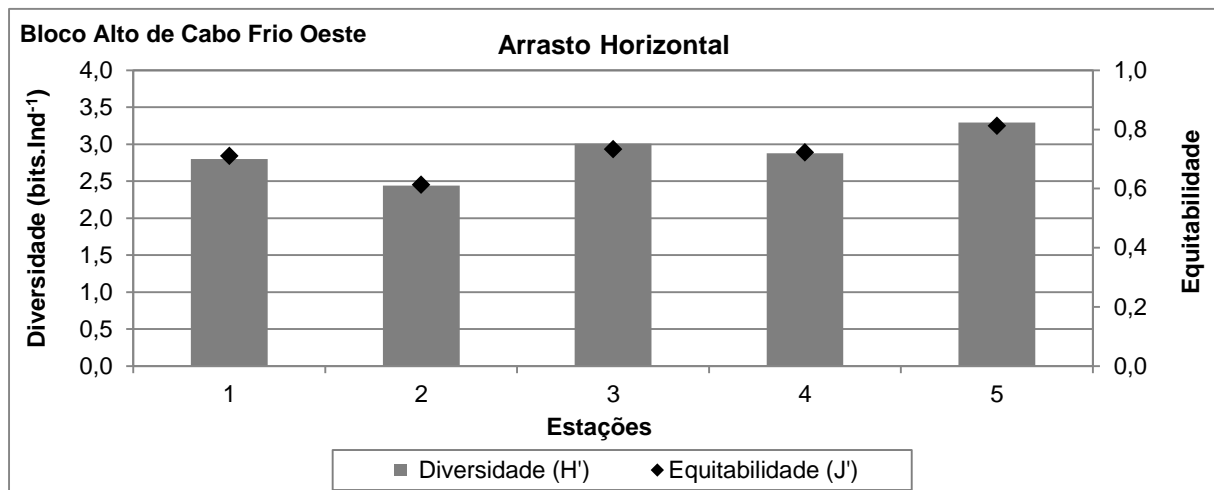


FIGURA 64 – Índices biológicos da comunidade zooplânctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

A **Figura 65** a seguir apresenta o resultado da análise de agrupamento para os dados quantitativos do zooplâncton. Observa-se a formação de três grupos principais, sendo um deles formado apenas pela amostra da estação 4 (arrasto horizontal), separado dos outros dois grupamentos com 0% de similaridade. Diversos fatores podem explicar o isolamento de tal amostra das demais como, por exemplo, a exclusividade de determinados táxons, como Nematoda e *Labidocera acutifrons*. Além disso, a diferenciação pode estar relacionada também às elevadas densidades observadas em tal amostra, tanto a densidade total 585,15 Ind.m⁻³ quanto densidades específicas de alguns copépodes como *Neocalanus gracilis*, *Macrosetella gracilis*, *Nannocalanus minor*, *Candacia spp.*, dentre outros. Cabe ressaltar ainda que na amostra destoante não ocorreram organismos encontrados nas demais amostras como *Onychocorycaeus giesbrechti* e Scolecithricidae. Em contrapartida, a elevada similaridade (100%) observada para as amostras das estações 4 (arrasto vertical) e 5 (arrasto horizontal) parece estar associada às suas baixas densidades zooplânctônicas.

A maior diversidade e a dominância em densidade do grupo Copepoda, observadas nas diversas fontes bibliográficas, podem ser explicadas pelos diferentes níveis tróficos que os organismos de tal grupo ocupam no ecossistema planctônico (PETROBRAS, 2006).

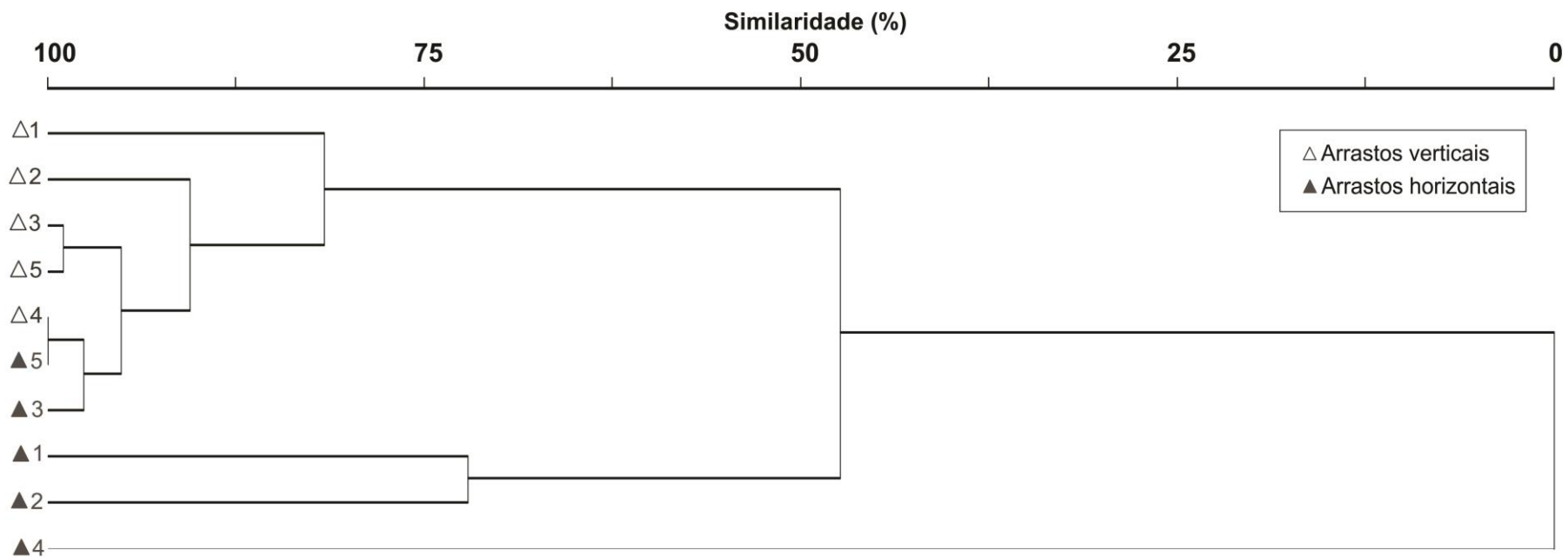


FIGURA 65 – Dendrograma representativo da similaridade quantitativa entre estações e arrastos, a partir dos resultados de densidade do zooplâncton identificados durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.



5.6.3 ICTIOPLÂNCTON

A maior parte dos peixes ósseos marinhos possui uma fase de larva planctônica e as variações que ocorrem nesse período afetam o recrutamento e como consequência os estoques das populações de adultos (HEMPEL, 1979; CIECHOMSKI, 1981; KENDALL *et al.*, 1984; YOKLAVICH *et al.*, 1992). Os estudos de ictioplâncton contribuem para a compreensão da ecologia dos peixes, pois auxiliam no conhecimento sobre as estratégias reprodutivas e época de desova (RÉ *et al.*, 2005). As assembleias de larvas de peixes observadas em um ambiente são reflexos dos padrões de desova dos adultos e do comportamento da larva, que por sua vez, sofrem influência das variações ambientais sazonais (ABDELOUAHAB *et al.*, 2017; ACEVES-MEDINA *et al.*, 2018). De uma forma geral, as desovas de peixes variam de intensidade de um ano para o outro, possivelmente devido às condições hidrológicas, ao aumento de temperatura e às oscilações de salinidade do meio (PETROBRAS, 2013).

O conhecimento sobre a comunidade ictioplanctônica da região oceânica da Bacia de Santos ainda é considerado carente em informações específicas sobre ovos e larvas de peixes, quando comparado às áreas costeiras e da plataforma continental (KATSURAGAWA, *et al.* 2014). No Bloco Alto de Cabo Frio Oeste não foram registrados ovos de peixes nas amostras coletadas em nenhuma das duas malhas. Cabe ressaltar ainda que mesmo quando os ovos são encontrados, em grande parte dos trabalhos, eles permanecem como não identificados devido à carência de literatura com a descrição desse estágio de desenvolvimento (GLEASON & BURTON, 2011; KURTZ, 2012).

5.6.3.1 ANÁLISE QUALITATIVA

O ictioplâncton analisado na atual campanha de monitoramento, considerando as duas malhas da rede bongô (330 e 500 µm) incluiu 24 famílias de larvas de peixes distintas, típicas de regiões oceânicas (FIGUEIREDO & MENEZES, 1978; 1980; FIGUEIREDO *et al.*, 2002): Congridae, Gonostomatidae, Sternoptychidae, Phosichthyidae, Chlorophthalmidae, Evermannellidae, Notosudidae, Sudidae, Paralepididae, Myctophidae, Bregmacerotidae, Trachichthyidae, Ophidiidae, Carapidae, Howellidae, Mullidae, Gobiidae, Trichiuridae, Scaridae, Acropomatidae, Serranidae, Chaetodontidae, Scorpaenidae, Gempylidae. Além disso, os resultados revelaram também a ocorrência de organismos identificados como Ordem Anguilliformes e larvas não identificadas. A Autorização de Captura de Material Biológico e a Declaração de Aceite das amostras de plâncton pelo laboratório responsável são apresentadas no **Anexo E**.

Entre os táxons coletados alguns ocorreram exclusivamente na malha de 330 µm: *Maurolicus stehmanni*, *Chlorophthalmus sp.*, *Notoscopelus caudispinosus*, *Bregmaceros atlanticus*, *Echiodon dawsoni*, *Howella sp.* e *Gempylus serpens*. Nas amostras coletadas com a malha de 500 µm foram registrados doze táxons exclusivos, incluindo um táxon da ordem *Anguilliformes* e onze distribuídos nas 24 famílias: *Vinciguerria poweriae*, *Sudis atrox*, *Uncisudis sp.*, *Hygophum reinhardtii*, *Myctophum sp.*, *Bolinichthys sp.*, *Lepidophanes guentheri*, *Scarus sp.*, *Sparisoma sp.*, *Synagrops sp.* e *Chaetodon sp.* (**Anexo E**).

Todos os táxons registrados na área de estudo já foram identificados na fase de larva e/ou adulto na costa brasileira (ITAGAKI, 1999; LESSA & NÓBREGA, 2000; NONAKA *et al.*, 2000; FIGUEIREDO *et al.*,

2002; MENEZES *et al.*, 2003; FRANCO *et al.*, 2005; BONECKER & CASTRO, 2006; CASTRO *et al.*, 2010; MARCENIUK *et al.*, 2013; KATSURAGAWA *et al.*, 2014; STOCCO & JOYEUX, 2015; BONECKER *et al.*, 2012; 2014). Não foram observadas espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção (DOU, 2004; 2014).

Um número considerável dos táxons registrados no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste representou menos de 5% do total identificado nas amostras obtidas com as malhas de 330 µm e 500 µm. As famílias que tiveram a maior contribuição em número de táxons foram Gonostomatidae, Phosichthyidae, Paralepididae e Myctophidae, sendo essa última a mais representativa, contribuindo com mais de 20% na malha de 330 µm e mais de 30% na malha de 500 µm (**Figura 66**). As larvas da família Myctophidae são comumente encontradas em estudos de ictioplâncton em regiões oceânicas (HULLEY, 1981). De acordo com HAEDRICH (1997) as famílias Myctophidae e Sternoptychidae, representantes típicas da ictiofauna pelágica profunda, foram igualmente abundantes em capturas nas regiões central e sudeste-sul brasileiras.

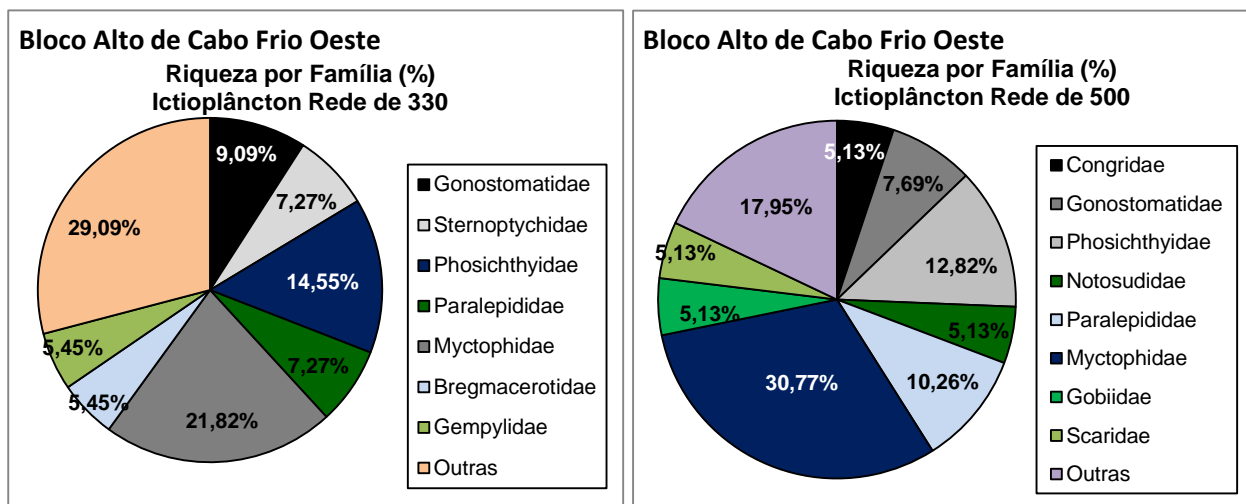


FIGURA 66 – Contribuição (%) por família na riqueza (nº de táxons) de larvas de peixes durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Algumas famílias com hábitos mesopelágicos são consideradas elos tróficos importantes nas cadeias alimentares das regiões oceânicas, uma vez que realizam migração vertical diária e transferem a energia da matéria orgânica consumida na superfície para camadas mais profundas na coluna d’água (ANGEL, 2003; SASSA & HIROTA, 2013; HUDSON *et al.*, 2014; VALLS *et al.*, 2014; CARMO *et al.*, 2015; DAVISON *et al.*, 2015; MODICA *et al.*, 2015). Entre as mesopelágicas destaca-se Myctophidae que é alimento para peixes com importância comercial como atuns e bonitos, além de vários cetáceos, lulas e aves marinhas (NAFPAKTITIS *et al.*, 1977; NAMIKI *et al.*, 2015; MATEU *et al.*, 2015; SORELL *et al.*, 2017; GIMÉNEZ *et al.*, 2018).

No Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, as duas maiores riquezas foram registradas na estação 3, onde foram identificados 17 e 14 táxons, nas malhas de 330 µm e 500 µm, respectivamente. De uma forma geral, para o ictioplâncton observado no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste ocorreu um total de 45 táxons distintos (considerando as duas malhas e incluindo táxons identificados ao nível de família ou ordem, mas sem considerar o grupo de larvas não identificadas). O número de táxons de larvas encontrado com os resultados

associados à malha de 330 µm (29 táxons), foi praticamente igual àqueles obtidos com as análises das amostras da malha de 500 µm (28 táxons). Já a análise por estação revelou uma maior riqueza na estação 3 (nas amostras das duas malhas analisadas) (**Figura 67**).

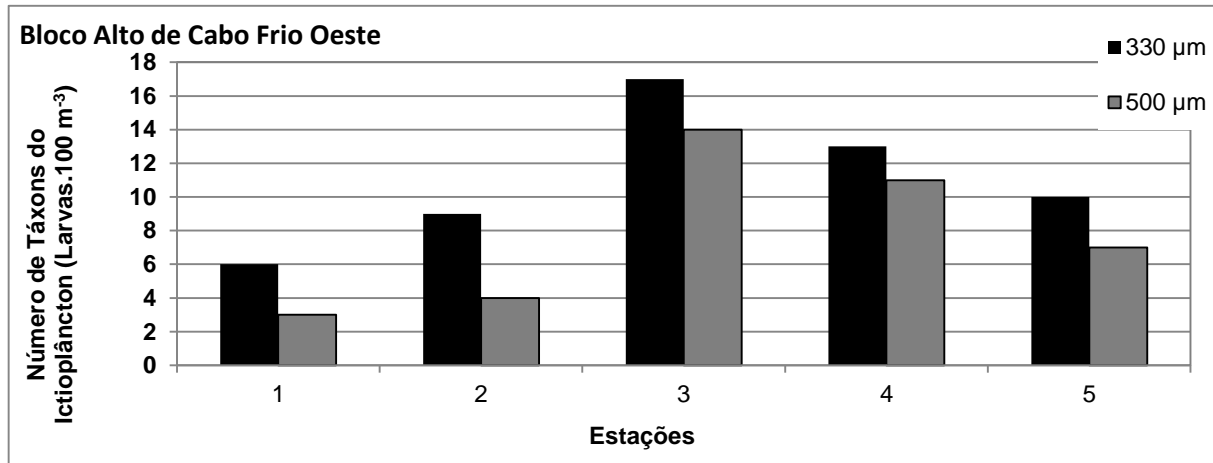
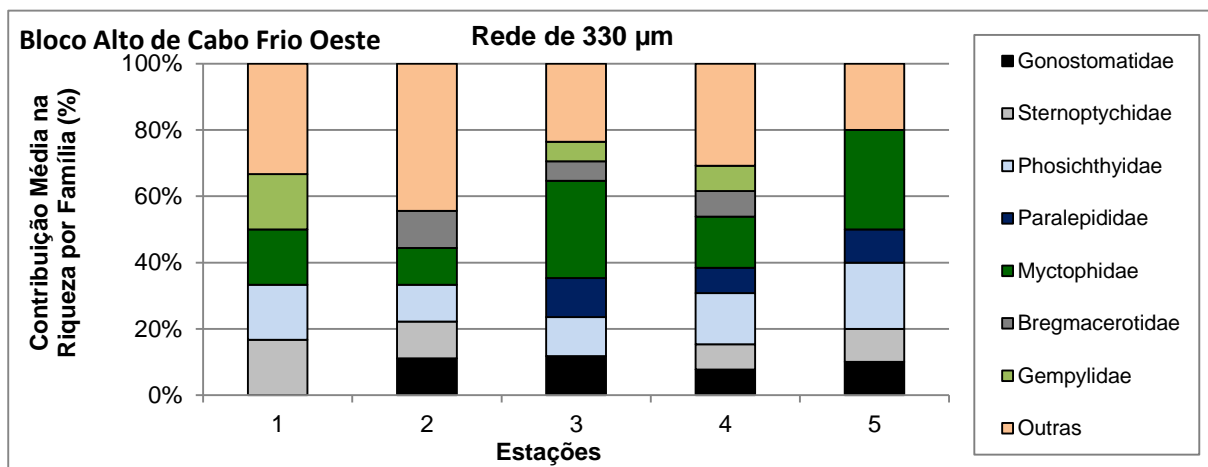


FIGURA 67 – Riqueza (nº de táxons) da assembleia de larvas de peixes em cada estação (malhas de 330 µm e 500 µm), durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

A família Myctophidae foi a que mais contribuiu com táxons em relação ao total identificado em cada estação de coleta nas amostras das duas malhas (**Figura 68**). Na assembleia de larvas de peixes registrada na área de estudo 14 e 21 táxons foram considerados pouco frequentes; 13 e 6 foram classificados como frequentes; 3 e 2 foram muito frequentes, nas malhas de 330 µm e 500 µm, respectivamente (**Tabela 36**).

Entre os táxons classificados como muito frequentes, destaca-se a família Myctophidae, presente em todas as amostras, das duas malhas (**Tabela 37**). Nas regiões nerítica profunda e oceânica, observa-se o predomínio de integrantes das famílias Myctophidae e Sternoptychidae, que correspondem a cerca de 47% do total de larvas. Cabe destacar ainda que durante o período de inverno, em tais áreas, a família Myctophidae é a mais abundante (ROSSI-WONGTSCHOWSKI et al., 2006).



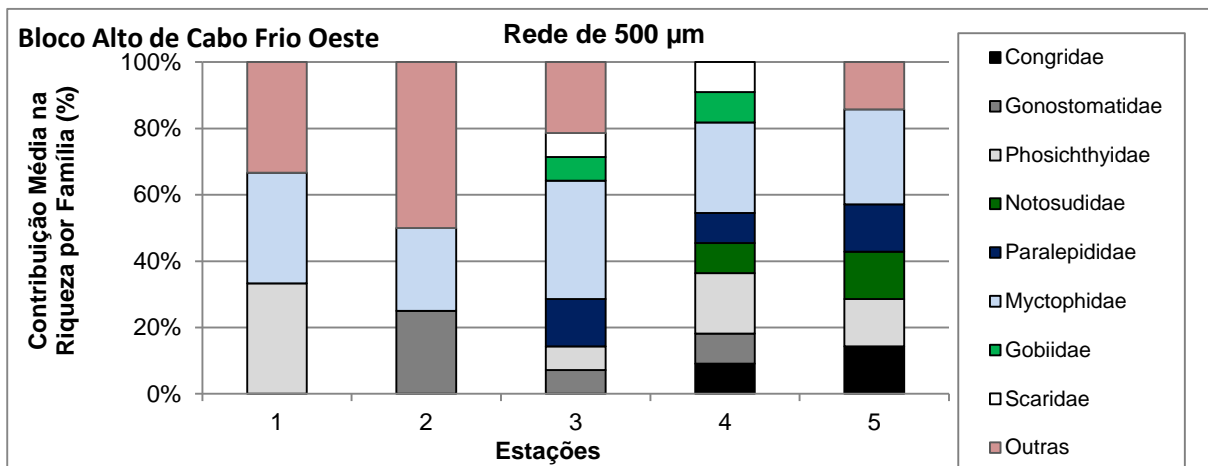


FIGURA 68 – Contribuição (%) por família na riqueza (nº de táxons) de larvas de peixes em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

TABELA 36 – Frequência de ocorrência dos táxons de larvas de peixes nas estações coletadas com as malhas de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Frequência de Ocorrência	Classificação	Nº Táxons	
		Malha de 330 µm	Malha de 500 µm
FO <40	Pouco Frequentes	14	21
40 < FO <70	Frequentes	13	6
FO >70	Muito Frequentes	3	2

TABELA 37 - Táxons de larvas de peixes muito frequentes (FO>70%) nas amostras coletadas com as malhas de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

Táxons muito frequentes nas amostras - FO%			
Malha de 330 µm		Malha de 500 µm	
Phosichthyidae	80	Myctophidae	100
Myctophidae	100	Não identificadas	80
Não identificadas	100		

5.6.3.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

Na atual campanha, a densidade média de larvas de peixes foi considerada baixa, de 19,04 larvas.100 m⁻³. A análise quantitativa para cada malha revelou uma densidade média de 29,15 larvas.100m⁻³ (malha de 330 µm) e de 8,93 larvas.100m⁻³ (malha de 500 µm). De uma forma geral (considerando as duas malhas), as densidades médias variaram de 3,24 a 39,49 larvas.100m⁻³ (**Figura 69**). LOPES (2006), através de campanhas oceanográficas de verão e inverno realizadas na região de Cabo Frio, observou oscilações na abundância de ovos, atribuindo-as a diversos fatores, como hidrodinâmica local, sazonalidade e períodos reprodutivos específicos, indicando um comportamento natural que não pode ser associado a qualquer impacto antrópico. Águas oceânicas oligotróficas e com baixa produtividade normalmente têm baixas

densidades de organismos (BASSANI et al., 1999). Baixas densidades ictioplanctônicas também foram observadas em outros estudos realizados na Bacia de Santos (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002; PETROBRAS/HABTEC, 2003).

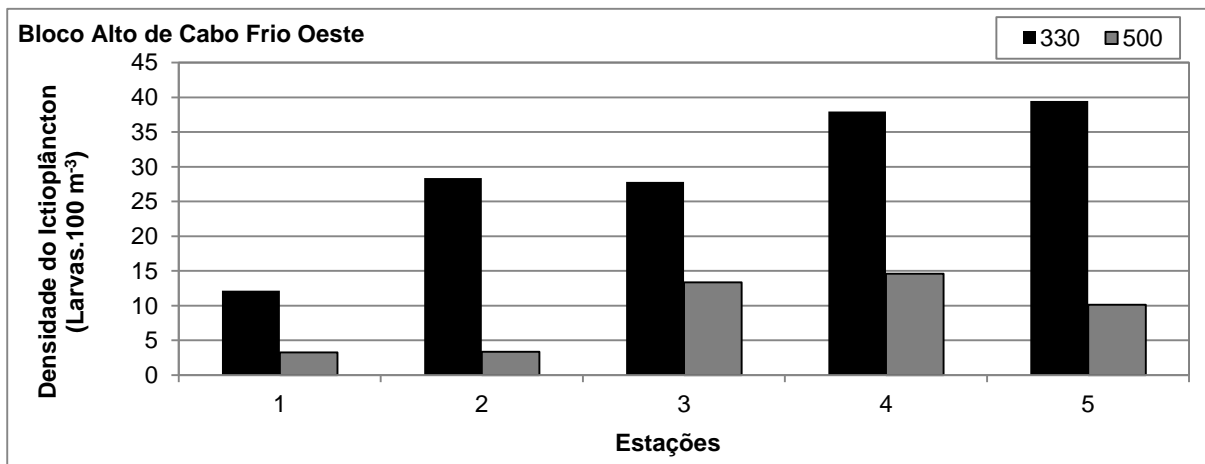


FIGURA 69 – Densidade de larvas de peixes (larvas. 100 m⁻³) coletadas durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

A família Myctophidae foi a mais abundante nas amostras coletadas com as malhas de 330 e 500 µm, representando, respectivamente 58,31% e 45,79% do total de larvas identificadas no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste. As larvas das famílias Gonostomatidae e Phosichthyidae também se destacaram nas assembleias de larvas de peixes das amostras coletadas com as malhas de 330 e 500 µm. Os demais táxons contribuíram com menos de 1% do total identificado e foram agrupados como Outros (**Figura 70**). Outro estudo realizado na Bacia de Santos também registrou dominância de larvas da família Myctophidae (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002). Os mictofídeos tiveram a maior densidade média na Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, tanto nas amostras da malha de 330 quanto nas de 500 µm (**Tabela 38**).

A dominância de um ou mais táxons é comum nas assembleias de larvas de peixes (KATSURAGAWA *et al.*, 2014; GUAN *et al.*, 2017) e o predomínio de larvas de Myctophidae em amostras ictioplanctônicas de águas oceânicas também é considerado frequente (CASTRO *et al.*, 2010; CATUL *et al.*, 2011; BERNAL *et al.*, 2013; OLIVAR *et al.*, 2018).

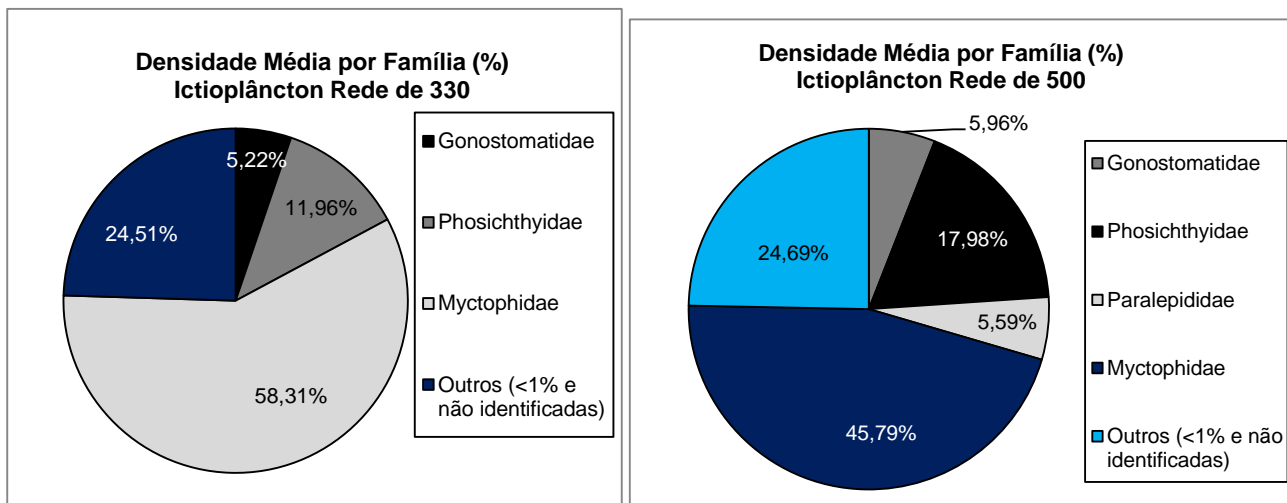


FIGURA 70 – Contribuição média (%) por família na densidade média de larvas de peixes (larvas.100 m⁻³) durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

TABELA 38 – Densidade média (larvas.100 m⁻³) dos táxons de larvas de peixes mais abundantes coletados durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos (malhas de 330 e 500 µm).

Malha de 330 µm		Malha de 500 µm	
Táxon	Densidade média	Táxon	Densidade média
Gonostomatidae	1,26	Gonostomatidae	0,42
Phosichthyidae	2,90	Phosichthyidae	1,28
Myctophidae	14,12	Paralepididae	0,40
Outras (<1%)	5,94	Myctophidae	3,26
		Outras (<1%)	1,76

5.6.3.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS

Os índices de diversidade (*Shannon*) e equitabilidade (*Pielou*), calculados para a comunidade ictioplancônica na área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos, variaram, em geral, em um padrão similar. Para a rede de 330 µm, a diversidade de Shannon variou entre 1,51 (estação 1) e 2,21 bits.ind⁻¹ (estação 3) (média de 1,83 bits.ind⁻¹). Já para a rede de 500 µm, os valores de diversidade oscilaram entre 1,33 (estações 1 e 2) e 2,22 bits.ind⁻¹ (estações 3 e 4) (média de 1,76 bits.ind⁻¹).

No que diz respeito à equitabilidade, os valores oscilaram entre 0,68 e 0,80 (malha de 330 µm) e entre 0,82 e 0,96 (malha de 500 µm). Os resultados demonstram que a maior parte das estações analisadas apresentou alta equitabilidade, demonstrando que os organismos encontram-se bem distribuídos (**Figura 71**).

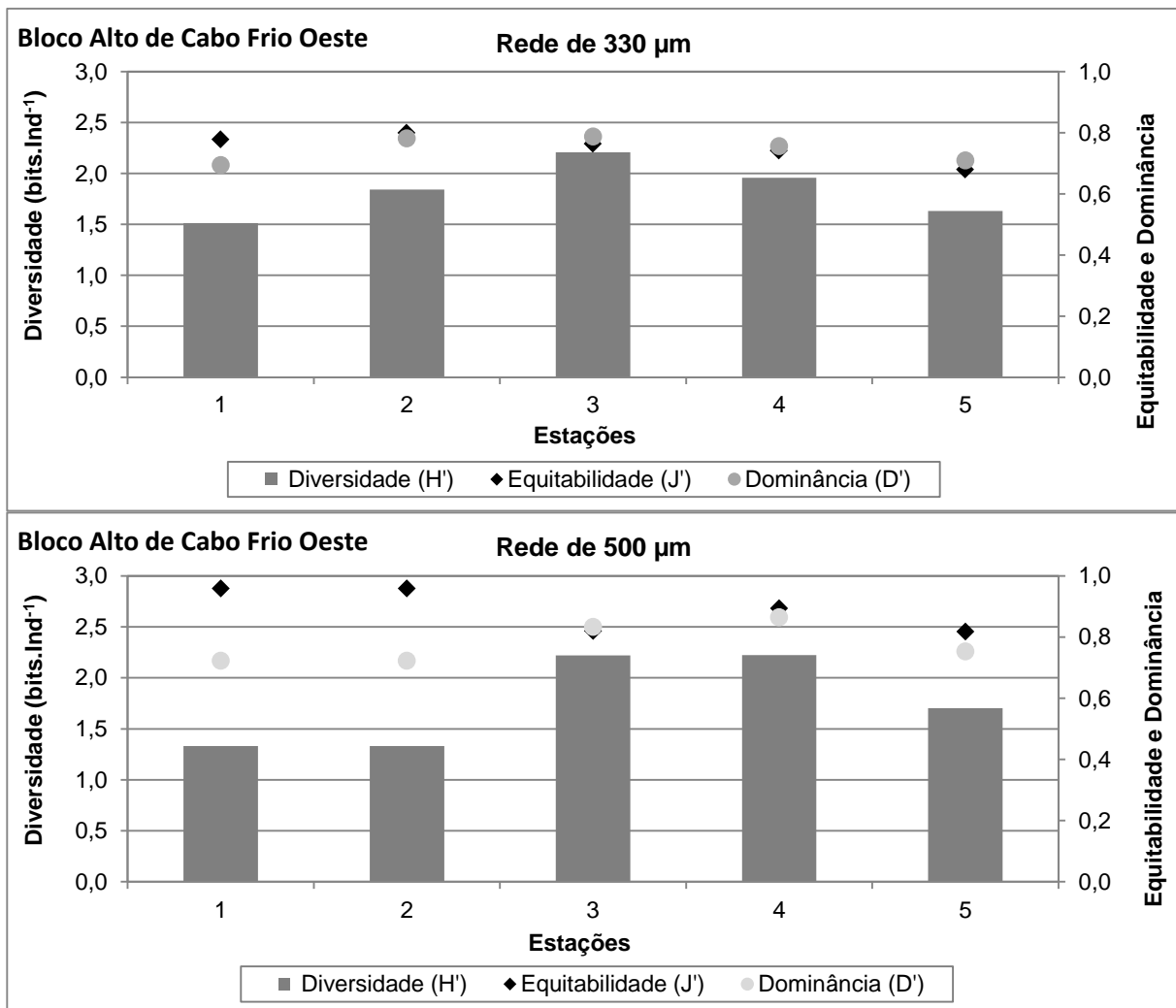


FIGURA 71 – Índices biológicos da assembleia de larvas de peixes em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.

A **Figura 72** a seguir mostra a representação gráfica da análise de similaridade realizada a partir das densidades das larvas do icteoplâncton para as duas malhas de amostragem. Para cada malha analisada individualmente, nota-se a formação de clados com similaridades superiores a 60% entre si. De uma forma geral as amostras da malha de 330 µm mostraram ausência de similaridade com os resultados da malha de 500 µm, exceto para a amostra da estação 1 coletada com a malha de 330 µm, que exibiu alta similaridade com as amostras das estações 3 e 5 coletadas com a malha de 500 µm. Tal exceção pode estar relacionada à densidade total de larvas, que na estação 1 (malha de 330 µm) foi inferior às demais amostras dessa mesma malha e semelhante às amostras das estações 3 e 5 (500 µm).

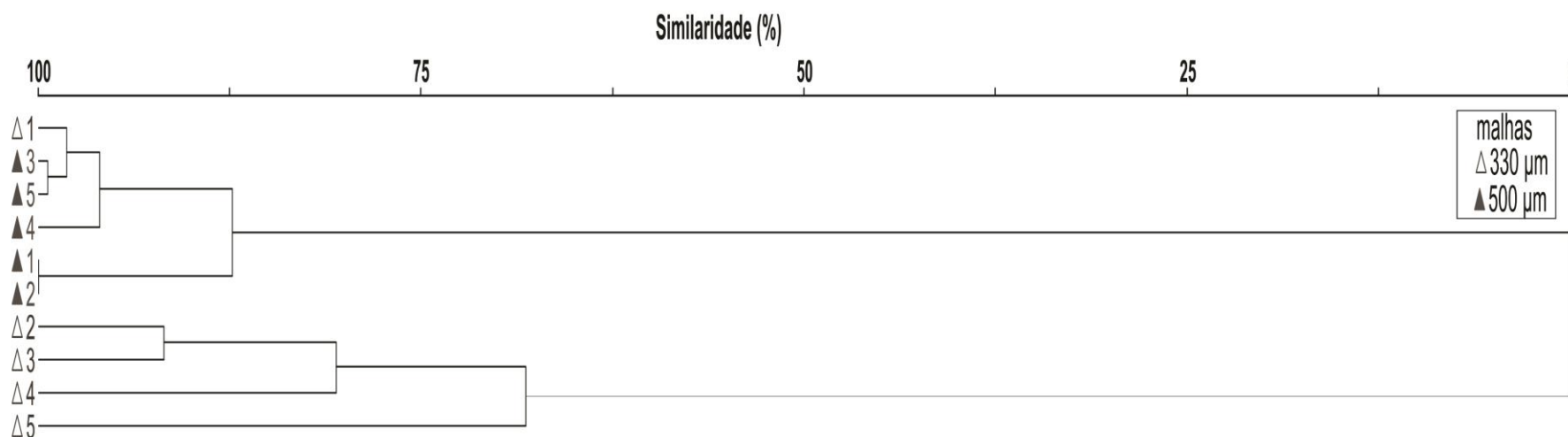


FIGURA 72 – Dendrograma representativo da similaridade quantitativa entre estações nos arrastos de ictioplâncton com rede de 330 e 500 μm durante a caracterização ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, Bacia de Santos.



5.7 ANÁLISE INTEGRADA

5.7.1 COMPARTIMENTO SEDIMENTO

A integração dos resultados dos parâmetros bióticos e abióticos através de análises multivariadas (Análises de Componentes Principais – ACPs) permitiu avaliar o ambiente de maneira mais sinérgica. A base de dados utilizada consistiu nas médias dos valores dos parâmetros físico-químicos do sedimento para cada estação (dados abióticos) e nas densidades de macro e meiofauna (dados bióticos), sendo estes plotados em um segundo plano (biplot).

Os parâmetros físico-químicos considerados nesta análise consistiram em: areia, silte, argila, carbonato, COT, MOT, nutrientes (nitrogênio e fósforo), os metais (Al, Ba, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, V e Zn em mg.kg^{-1}), ^{226}Ra e ^{228}Ra . Os parâmetros cujos resultados foram inferiores ao limite de quantificação do método na maioria das amostras da campanha atual (metais As, Cd e Hg; HTPs e HPAs) não foram considerados nas análises.

Para a associação dos parâmetros físico-químicos com a comunidade bentônica foram consideradas as densidades médias de cada grande grupo (incluindo os organismos da macro e meiofauna) e a densidade média total de cada estação (**Tabela 39**).

TABELA 39 – Códigos para identificação das variáveis utilizadas nas análises multivariadas de integração dos resultados observados no sedimento marinho.

Variáveis	Códigos
Físicas	
Areia	Are
Silte	Sil
Argila	Arg
Químicas	
Carbonato	CaCo ₃
Carbono Orgânico Total	COT
Matéria Orgânica Total	MOT
Nitrogênio	N
Fósforo	P
Alumínio	Al
Bário	Ba
Chumbo	Pb
Cobre	Cu
Cromo	Cr
Ferro	Fe
Manganês	Mn
Níquel	Ni
Vanádio	V
Zinco	Zn
$^{226}\text{Rádio}$	Ra226
$^{228}\text{Rádio}$	Ra228
Biológicas	
Densidade Média Total da Macrofauna	Den_Ma
Densidade Média Total da Meiofauna	Den_Me
Densidade Nematoda da macrofauna	Nem_Ma
Densidade Mollusca da macrofauna	Moll_Ma
Densidade Crustacea da macrofauna	Cr_Ma
Densidade Annelida da macrofauna	Ann_Ma



Variáveis	Códigos
Densidade Annelida da meiofauna	Ann_Me
Densidade Nematoda da meiofauna	Nem_Me

A **Figura 73** abaixo representa a integração dos resultados das análises das amostras de sedimento, evidenciando os padrões previamente visualizados com os dados físico-químicos e biológicos. O ACP mostra que os metais possuem tamanhos de vetores semelhantes, remetendo a um peso similar na análise, ou seja sem evidências de contaminações específicas ou de elevada concentração atípica de nenhum deles. As estações 2 e 4 foram representadas no mesmo quadrante, associadas ao vetor de COT, com maiores concentrações nas amostras de tais estações. O vetor de Ra228 pode ser considerado como um outlier, já que ilustra o único resultado obtido com as análises deste parâmetro na área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste. O valor foi quantificado na réplica 1 da estação 1, podendo ser atribuído a algum interferente na amostra ou durante a análise. Em relação aos resultados das análises de macro e meiofauna bentônica, as diferenças dos valores de densidade obtidos em cada uma das comunidades foram consideravelmente diferentes, o que refletiu na proporção de seus vetores.

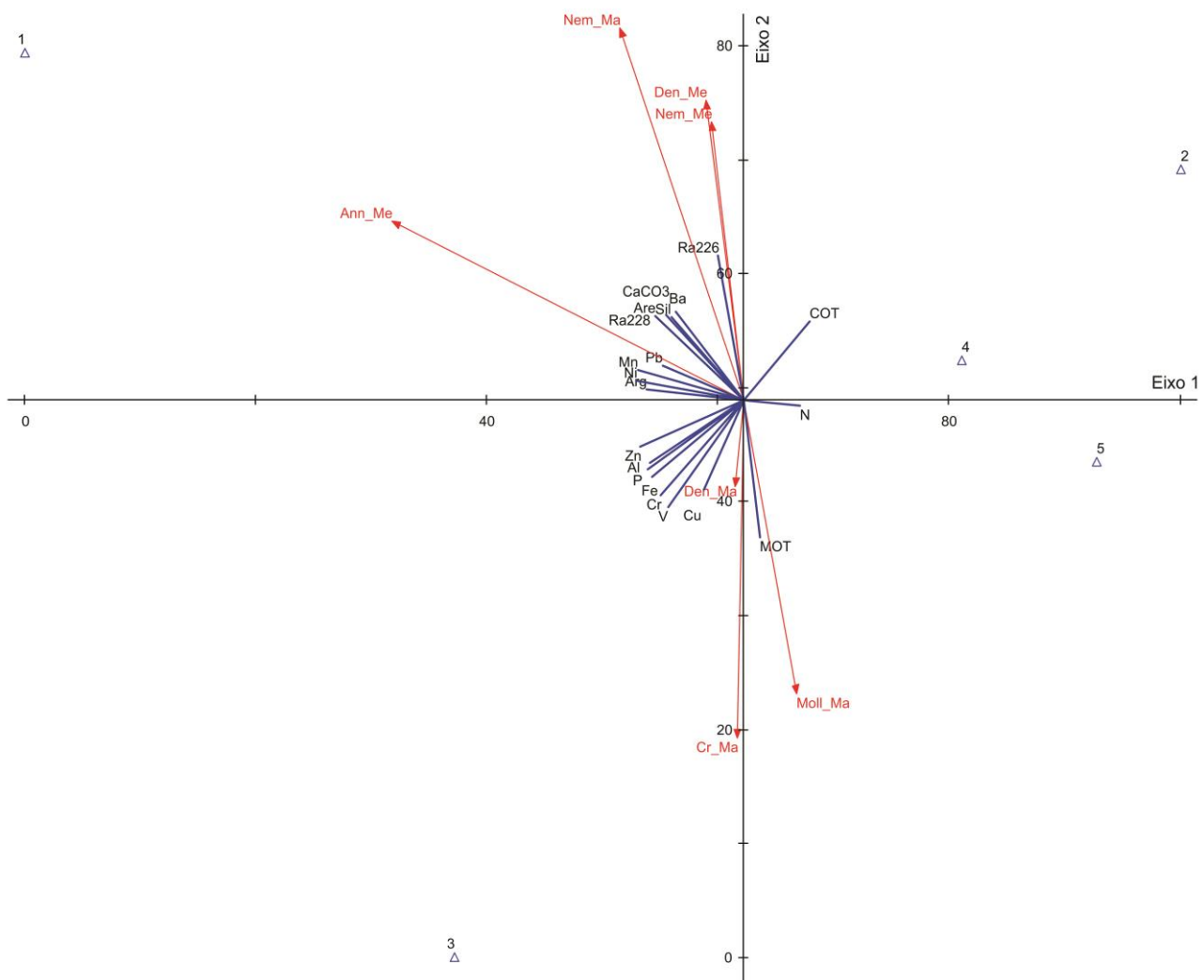


FIGURA 73 - Ordenação das variáveis abióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) para o compartimento sedimento.



5.7.2 COMPARTIMENTO ÁGUA

A **Tabela 40** a seguir apresenta as variáveis abióticas e bióticas utilizadas nas análises integradas do compartimento água. Assim como para o sedimento, somente os descritores químicos com resultados acima do Limite de Quantificação (>LQ) foram utilizados nas análises estatísticas subsequentes. A primeira análise considerou todas as profundidades amostradas, já a segunda, que utiliza também dados bióticos, abrangeu somente os resultados até 300 m de profundidade. Na primeira análise os dados de clorofila-a foram representados como “0” para os estratos “d” e “e”.

Dentre as variáveis biológicas, foram utilizadas apenas os valores de riqueza (em nº de táxons) e as densidades dos grandes grupos taxonômicos do compartimento fitoplânctônico (grupos do microfitoplâncton), além da densidade total do microfitoplâncton e do nanofitoplâncton. Optou-se pela integração com os dados de fitoplâncton em função da estratégia amostral (amostras coletadas nas mesmas profundidades que as amostras para qualidade da água) e pelas respostas mais imediatas deste grupo a sutis alterações físico-químicas da água (em comparação com os organismos do zooplâncton e ictioplâncton).

Na primeira análise, a integração envolveu todos os estratos de profundidade, relacionando cada estação e parâmetro, exceto biota e os dados de clorofila-a foram representados como “0” para os estratos “d” e “e” (**Figura 74**). Já a segunda associou os resultados dos parâmetros físico-químicos com os biológicos, considerando somente os resultados até 300 m de profundidade (**Tabela 40**).

TABELA 40 - Variáveis abióticas e bióticas e respectivas abreviaturas utilizadas na análise integradado compartimento água.

Variáveis	Códigos
Abióticas	
Temperatura	Temp
Salinidade	Sal
Potencial Hidrogeniônico	pH
Oxigênio Dissolvido	OD
Sólidos Dissolvidos	SD
Sólidos em Suspensão	SS
Nitrato	NO ₃
Fosfato	PO ₄
Silicato	Si
Clor_a	Clorofila-a
Carbono Orgânico Total	COT
Bióticas (fitoplâncton)	
Densidade Diatomáceas (Microfitoplâncton)	Diat
Densidade Dinoflagelados (Microfitoplâncton)	Dino
Densidade Cianobactérias (Microfitoplâncton)	Cian
Densidade Cocolitoforídeos (Microfitoplâncton)	Coc
Densidade Silicoflagelados (Microfitoplâncton)	Sil
Densidade Euglenofíceas (Microfitoplâncton)	Eug
Densidade Microfitoplâncton Total	D_Micro
Densidade Nanoplâncton Total	D_Nan

Cabe ressaltar que, no compartimento água, não foram observados hidrocarbonetos (HPA ou HTPs), BTEX ou fenóis, assim como sulfetos. A ausência dos contaminantes citados é pressuposta no meio aquoso marinho com nenhuma ou baixa influência antrópica. A partir disto, a análise multivariada se limitou a pH, OD,

salinidade, temperatura e constituintes mais comuns no meio, como os nutrientes, clorofila, COT e sólidos, além dos parâmetros associados ao fitoplâncton.

A análise abrangendo as 5 profundidades de coleta demonstrou uma tendência de associação entre as amostras mais profundas, de todas as estações, com os vetores de nutrientes, o que é esperado, já que ocorre enriquecimento de nutrientes relacionado a massas d'água (ACAS e AIA) (**Figura 74**).

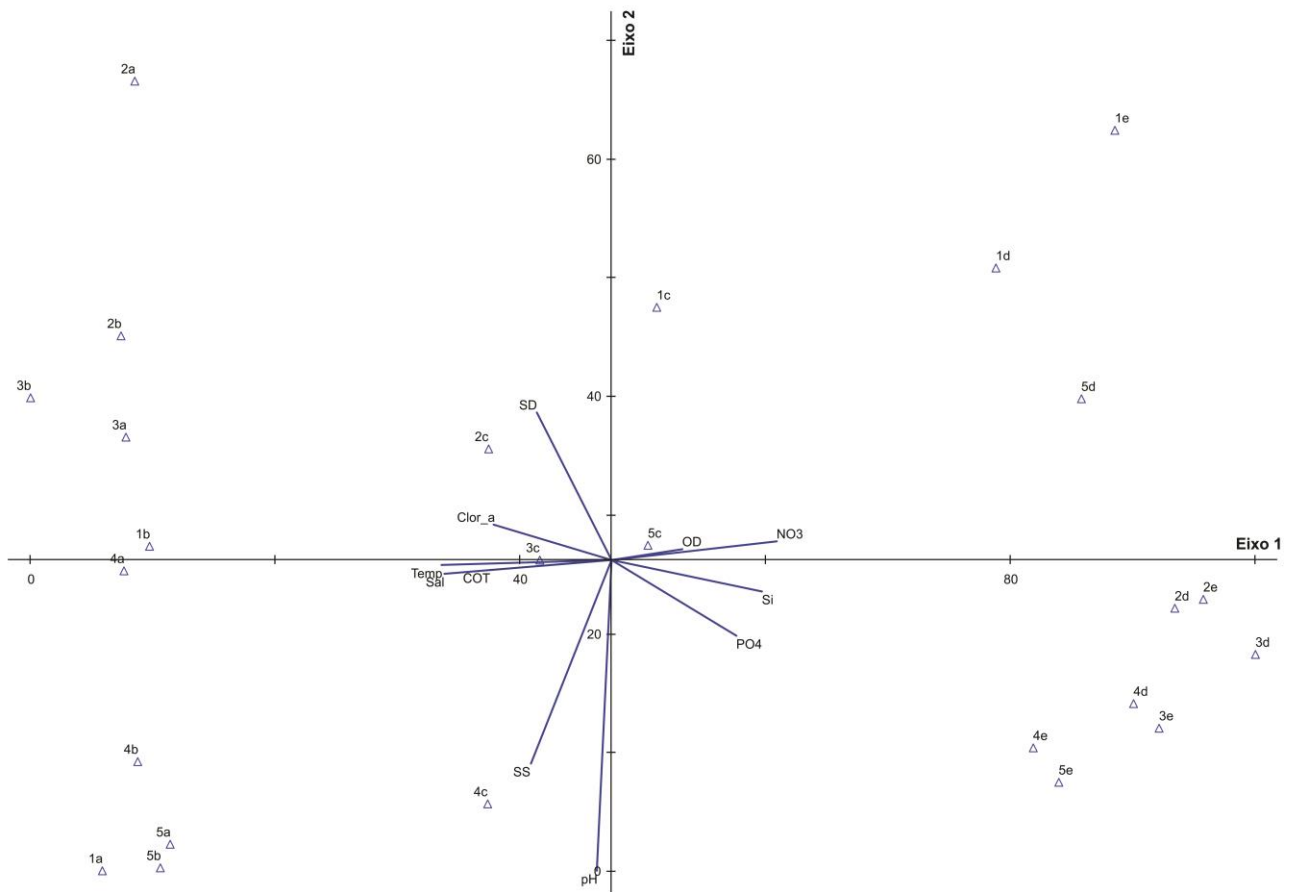


FIGURA 74 – Ordenação das variáveis abióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) em função das diferentes profundidades da coluna d'água.

Assim como a primeira análise, a segunda também evidencia o enriquecimento de nutrientes no estrato mais profundo (c). Além disso, observa-se maiores densidades de nano e microfitoplâncton associadas às estações 2 e 3. Os vetores de dinoflagelados e diatomáceas tiveram maiores pesos do que os demais grupos do microfitoplâncton, ilustrando as densidades mais significativas de tais organismos. A variável “densidade do microfitoplâncton” apresentou-se no mesmo quadrante que a clorofila-a, evidenciando uma tendência natural relativa à representação de clorofila-a como indicativo direto de produção primária. Em geral, os valores de riqueza e densidade diminuíram no estrato relacionado à intrusão da ACAS e as concentrações de nutrientes aumentaram (**Figura 75**).

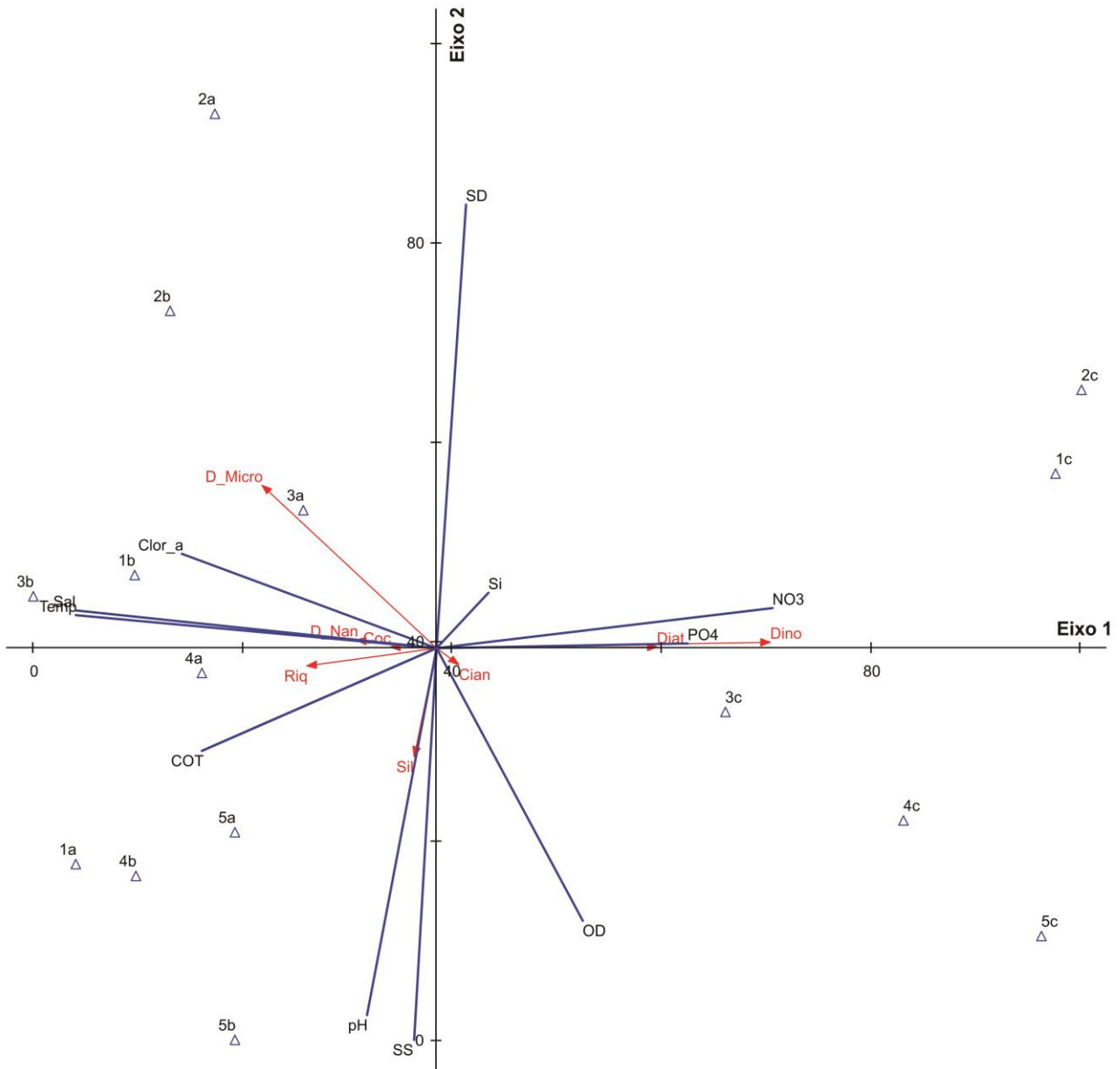


FIGURA 75 – Ordenação das variáveis abióticas e bióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) em função das diferentes profundidades da coluna d’água.

6 CONCLUSÃO

O presente documento apresenta os resultados dos meios biótico e abiótico, dos compartimentos água e sedimento, obtidos no Projeto de Caracterização Ambiental do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, na Bacia de Santos, cumprindo o objetivo de caracterizar ambientalmente a região, conforme metodologias aprovadas pela CGMAC/IBAMA/DILIC. Além dos resultados das análises realizadas nas amostras obtidas durante a atual campanha, a caracterização também contou com a interpretação de filmagens de fundo e com a comparação com estudos realizados em áreas ambientalmente semelhantes.

O fundo marinho da região do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste é formado majoritariamente por sedimentos finos (silte e argila), como já observado em estudos anteriores em regiões oceânicas da Bacia de Santos. A composição carbonática da área varia de 53,36% a 60,35%. As concentrações de COT variaram entre 1,22 e 1,39%, as de MOT oscilaram entre 6,21 e 6,55%. Os teores de nitrogênio e fósforo nos sedimentos foram, de uma forma geral, similares aos resultados anteriormente encontrados na área oceânica da Bacia de Santos.

Em relação aos metais presentes no sedimento, ressalta-se que o Bloco Alto de Cabo Frio Oeste não exibiu concentrações quantificáveis dos metais tóxicos cádmio e mercúrio. Já os demais metais apresentaram concentrações relativamente baixas comparadas a outras regiões da Bacia de Santos. Cabe destacar que o metal ferro apresentou concentrações com a maior ordem de grandeza, característica desse metal em ambientes oceânicos.

Em relação às concentrações de hidrocarbonetos encontradas no sedimento, somente uma réplica (3C) apresentou valores quantificáveis de HTP, porém tal amostra não foi considerada representativa para a região, uma vez os demais compostos (n-alcenos e HPA) mantiveram-se abaixo do limite de quantificação, o que inviabiliza uma análise mais detalhada da origem da contaminação.

Em geral, os resultados de ^{226}Ra obtidos com as análises das amostras das estações do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste remetem a condições naturais e os valores são coerentes com aqueles já reportados em levantamentos pretéritos da Bacia de Santos, enquadrando-se em níveis de *background* locais. Já o isótopo ^{228}Ra foi diagnosticado apenas em uma amostra, podendo ser considerada como um *outlier*.

Os resultados de macrofauna evidenciaram densidades e riquezas relativamente baixas, típicas de ambientes oceânicos oligotróficos. Em regiões profundas, é comum a ocorrência de organismos menores do que aqueles existentes na plataforma continental, revelando um incremento da meiofauna em relação à macrofauna com o aumento da profundidade. A composição taxonômica apresentou destaque para Mollusca (macrofauna) e Nematoda (meiofauna).

A inspeção visual de fundo, realizada através de imagens (snapshots) e vídeos feitos no Bloco Alto de Cabo Frio Oeste, contribuiu para a caracterização ambiental da região, permitindo a verificação da ausência de bancos biogênicos (principalmente corais de profundidade).

Os resultados do compartimento água indicaram a presença das massas d'água esperadas para a região AT, ACAS e AIA. Cabe destacar que o limite inferior da AIA não esteve bem definido, o que dificultou a interpretação do correto posicionamento do final dessa massa e início da APAN.



Os resultados de OD, pH e sólidos foram comuns para região e com pouca variação entre estações.

Todas as amostras exibiram resultados de COT na água do mar enquadrados no limite preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 para Águas Salinas Classe 1 (3,0 mg.L⁻¹).

Na análise nitrogenada nas estações do Bloco Alto de Cabo Frio, não foi possível encontrar concentrações acima do limite de quantificação da amostra para nitrito e nitrogênio amoniacal, o que pode estar associado ao padrão oligotrófico das águas oceânicas. Ressalta-se a ocorrência da variação de nitrato marcada com o aumento da profundidade, caracterizando a intrusão de massas d'água mais ricas, a ACAS e AIA.

Nenhum dos compostos orgânicos analisados, parâmetros indicativos de contaminação orgânica, como sulfetos, HPAs, HTPs e fenóis, foi encontrado em concentrações quantificáveis (efetivas) nas estações da Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste.

O microfitoplâncton da Área do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste foi caracterizado por 99 táxons distintos, sendo a maioria de dinoflagelados (45 táxons), seguidos pelas diatomáceas (33 táxons), coccolitoforídeos (15 táxons), cianofíceas (4 táxons), silicoflagelados (1 táxon) e euglenofíceas (1 táxon). As diatomáceas e os dinoflagelados somados representam quase 80% dos táxons identificados, fato comum em estudos de fitoplâncton de regiões oceânicas oligotróficas.

A comunidade zooplanctônica na área de estudo abrangeu 81 táxons nos arrastos verticais e 86 nos arrastos horizontais e foi dominada por táxons de Copepoda. Em termos de abundância, houve predomínio de Copepoda e Appendicularia, o que é uma característica de comunidade tipicamente oceânica. A assembleia de larvas de peixes foi dominada pela família Myctophidae, que normalmente predomina em amostras oceânicas. Todos os táxons de larvas de peixes identificados já foram registrados na costa brasileira e não foi coletada nenhuma espécie endêmica ou ameaçada de extinção. Em relação à distribuição espacial para os organismos do ictioplâncton houve uma maior riqueza na estação 3 (nas amostras das duas malhas analisadas).

Em resumo, a caracterização do Bloco Alto de Cabo Frio Oeste apresentou resultados esperados para a região oceânica de águas ultra-profundas com pouca ou nenhuma influência antrópica.



7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELOUAHAB, H.; BERRAHAO, A.; BAIBAI, T.; AGOUZOUK, A.; MAKAOUI, A. & ERRHIF, A. 2017. Autumn larval fish assemblages in the northwest African Atlantic coastal zone. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*35(3): 515-527.
- ACEVES-MEDINA, G.; JIMÉNEZ-ROSENBERG, S.P.A.; SALDIERNA-MARTÍNEZ, R.J.; DURAZO, R.; HINOJOSA-MEDINA, A.T.; HERNÁNDEZ-RIVAS, M.E.; GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, E. & GAXIOLA-CASTRO, G. 2018. Distribution and abundance of the ichthyoplankton assemblages and its relationships with the geostrophic flow along the southern region of the California Current. *Latin American Journal of Aquatic Research*46(1): 104-119.
- ALCARAZ, M.; CALBET, A. 2007. Large Zooplankton: Its Role in Pelagic Food Webs. *Encyclopedia of Life Support Systems: Fisheries and Aquaculture*, 5: 243-265.
- AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. C.N.E.X.O. (Centre National pour l'Exploitation des Océans), Brest. 395 p.
- ANGEL, M.V. 2003. The pelagic environment of the open ocean. Chapter 3. In: TYLER, P.A. (Ed.). *Ecosystems of the World*. Vol. 28. *Ecosystems of the deep oceans*, Elsevier: 39-79.
- AVILA, L. R. M.; ARRUDA, M. R.; BONECKER, S. L. C. 2006. Chaetognatha In: Bonecker, S. L. C. (Ed.). *Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Museu Nacional Série de livros n. 21, Rio de Janeiro, p. 165-185.
- AZAM, F.; FENCHEL, T.; FIELD, J. G.; GRAY, J. S.; MEYER-REIL, L. A. & THINGSTAD, F. 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. *Marine Ecology Progress Series*, 10: 257-263.
- AZEVEDO, D.A.; GONÇALVES, M. L. & SILVA, D.B. 2007. Organic Geochemistry of the Angra dos Reis Marine Sediments: Aliphatic and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *Environmental Forensics*, 8, 245-6.
- BARRAGAN, O. L. V.; TRIGUIS; J. A.; QUEIROZ, A. F. S. Caracterização Geoquímica de óleos da América Latina. In: XII Congresso Latinoamericano de Geoquímica Orgânica. 2012
- BARTON, A. D.; DUTKIEWICZ, S.; FLIERL, G.; BRAGG, J. & FOLLOWS, M.J. 2010. Patterns of diversity in marine phytoplankton. *Science*327: 1509-1511.
- BASSANI, C.; BONECKER, A.C.T.; BONECKER, S.L.C.; NOGUEIRA, C.R.; REIS, J.M.L. DOS & NASCIMENTO, L.R. 1999. Plâncton do litoral norte do Estado do Rio de Janeiro (21°00' a 23°30'S) – análise e síntese do conhecimento. In: SILVA, S. H. G. & LAVRADO, H. P. (Eds.). *Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro*. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VII. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro. Brasil: 99-120.



- BASSANI, C., SALDANHA, P., AVELLAR, L. 2002. A utilização de bioindicadores na avaliação de impacto ambiental: Um estudo de caso da Bacia de Campos (Rio de Janeiro-Brasil). In: Anais I Fórum Internacional Ambiental, Costa do Saúpe, Bahia.
- BENKENDORFER, G. & SOARES-GOMES, A. 2009. Biogeography and biodiversity of gastropod molluscs from the eastern Brazilian continental shelf and slope. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37 (2), 143–159.
- BERGLUND, J.; SAMUELSSON, K.; KULL, T.; MUREN, U. & ANDERSSON, A. 2005. Relative strength of resource and predation limitation of heterotrophic nanoflagellates in a low-productive sea area. *Journal of Plankton Research* 27: 923-935.
- BERNAL, A.; OLIVAR, M. P. & PUELLES, M. L. F. 2013. Feeding patterns of *Lampanyctus pusillus* (Pisces: Myctophidae) throughout its ontogenetic development. *Marine Biology* 160: 81-95.
- BJÖRNBERG, T.K.S. 1981. Copepoda. In: Boltovskoy, D., editor. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata: INIDEP. p. 587-680.
- BOLTOVSKOY, D. (ed.) 1981. *Atlas de zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP, Mar del Plata, 936p.
- BONECKER, S. L. C. & CARVALHO, P. F. 2006. Appendicularia In: Bonecker, S. L. C. (Ed.). Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Museu Nacional Série de livros n. 21, Rio de Janeiro, p. 185-203.
- BONECKER, A.C.T. & CASTRO, M.S. 2006. Atlas de larvas de peixes da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Museu Nacional Série Livros n. 19. Rio de Janeiro. 216 p.
- BONECKER, S. L. C. & QUINTAS, M. C. C. 2006a. Doliolidae In: Bonecker, S. L. C. (Ed.). Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Museu Nacional Série de livros n. 21, Rio de Janeiro, p. 215-221.
- BONECKER, S. L. C. & QUINTAS, M. C. C. 2006b. Salpidae In: Bonecker, S. L. C. (Ed.). Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Museu Nacional Série de livros n. 21, Rio de Janeiro, p. 203-213.
- BONECKER, A.C.T.; NAMIKI, C.A.P.; CASTRO, M.S. & CAMPOS, P.N., 2012. Catálogo digital de larvas de peixes da região da Bacia de Campos. <http://www.biologia.ufrj.br/LIZI/>.
- BONECKER, A.C.T.; NAMIKI, C.A.P.; CASTRO, M.S.; & CAMPOS, P.N. 2014. Catálogo dos estágios iniciais de desenvolvimento dos peixes da bacia de Campos. [online]. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia. Zoologia: guias e manuais de identificação séries. Disponível em SciELO Books. 295 p.



BONECKER, S. L. C.; VALENTE, A.; DIAS, C. O.; FERNANDES, L. D. A.; ARRUDA, M.; ALPINO, P.; COSTA, R. F. C. & CARVALHO, P. F. 2014. Catálogo digital de zooplâncton da região da Bacia de Campos. Disponível em <http://www.intranet.biologia.ufrj.br/lizi/>. Acesso em 06/09/2018.

BONECKER, S.L.C., ARAÚJO, A.V., CARVALHO, P.F., DIAS, C.O., FERNANDES, L.F.L., AGUILAR, T.I.M., LOPES, R.M. 2017. Estrutura espacial e temporal da comunidade zooplânctônica. In: Falcão, A.P.C., Moreira, D.L., editores. Ambiente pelágico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, v. 5. p. 171-206.

BRADFORD-GRIEVE, J.M., MARKHASEVA, E.L., ROCHA, C.E.F., ABIAHY, B. 1999. Copepoda. In: Boltovskoy, D., editor. South Atlantic Zooplankton. Leiden: Backhuys Publishers.

BRAGA, E.S.; NIENCHESKI, L.F.H. 2006. *Composição das massas de água e seus potenciais produtivos na área entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chui (RS)*. In: O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil. ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L. & MADUREIRA, L.S-P (org.). Edusp. 466p.

BRANDINI, F.P., MORAES, C.L.B., THAMM, C.A. 1989. Shelf break upwelling, subsurface maxima of chlorophyll and nitrite, and vertical distribution of a subtropical nano – and microplankton community off southeastern Brazil. In: Brandini, F.P., editor. Memórias do III Encontro Brasileiro de Plâncton. Caiobá: UFPR. p. 47-56. CLARKE KR, WARWICK RM. 1994. Similarity-based testing for community pattern: the 2-way layout with no replication. Mar Biol 118, 167-176 [144].

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.

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*. Rio de Janeiro: FEMAR.

CAIRES, T.A. Cianobactérias marinhas bentônicas filamentosas do litoral do Estado da Bahia, Brasil. 2013. 140 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Botânica)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2013.

CALBET, A.; LANDRY, M.R. & NUNNERY, S. 2001. Bacteria-flagellate interactions in the microbial food web of the oligotrophic subtropical North Pacific. Aquatic Microbial Ecology 23: 283-292.

CARMO, V.; SUTTON, T.; MENEZES, G.; FALKENHAUG, T. & BERGSTAD, O.A. 2015. Feeding ecology of the Stomiiformes (Pisces) of the northern Mid-Atlantic Ridge. 1. Sternoptychidae and Phsichthyidae. *Progress in Oceanography* 130: 172-187.

CASTRO, M.S.; RICHARDS, W.J & BONECKER, A.C.T. 2010. Occurrence and Distribution of Larval Lanternfish (Myctophidae) from the Southwest Atlantic Ocean (12°S-22°S). *Revista Brasileira de Zoologia* 27 (4): 541–553.



- CATUL, V.; GAUNS, M. & KARUPPASAMY, P. K. 2011. A review on mesopelagic fishes belonging to family Myctophidae. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21: 339-354.
- CHANG, F. H.; ZELDIS, J.; GALL, M. & HALL, J., 2003. Seasonal and spatial variation of phytoplankton assemblages, biomass and cell size from spring to summer across the north-eastern New Zealand continental shelf. *Journal of Plankton Research*, 25: 737-758.
- CHEVRON/ECOLOGUS. 2006. Diagnóstico Ambiental. In: Estudo de Impacto Ambiental da Atividade de Produção de Petróleo no Campo de Frade, Bacia de Campos.
- CIECHOMSKI, J. de. 1981. Ictioplankton. In: BOLTOSKOY, D. (Ed.). *Atlas del zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino*. Mar del Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP): 829-860.
- CIOTTI, A. M. 2005. Fundamentos de Aplicações de dados bio-ópticos em Oceanografia Biológica. In: Oceanografia por Satélites. Souza, R. B. (org.). Oficina de Textos, São Paulo, pp.205-219.
- COIMBRA, M.A.C. 2006. Avaliação dos resultados analíticos de hidrocarbonetos como instrumento jurídico em caso de derrames de petróleo: mangue de Bertioga. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo. 110p.
- COLLINA, E. K. D. A contribuição dos biomarcadores na geoquímica marinha. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande, 2011.
- COLLINS, S.; ROST, B. & RYNEARSON, T.A. 2014. Evolutionary potencial of marine phytoplankton under ocean acidification. *Evolutionary Applications* 7: 140-155.
- CONVERSI, A.; HAMEED, S. 1998. Common signals between physical and atmospheric variables and zooplankton biomass in the Subarctic Pacific. In: COLIJN, F., TILLMANN, U. & SMAYDA, T. (Eds.). Proceedings of the Symposium on The Temporal Variability of Plankton and Their Physico-Chemical Environment. *ICES Journal of Marine Science*, 55: 739-747.
- CORNILS, A.; SCHNACK-SCHIEL, S.B.; AL-NAJJAR, T.; BADRAN, C.M.I.; RASHEED, M.; MANASREH, R.; RICHTER, C. 2007. The seasonal cycle of the epipelagic mesozooplankton in the northern Gulf of Aqaba (Red Sea). *Journal of Marine Systems*, 68: 278-292.
- COSTA, A. M. R., 2016. Estudo dos radionuclídeos naturais - Ra-226, Ra-228 e Pb-210 - em alguns registros sedimentares do Atlântico Sudoeste ao longo do Holoceno. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo. 171p
- DAVISON, P.; LARA-LOPEZ, A. & KOSLOW, J.A. 2015. Mesopelagic fish biomass in the southern California current ecosystem. *Deep-Sea Research II* 112: 129-142.



- DIAS JMA. 2004. A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos. Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 84 p.
- DIAS, C. O.; ARAUJO, A. V. 2006. Copepoda. In: Bonecker, S. L. C. (Ed.). Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Museu Nacional Série de livros n. 21, Rio de Janeiro, p. 23-101.
- DIAS, C.O.; ARAUJO, A.V.;VIANNA, S.C.; LOUREIRO FERNANDES, L.F.; PARANHOS, R.; SUZUKI, M.S.; BONECKER, S.L.C. 2015. Spatial and temporal changes in biomass, production and assemblage structure of mesozooplanktonic copepods in the tropical south-west Atlantic Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*,95(3): 483-496.
- DOMINGOS-NUNES, R.; RESGALLA Jr., C. 2012. The zooplankton of Santa Catarina continental shelf in southern Brazil with emphasis on Copepoda and Cladocera and their relationship with physical coastal processes. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40: 893-913.
- DUARTE, A.K. 2014. *Variações sazonais do copépodes e da biomassa zooplanctônica na plataforma continental e talude superior do extremo sul do Brasil*. Tese, Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Rio Grande, 165pp.
- EKAU, W. & KNOPPERS, B. 1999. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. *Archives of Fisheries Marine Research*, 47:113-132.
- ESCHMEYER, W.N.; FRICKE, R.; VAN DER LAAN, R. (Eds). 2018. Catalog of Fishes. Disponível em <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- FAHAY, M.P. 2007. Early Stages of Fishes in the Western North Atlantic Ocean (Davis Strait, Southern Greenland and Flemish Cap to Cape Hatteras). Northwest Atlantic Fisheries Organization. Nova Scotia, Canadá: 1696 p.
- FARIAS, C.O. 2006. 301p. Avaliação da degradação de óleo em sedimentos de manguezal: Estudo de caso, Baía de Guanabara, RJ. Tese (Doutorado em Química Analítica), Departamento de Química, PUC-Rio, Rio de Janeiro.
- FERRARESE. 2009. Variações de produtividade da porção oeste do Atlântico Sul ao longo dos últimos 15 mil anos a partir de estudo quantitativo de nanofósseis calcáreos. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo. 84p.
- FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. 1978. **Manual de peixes marinhos do sudeste do brasil. II. Teleostei (2)**. Univ. São Paulo, Museu de Zoologia. São Paulo. 110p.
- FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. 1980. **Manual de peixes marinhos do sudeste do brasil. III. Teleostei (2)**. museu de zoologia da universidade de são paulo. 90pp.

- FIGUEIREDO, J.L.; SANTOS, A.P.; YAMAGUTI, N.; BERNARDES, R.A. & DEL BIANCO ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L. 2002. *Peixes da Zona Econômica Exclusiva da região sudeste-sul do Brasil: Levantamento com rede de meia-água*. São Paulo, Editora da Universidade Estadual de São Paulo, Imprensa Oficial do Estado, 244 p.
- FLEEGER, J.W., DECHO, A.W. 1987. Spatial variability of interstitial meiofauna: a review. *Stygologia*. 3(1): 35-54.
- FRANCO, B.C.; MUELBERT, J.H. & MATA, M.M. 2005. *O ictioplâncton da quebra de plataforma da Região Sudeste-Sul do Brasil e sua relação com as condições ambientais*. Série Documentos REVIZEE: Score Sul. Instituto Oceanográfico – USP. São Paulo, 40 p.
- FRONTIER, S. 1981. Cálculo del error em el recuento de organismos zooplanctónicos. In: Boltovskoy, D. (ed.). *Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino*. INIDEP, Mar del Plata, Argentina, p. 163-167.
- FRONZA, L. 2006. Capacidade de liberação de hidrocarbonetos dos sedimentos de áreas contaminadas do Estuário da Lagoa dos Patos – RS. Dissertação de Mestrado. 126p.
- GEFFARD, O.H.; BUDZINSKI, H.; HIS, E.; SEAMAN, M.N.L. & GARRIGUES, P. 2002. Relationships between contaminant levels in marine sediments and their biological effects upon embryos of oyster *Crassostrea gigas*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 21:2310-2318.
- GIMÉNEZ, J.; MARÇALO, A.; GARCÍA-POLO, M.; GARCÍA-BARÓN, I.; CASTILLO, J.J.; FERNÁNDEZ-MALDONADO, C.; SAAVEDRA, C.; SANTOS, M.B.; DE STEPHANIS, R. 2018. Feeding ecology of Mediterranean common dolphins: The importance of mesopelagic fish in the diet of an endangered subpopulation. *Marine Mammals Science* 34(1): 136-154.
- GLEASON, L.U.; BURTON, R. 2011. High-throughput molecular identification of fish eggs using multiplex suspension bead arrays. *Molecular Ecology Resources*: 1-10.
- GÓMEZ, F., 2007. Gymnodinioid dinoflagellates (Gymnodiniales, Dinophyceae) in the open Pacific Ocean. *Algae*, 224(4): 273-286.
- GONÇALVES, J.F.JR.; CALLISTO, M.; FONSECA, J.J. (1998) Relações entre a composição granulométrica do sedimento e as comunidades de macroinvertebrados bentônicos nas lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida (Macaé, RJ). In: Francisco Esteves. (Org.). *Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. Rio de Janeiro: UFRJ, v. 1, p. 299-310.
- GUAN, L.; DOWER, J.F.; MCKINNELL, S.M.; PEPIN, P.; PAKHOMOV, E.A.; HUNT, B.P.V. 2017. Interannual variability in the abundance and composition of spring larval fish assemblages in the Strait of Georgia (British Columbia, Canada) from 2007 to 2010. *Fisheries Oceanography*, 26: 638-654.



- HAEDRICH, R. L. 1997. Distribution and Population Ecology. In: RANDALL, D. J.; FARRELL, A.P. (Ed.). Deep-Sea Fishes. San Diego: Academic Press. 388 p.
- HALLEGRAEFF, G. M. 1984. Coccolithophorids (calcareous nanoplankton) from Australian waters. *Botanica mar.* 27: 229-249. HOPKINS, T. L. and BAIRD, R. C. (1973): Diet of the hatchetfish *Sternoptyx diaphana*. *Mar. Biol.*, 21, 34-46.
- HARRISON, R.M. 1999. Understanding our environment: An introduction to environmental chemistry and pollution. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- HEIMDAL, B.R. 1997. Modern Coccolithoforids. In: TOMAS, C. R. (Ed.) *Identifying Marine Phytoplankton*. U.S.A.: Academic Press. 583 p.
- HEMPEL, G. 1979. *Early life history of marine fish. The egg stage*. Seattle. Washington Sea Grant Publication, 70 p.
- HUANG, B.; LAN, W.; CAO, Z.; DAI, M.; HUANG, L.; JIAO, N. & HONG, H. 2008. Spatial and temporal distribution of nanoflagellates in the northern South China Sea. *Hydrobiologia*, v. 605, p. 143-157.
- HUDSON, J.M.; STEINBERG, D.K.; SUTTON, T.T.; GRAVES, J.E. & LATOUR, R.J. 2014. Myctophid feeding ecology and carbon transport along the northern Mid-Atlantic Ridge. *Deep-Sea Research I* 93: 104-116.
- HULBURT, E.M. 1963. The diversity of phytoplanktonic population in oceanic, coastal and estuarine regions. *Journal of Marine Research* 21(2): 81-93.
- HULLEY, P. A. 1981. Results of the research cruises of FRV "Walther Herwig" to South America. LVIII. Family Myctophidae (Osteichthyes, Myctophiformes). *Archiv für Fischereiwissenschaft*, 31(1). [S.l.], p. 1-300.
- INGELS, J.; TCHESUNOV, A.V.; VANREUSEL, A. 2011. Meiofauna in the Gollum Channels and the Whittard Canyon, Celtic Margin-how local environmental conditions shape nematode structure and function. 6(5):1-15. doi: 10.1371/journal.pone.0020094.
- IRIGOIEN, X.; HUISMAN, J. & HARRIS, R.P. 2004. Global biodiversity patterns of marine phytoplankton and zooplankton. *Nature* 429: 863-867.
- ITAGAKI, M.K. Composição, Abundância e Distribuição Horizontal das Assembléias de larvas de Peixes Marinhos na Costa Sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 208p. 1999.
- KATSURAGAWA, M.; DIAS, J.F.; HARARI, J.; NAMIKI, C. & ZANI-TEIXEIRA, M.L. 2014. Patterns in larval fish assemblages under the influence of the Brazil current. *Continental Shelf Research* 89: 103-117.



- KENDALL, A.W.; AHLSTROM, E.H. & MOSER, H.G. 1984. Early life history stages of fish and their characters. In: Moser, H.G.; RICHARDS, W.J.; COHEN, D.M. FAHAY, M.P. KENDALL JR., A.W & RICHARDSON, S.L. (Eds.) *Ontogeny and Systematics of fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication 1*:11-22.
- KENNISH, M.J. 1997. Pollution impacts on marine biotic communities. CRC Press LLC, Boca Raton, FL.
- KILLOPS, S.; KILLOPS, V. Introduction to organic geochemistry. 2. ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2005.
- KURTZ, F.W. 2012. Caracterização do Ictioplâncton. In: MENICONI, M.F.G.; SILVA, T.A.; FONSECA, M.L.; LIMA, S.O.F.; LIMA, E.F.A.; LAVRADO, H.P.; FIGUEIREDO JR., A.G. (Eds.). *Baía de Guanabara. Síntese do Conhecimento Ambiental. Biodiversidade. Volume II*. Rio de Janeiro. Iphis Gráfica e Editora. 479p.
- LACERDA, L. D. & MARINS, R. V., 2006. Geoquímica de Sedimentos e o Monitoramento de Metais na Plataforma Continental Nordeste Oriental do Brasil. *Geochemica Brasiliensis*, v. 20, n.1, p. 123-35.
- LAMBSHEAD, P.J.D.; BROWN, C.J.; FERRERO, T.J.; MITCHELL, N.J.; SMITH, C.R., HAWKINS, L.E., TIETJEN, J. 2002. Latitudinal diversity patterns of deep-sea marine nematodes and organic fluxes: a test from the central equatorial Pacific. *Marine Ecology Progress Series*. 236: 129-135.
- LAPA, F. V. Evolução temporal das distribuições dos radionuclídeos naturais U-238, Th-234, Ra-226, Ra-228, Pb-210 e Po-210 no estreito de Bransfield, Península Antártica. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – USP. 2013.
- LEROI, J-M. & HALLEGRAEFF, G. M., 2006. Scale-bearing nanoflagellates from southern Tasmanian coastal waters, Australia. II. Species of Chrysophyceae (Chrysophyta), Prymnesiophyceae (Haptophyta, excluding Chrysochromulina) and Prasinophyceae (Chlorophyta). *Botanica Marina*, 49: 216-235.
- LESSA, R. & NÓBREGA, M.F. 2000. *Guia de identificação de peixes marinhos da região nordeste*. Programa REVIZEE: Score nordeste. DIMAR. 138 p.
- LEVITUS, S.; BOYER, T. 1994. World Ocean Atlas 1994. Volume 4: Temperature. NOAA Atlas NESDIS 4, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C.
- LIMA, D.; LIMA, S.; SILVA, V.; GRIEPINK, F.; SANTANA, A.; REBOUÇAS, L. Hidrocarbonetos Aromáticos de Petróleos da Bacia de Sergipe-Alagoas. 2007.
- LONGHURST, A., 1993. Seasonal cooling and blooming in tropical oceans. *Deep Sea Research*, v. 40, i. 11-12, p. 2145-2165.



- LOPES, C. L. 2006. Variação espaço-temporal do ictioplâncton e condições oceanográficas na região de Cabo Frio (RJ). Tese (doutorado) Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, USP. São Paulo – SP. 226p.
- MACHADO, R.C.A.; FEITOSA, F.A.N.; KOENING, M.L. & FLORES MONTES, M.J. 2017. Spatial and seasonal variation of the phytoplankton community structure in a reef ecosystem in North-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*: 1-10.
- MAGALHÃES, F. dos S. 2012. Utilização do fitoplâncton como instrumento de avaliação em programas de monitoramento nos ecossistemas aquáticos costeiros. Estudo de caso: Laguna de Araruama/RJ. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 160 p.
- MAHIQUES, M. M. et al. 2002. Post-LGM sedimentation on the outer shelf-upper slope of the northernmost part of the São Paulo Bight, southeastern Brazil. *Marine Biology*, V. 181 p. 387-400.
- MALONE, T. C. 1971. The relative importance of nanoplankton and netplankton as primary producers in tropical oceanic and neritic phytoplankton communities. *Limnology and Oceanography*, 16(4): 633-639.
- MARCENIUK, A.P.; CAIRES, R.A.; WOSIACKI, W.B. & DI DARIO, F. 2013. Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos (Chondrichthys e Teleostei) da costa norte do Brasil. *Biota Neotropica* 13(4): 251-259.
- MARGALEF, R.. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Sci. Arts* 14: 211-235.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnologia*. Barcelona: Ediciones Omega S.S. 1010p.
- MARGALEF, R. 1989. *Ecologia*. Barcelona: Ediciones Omega S.S. 951p.
- MARINS, R.V. FREIRE, G.S.S.; MAIA, L.P.; LIMA, J.P.R. & LACERDA, L.D. 2002. Impacts of land-based activities on the Ceará coast, NE Brazil. In: LACERDA, L.D.; KREMER, H.H.; KJERVFE, B.; SALOMONS, W. MARSHALL-CROSSLAND, J.I. & CROSSLAND, J.C. (eds.). *South American Basis: LOICZ Global change assessment and synthesis of river catchment – coastal sea interaction and human dimensions*. LOICZ Reports & Studies n°21. p:92-98.
- MATEU, P.; NARDI, V.; FRAIJA-FERNÁNDEZ, N.; MATTIUCCI, S.; SOLA, L.G.; RAGA, J.A.; FERNÁNDEZ, M. & AZNAR, F.J. 2015. The role of lantern fish (Myctophidae) in the life-cycle of cetacean parasites from western Mediterranean waters. *Deep-Sea Research I* 95: 115-121.
- MAZZERA, D.; HAYES, T.; LOWENTHAL, D.; ZIELINSKA, B. 1999. Quantification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil at Mcmurdo Station, Antarctica, *The Science of Total Environment*, 299; 65:7.

- MAZZOCCHI, M.G., PAFFENHÖFER, G.A. 1999. Swimming and feeding behaviour of the planktonic copepod *Clausocalanus furcatus*. *Journal of Plankton Research*. 21(8): 1501-1518.
- McEWEN, G. F.; JOHNSON, M. W. & FOLSOM, T. R. 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom plankton sample splitter, based upon test observations. *Archives of Meteorology, Geophys and Bioklimatology*, (Ser. A), 7: 502-527.
- MCIVER, S.B., 1975. Structure of cuticular mechanoreceptors of arthropods. *A. Rev. Ent.* 20, p.381-397.
- MELLO, M.R., 1988, *Geochemical and Molecular Studies of the Depositional Environments of Source Rocks and their Derived Oils from the Brazilian Marginal Basins*. Tese de Ph.D., Universidade de Bristol, pp240.
- MENEZES, N.A.; BUCKUP, P.A.; FIGUEIREDO, J.L. & MOURA, R.L. 2003. *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 160 p.
- MILJUTINA, M.A., MILJUTIN, D.M., MAHATMA, R. & GALÉRON, J. (2010) Deep-sea nematode assemblages of the Clarion-Clipperton Nodule Province (Tropical North-Eastern Pacific). *Marine Biodiversity*, 40, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s12526-009-0029-0>
- MILLERO, F.J. 1996. *Chemical Oceanography*. Hardcover, 2nd Edition. Marine Science Series. ISBN: 0-8493-8423-0.
- Ministério do Meio Ambiente – CONAMA – Resolução 357. Disponível em <http://www.mma.gov.br/portconama/legiabre.cfm?codleg=459>
.....CONAMA – Resolução 430 de 2011. Disponível em <<http://www.mma.gov> Ministério do Meio Ambiente – CONAMA – Resolução 357. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/portconama/legiabre.cfm?codleg=459>>
- MMA/PETROBRAS/AS/PEG. 2002. *Diagnóstico Ambiental das Bacias de Santos e Campos*. Relatório Técnico.
- MODICA, L.; CARTES, J.E.; VELASCO, F. & BOZZANO, A. 2015. Juvenile hake predation on Myctophidae and Sternoptychidae: Quantifying an energy transfer between mesopelagic and neritic communities. *Journal of Sea Research* 95: 217-225.
- MUÑIZ, O.; RODRÍGUEZ, J.G.; REVILLA, M.; LAZA-MARTÍNEZ, A.; SEOANE, S. & FRANCO, J. 2018. Seasonal variations of phytoplankton community in relation to environmental factors in an oligotrophic area of the European Atlantic coast (southeastern Bay of Biscay). *Regional Studies in Marine Science* 17: 59-72.
- NAFPAKTITIS. B.G.; BACKUS. R.H.; CRADDOCK. J.E.; HAEDRICH. R.L. ROBINSON. B.H. & KARNELLA. C., 1977. Family Myctophidae. In: GIBBS JR, R.H. (Ed.). *Fishes of the Western North Atlantic*. *Memoir Sears Foundation for Marine Research* 1 Pt 7: 13-265.



- NAMIKI, C.A.P; KATSURAGAWA, M. & ZANI-TEIXEIRA, M.L. 2015. Growth and mortality of larval *Myctophum affine* (Myctophidae, Telesostei). *Journal of Fish Biology* 86: 1335-1347.
- NEFF, J.M. 2008. Estimation of Bioavailability of Metals from Drilling Mud Barite. *Integrated Environmental Assessment and Management* — Volume 4, Number 2—pp. 184–193.
- NIENCHESKI, F.; BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROSO, R. H.; BASTOS, L.A.P.B. 1999. Oceanografia Química: Levantamento bibliográfico e identificação do estado atual do conhecimento. Rio de Janeiro: Graflin/Programa REVIZEE. 171 p.
- NONAKA, R.H.; MATSUURA, Y. & SUZUKI, K., 2000. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fisheries Bulletin*, 9: 767-784.
- NRC, 1985. NRC. Oil in the Sea: Inputs, fates and effects, National Research Council, Washington, DC.
- NYBAKKEN, J.W. & BERTNESS, M. D. 2005. Marine Biology. An ecological approach. 6th ed. Pearson Education, San Francisco, CA, USA, 579 pp.
- OGP (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL & GAS PRODUCERS). 2005. Fate and effects of naturally occurring substances in produced water on the marine environment. Relatório No. 364.
- OLGUÍN, H. F.; BOLTOVSKOY, D.; LANGE, C. B. & BRANDINI, F. 2006. Distribution of spring phytoplankton (mainly diatoms) in the upper 50 m of the Southwestern Atlantic Ocean (30° to 61°S). *Journal of Plankton Research*, 13. 45 p.
- OLIVAR, M. P.; BODE, A.; LÓPEZ-PÉREZ, C.; HULLEY, P.A. & HERNÁNDEZ-LEÓN, S. 2018. Trophic position of lanternfishes (Pisces: Myctophidae) of the tropical and equatorial Atlantic estimated using stable isotopes. *ICES Journal of Marine Science*: 1-13.
- OLIVEIRA, R. C. G.; OLIVEIRA, M. C. K. 2000. Remoção de contaminantes tóxicos dos efluentes líquidos oriundos da atividade de produção de petróleo no mar. *Boletim Técnico PETROBRÁS*. Rio de Janeiro, 43 (2): 129-136.
- PASSAVANTE, J.Z.O.; KOENING, M.L.; ESKINAZI-LEÇA, E. 1982. Dinoflagelados da plataforma continental do Ceará. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE.* , Recife, 17: 47-66.
- PEDROSA, P, SILVEIRA, I. C. A., LAVRADO, H. P. Hidroquímica de massas d'água oceânicas em regiões da margem continental brasileira, Bacia de Campos, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Geochemica Brasiliensis*. v. 20 (1) 101 – 119, 2006.
- PENTREATH, R. J. 1984. Alpha-emitting nuclides in the marine environment. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, v. 223. 1984.

- PETROBRAS, 2001. Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção de Petróleo na Bacia de Campos. Relatório Final. Ed. Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Miguez de Mello (CENPES), da PETROBRAS, GERENCIA de Biotecnologia e Ecossistemas. Rio de Janeiro. 222p.
- PETROBRAS/HABTEC. 2003. Relatório Final de Caracterização dos Blocos BMS - 8, 9, 10, 11 e 21, Bacia de Santos. [S.l.].
- PETROBRAS. 2006. Atividade de Perfuração Marítima na Área Geográfica Bacia de Santos. EIA/RIMA.
- PETROBRAS. 2013. Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 2.
- PIELOU, E. C. 1975. Ecological Diversity. Wiley, New York.
- PRATA, M.P. 2007. Caracterização do ambiente marinho do Estado do Espírito Santo utilizando dados do Banco Nacional de Dados Oceanográficos. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental; área: Recursos Hídricos. Vitória-ES.
- PULGATI, F.H.; FACHEL, J.M.G.; RUSSO, L.; PERALBA, M.C.; POZZEBON, D. 2005. Identificação da Área Alterada pela Presença de Fluidos de Perfuração na Atividade Exploratória Marítima. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvador. 6p.
- RÉ, P.; AZEITEIRO, U. & MORGADO, F. 2005. Ecologia do icteoplâncton. In: RÉ, P.; AZEITEIRO, U. & MORGADO, F.(Eds.). *Ecologia do plâncton marinho e estuarino*. Edições Afrontamento: 111-140.
- READMAN, J.W. et al. Petroleum and PAH contamination of the Black Sea. Marine Pollution Bulletin, n. 44, p. 48-62, 2002.
- RICHARDS, W.J. 2006. Early stages of atlantic fishes: an identification guide for the Western North Atlantic. Volume I. and Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida: 2640 p.
- RODRIGUES, S.V.; MARINHO, M.M.; JONCK, C.C.A.C.; CORREA, R.M.; OLIVEIRA, A.C.L.; GONÇALVES, E.S.; SANTOS, M.C.; BRANT, V.F.; & BRANDÃO, F.P. 2017. Composição do fitoplâncton a partir da avaliação de pigmentos marcadores (carotenoides e clorofilas). In: FALCÃO, A.P.C. & MOREIRA, D.L. (Eds.). *Ambiente pelágico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste*. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats 5: 89-125.
- RUTTENBERG, K. C. 1992. Development of a sequential extraction method for different forms of phosphorus in marine sediments. Limnol. Oceanogr. 37:1460-1482.
- SARKER, S.; LEMKE, P. & WILTSHIRE, K.H. 2018. Does ecosystem variability explain phytoplankton diversity? Solving an ecological puzzle with long-term data sets. *Journal of Sea Research* 135: 11-17.



- SASSA, C. & HIROTA, Y. 2013. Seasonal occurrence of mesopelagic fish larvae on the onshore side of the Kuroshio off southern Japan. *Deep-Sea Research I* 81: 49-61.
- SARMIENTO, A.M.; DELVALLS, A.; MIGUEL-NIETO, J; SALAMANCA MI; CARABALLO, M.A. 2011. Toxicity and potential risk assessment of a river polluted by acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt (SW Spain). *Sci Total Environ* 409:4763—4771
- SEGUI, P. N., 2009. Bioatenuação da geração de sulfeto, por meio da utilização de nitrato, em água produzida proveniente da extração de petróleo. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória. 101 f.
- SHANNON C.E. & WIENER, W., 1949. The mathematical theory of communication. Urbana: University Illinois Press.
- SILVA, A.C.; ARAÚJO, M.; BOURLÈS, B. 2005. Variação sazonal da estrutura de massas de água na plataforma continental do Amazonas e área oceânica adjacente. *Revista Brasileira de Geofísica*. pp. 145-157.
- SIMPSON, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, v. 163, p. 163-699.
- SOLTWEDEL T, HASEMANN C, QUERIC NV, VON JUTERZENKA K. 2005. Gradients in activity and biomass of the small benthic biota along a channel system in the deep Western Greenland Sea. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 2005;52(5):815–835. doi: 10.1016/j.dsr.2004.11.011.
- SOMERFIELD, WARWICK & MOENS, 2005. Meiofauna techniques, in: Eleftheriou, A. et al. (Ed.) *Methods for the study of marine benthos*. pp. 229-272.
- SORELL, J.M.; VARELA, J.L.; GOÑI, N.; MACÍAS, D.; ARRIZABALAGA, H. & MEDINA, A. 2017. Diet and consumption rate of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Strait of Gibraltar. *Fisheries Research* 188: 112-120.
- SOURNIA, A. 1978 – *Phytoplankton Manual. Monography Oceanographical Methodology*, v. 6, p. 69- 74.
- SPRINGER, M. V Caracterização de Biomarcadores e Diamantóides em Amostras de Óleos da Bacia Llanos Orientales, Colômbia. Dissertação de Mestrado. COPPE – UFRJ. 2007
- STOCCO, L.B. & JOYEUX, J.C. 2015. Distribution of fish larvae on the Vitória-Trindade Chain, southwestern Atlantic. *Check List* 11(2)1590:1-11.
- SUSINI-RIBEIRO, S.M.M.S. 1996. *Caracterização taxonômica e ecológica das comunidades pico, nano- e microplanctônicas, superficial e profunda, da zona eufótica do Atlântico Sul*. Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. 155 p.
- TENENBAUM, D. R.; GOMES, E. A. T. & GUIMARÃES, G. P. 2007. Microorganismos planctônicos: pico, nano e micro. In: VALENTIN, J. L. (Org.). *Características hidrobiológicas da região central da zona econômica exclusiva brasileira (Salvador, BA ao Cabo de São Tome, RJ)*. Brasília, MMA. 168 p.



- TENENBAUM, D.R.; NASCIMENTO, S.M.; VIANNA, S.; FRAGOSO, G.; HATHERLY, M. & MORAES, R. 2017. Estrutura espacial e temporal da comunidade microplânctônica. In: FALCÃO, A.P.C.; & MOREIRA, D.L. (Eds.). *Ambiente pelágico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste*. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats 5: 127-170.
- TOMMASI, L. R. 1994. Programa de monitoramento ambiental oceânico da Bacia de Campos, RJ. Fundespa, Geomap, Cenpes-Petrobras, São Paulo. 169p.
- VALLS, M.; OLIVAR, M.P.; FERNÁNDEZ DE PUELLES, M.L.; MOLÍ, B.; BERNAL, A. & SWEETING, C.J. 2014. Trophic structure of mesopelagic fishes in the western Mediterranean based on stable isotopes of carbon and nitrogen. *Journal of Marine Systems* 138: 160-170.
- VANREUSEL, A., FONSECA, G., DANOVARO, R., DA SILVA, M.C., ESTEVES, A.M., FERRERO, T., GAD, G., GALTSOVA, V., GAMBI, C., DA FONSÊCA GENEVOIS, V., INGELS, J., INGOLE, B., LAMPADARIOU, N., MERCKX, B., MILJUTIN, D., MILJUTINA, M., MUTHUMBI, A., NETTO, S., PORTNOVA, D., RADZIEJEWSKA, T., RAES, M., TCHESUNOV, A., VANAUVERBEKE, J., VAN GAEVER, S., VENEKEY, V., BEZERRA, T.N., FLINT, H., COPLEY, J., PAPE, E., ZEPELLI, D., ARBIZU MARTINEZ, P. & GALERON, J. (2010) The contribution of deep-sea habitat heterogeneity to global nematode diversity. *Marine Ecology*, 31, 6–20. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2009.00352>.
- VAULOT D., CAMPBELL L., LIU, H., NOLLA, H.A. 1997. Annual variability of phytoplankton and bacteria in the subtropical North Pacific Ocean at Station ALOHA during the 1991-1994 ENSO event. *Deep-Sea Research I*, 44(2):167-192.
- VILLAC, M.C.; CABRAL-NORONHA, A. de P.V. & OLIVEIRA PINTO, T. de, 2008. The phytoplankton biodiversity of the coast of the state of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*8(3): 151-173.
- VILLAC, M.C. & TENENBAUM, D.R., 2010. The phytoplankton of Guanabara Bay, Brazil. I. Historical account of its biodiversity. *Biota Neotropica*10(2): 271-293.
- VOLKMAN, J.; O'LEARY, R.; SUMMONS, M. & BENALL., 1992. Biomarker composition of some asphaltic coastal bitumens from Tasmania, Australia. *Organic geochemistry*. vol. 18(5), pp. 668-682.
- WANG, L.; OU, L.; HUANG, K.; CHAI, C.; WANG, Z.; WANG, X. & JIANG, T. 2017. Determination of the spatial and temporal variability of phytoplankton community structure in Daya Bay via HPLC-CHEMTAX pigment analysis. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*: 1-11.
- WAPLES, D.W.; MACHIYARA, T. Biomarkers for geologists: a practical guide to the application of steranes and triterpanes in petroleum geology. AAPG methods in exploration series, v. 9, p.1-76, 1991.
- WRIGHT, L. D. Morphodynamics of inner continental shelves. CRC Marine Science Series. Flórida - EUA. 241 p. 1995.



YOKLAVICH, M.M.; STEVENSON, M. & CAILLIET, G.M. 1992. Seasonal and spatial patterns of ichthyoplankton abundance in Elkhorn Slough, California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 34: 109-126.

YONEDA, N.T. 1999. Plâncton. In: Banco de Dados Tropicais. Disponível em: www.bdt.org.br/workshop/costa/plâncton.

ZHANG, Y., JIAO, N. & HONG, N., 2008. Comparative study of picoplankton biomass and community structure in different provinces from subarctic to subtropical oceans. *Deep-Sea Research II*, 55:1605 - 1614.

ZUBKOV, M. V., SLEIGH, M. A., BURKILL, P. H. & LEAKEY, R. J. G., 2000. Picoplankton community structure on the Atlantic Meridional Transect: a comparison between seasons. *Progress in Oceanography*, 45:369–386.



8 EQUIPE TÉCNICA

TABELA 41 – Responsabilidade técnica.

Nome	Formação	Função	Registro	C.T.F IBAMA	Assinatura
Luiz Henrique Capotorto Barbosa	Oceanógrafo Msc. Oceanografia Física, Química e Geológica	Coordenador Geral – Revisão do relatório	N/A	521520	
Raiane Gomes Tardin Cavalcanti do Poço	Oceanógrafa MSc. Geologia e Geofísica Marinha	Analista de Projetos – Elaboração do relatório	NA	5394148	
Luiz Carlos Ramos da Silva Filho	Oceanógrafo MSc. Planejamento Ambiental	Elaboração de Relatório	NA	5006019	
Márcia Salustiano de Castro	Doutora em Ecologia	Sócia administradora da Thalassa	CR-Bio 24.861-02	226197	