

# ATIVIDADE DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NO CAMPO DO FRADE, BACIA DE CAMPOS


## PROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL (PMA)

### SUBPROJETO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO MAR LOCAL

## SEGUNDA CAMPANHA



Janeiro 2012

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº <b>RT - MA02/2011</b>	
	CLIENTE: <b>CHEVRON Brasil Upstream Ltda</b>		FOLHA: <b>2 de 95</b>	
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) - Campo de Frade</b>			

SUB-TÍTULO: <b>Subprojeto de Monitoramento da Qualidade da Água no Mar Local</b>		CAMPANHA: <b>Campanha 2</b>	
--	--	-----------------------------	--


REF: "Relatório Técnico_RT-MA02_2010" MS-WORD© 2010	- Contratata: E3 Services Ltda - Contrato Nº: CW 754093 - Responsáveis Técnicos: André Augusto Gonçalves - Oceanógrafo, MSc. Adriana Silva Ibagy - Oceanógrafa, MSc.
--	---

### ÍNDICE DE REVISÕES

REV	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	ORIGINAL

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	23/01/2012								
EXECUÇÃO	André								
VERIFICAÇÃO	Camila								
APROVAÇÃO	Henrique								

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA CHEVRON, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 3 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2

## CONTEÚDO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	OBJETIVOS	9
3.	ÁREA DE INTERESSE	10
4.	METODOLOGIA	10
4.1.	Malha Amostral	10
4.2.	Embarcação de Coleta	13
4.3.	Parâmetros de Análise	14
4.3.1.	Parâmetros Oceanográficos	14
4.3.2.	Água	15
4.3.3.	Biota Planctônica	17
4.4.	Metodologia de Coleta	17
4.4.1.	Parâmetros Oceanográficos	17
4.4.2.	Água	19
4.4.3.	Biota Planctônica	23
4.4.4.	Previsões Meteoceanográficas	27
4.5.	Metodologia Analítica	27
4.5.1.	Parâmetros Oceanográficos	27
4.5.2.	Água	27
4.5.3.	Biota Planctônica	29
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1.	Parâmetros Oceanográficos	31
5.1.1.	Correntometria	31
5.1.2.	Parâmetros físicos da coluna d'água (CTD)	36
5.2.	Água	42
5.2.1.	Parâmetros Registrados In Situ	42
5.2.2.	Carbono Orgânico Total - COT	43
5.2.3.	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPA	44
5.2.4.	Hidrocarbonetos Totais de Petróleo - HTP	45
5.2.5.	Fenóis	46
5.2.6.	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos - BTEX	46
5.2.7.	Sulfetos	47
5.2.8.	Metais	47
5.2.9.	Nitrato, Fosfato e Silicato	48
5.2.10.	Clorofila-a	50
5.3.	Biota Planctônica	50
5.3.1.	Fitoplâncton	50
5.3.2.	Zooplâncton	60
5.3.3.	Ictioplâncton	68
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
8.	EQUIPE TÉCNICA	94
9.	ANEXOS DIGITAIS	95

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	4 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1: Localização do Campo de Frade.	10
Figura 4.1-1: Malha amostral utilizada na Campanha 2, Campo de Frade.	11
Figura 4.2-1: R/V Andrew Charles.	13
Figura 4.4.1-1: (A) CTD Sea Bird e (B) Correntômetro VALEPORT/308.	18
Figura 4.4.2-1: Operação com as garrafas Go-Flo.	19
Figura 4.4.2-2: Kit utilizado para o acondicionamento das amostras de água.	21
Figura 4.4.2-3: Registro do manuseio e acondicionamento das amostras.	23
Figura 4.4.3-1: Operação com rede cônica.	24
Figura 4.4.3-2: Operação com rede bongo.	25
Figura 4.4.3-3: (A) Zooplâncton - Volume de água filtrada com arrasto vertical e horizontal; (B) Ictioplâncton - Volume de água filtrada com rede bongô de malhas de 300 e 500 µm.	26
Figura 4.4.3-4: Registro do acondicionamento e preservação das amostras planctônicas.	26
Figura 5.1.1-1: Direção (A), velocidade (B) e vetores (C) das correntes na área do Campo de Frade - Campanha 2.	32
Figura 5.1.1-2: Direção (graus), velocidade (m/s) e vetor das correntes por estação de amostragem na área do Campo de Frade - Campanha 2.	34
Figura 5.1.1-3: Campo de velocidades de corrente na área da Bacia de Campos. Inversão da corrente costeira, em decorrência da entrada de um sistema frontal (Ecologus/Chevrontexaco, 2006).	35
Figura 5.1.1-4: Campo de velocidades de correntes na área da Bacia de Campos, sem a presença de sistemas frontais (Ecologus/Chevrontexaco, 2006).	35
Figura 5.1.2-1: (A) Diagrama TS conforme gabarito das massas d'água (Silva et al., 1984 apud Fragoso, 2004) e (B) TS de todas as estações de amostragem registradas durante a campanha na área do Campo de Frade - Campanha 2. Legenda: Água de Mistura (AM); Água Costeira (AC); Água Tropical (AT); Água Central do Atlântico Sul (ACAS); Água Intermediária Antártica (AIA) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN), segundo Miranda (1991).	36
Figura 5.1.2-2: Perfis de temperatura, salinidade e diagrama TS por estação na área do Campo de Frade - Campanha 2.	41
Figura 5.2.1-1: Concentração de Oxigênio Dissolvido por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. Valor mínimo conforme CONAMA Nº 357/05.	42




	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	5 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

Figura 5.2.1-2: pH por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. Valores mínimo/máximo conforme CONAMA Nº 357/05. _____	43
Figura 5.2.2-1: Carbono Orgânico Total - COT por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. Valor máximo permitido, conforme CONAMA Nº 357/05. _____	44
Figura 5.2.3-1: Concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPA por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. _____	45
Figura 5.2.8-1: Concentração de Zinco por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. Valor máximo permitido, conforme CONAMA Nº 357/05. _____	47
Figura 5.2.9-1: Concentração de Nitrato por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. Valor máximo permitido, conforme CONAMA Nº 357/05. _____	49
Figura 5.3.1-1: Composição dos grupos fitoplanctônicos na área do Campo de Frade - Campanha 2. _____	51
Figura 5.3.1-2: Distribuição dos grupos fitoplanctônicos por estação de coleta (A) Total, (B) Subsuperfície, (C) 15 metros e (D) 40 metros na área do Campo de Frade - Campanha 2. _____	51
Figura 5.3.1-3: Distribuição da densidade celular (cel/L.) (A) Total, (B) Subsuperfície, (C) 15 metros e (D) 40 metros, do nano e do microfitoplâncton encontrados nas estações de coleta na área do Campo de Frade - Campanha 2. _____	52
Figura 5.3.1-4: Densidade celular fitoplanctônica por estação de coleta e profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. _____	53
Figura 5.3.1-5: Densidade de fitoplâncton coletado em (A) subsuperfície, (B) 15 metros e (C) 40 metros na área do Campo de Frade - Campanha 2. Os círculos expressam valores proporcionais de densidade de fitoplâncton entre as estações.	54
Figura 5.3.1-6: Composição do fitoplâncton na área do Campo de Frade - Campanha 2.	55
Figura 5.3.1-7: Análise dos componentes da diversidade por estrato amostrado na área do Campo de Frade - Campanha 2. A densidade celular está proporcionalmente representada pelos tamanhos das esferas. A seta representa a tendência de aumento de diversidade (componentes) nas estações. _____	57
Figura 5.3.1-8: Diversidade (H'log 10) e Equitabilidade (J') do fitoplâncton nas estações de amostragem na área do Campo de Frade - Campanha 2. _____	58
Figura 5.3.1-9: Análise de cluster - Densidade celular fitoplanctônica total da coluna d'água entre estações na área do Campo de Frade - Campanha 2. _____	59
Figura 5.3.2-1: Densidade dos grupos zooplanctônicos coletados com arrastos verticais e horizontais na área do Campo de Frade - Campanha 2. _____	60

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº	<b>RT - MA02/2011</b>	REV.:	<b>0</b>	
				DATA.:	<b>JANEIRO DE 2012</b>	
	PROGRAMA:	<b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			FOLHA:	<b>6 de 95</b>
	TÍTULO:	<b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			CAMPANHA:	<b>CAMPANHA 2</b>

<b>Figura 5.3.2-2: Densidade de zooplâncton coletado com arrastos (A) Vertical e (B) Horizontal na área do Campo de Frade - Campanha 2. Os círculos expressam valores proporcionais de densidade de zooplâncton entre as estações.</b>	<b>61</b>
<b>Figura 5.3.2-3: Densidade relativa dos grupos zooplanctônicos coletados com arrastos verticais (A) e horizontais (B) na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>61</b>
<b>Figura 5.3.2-4: Densidade relativa dos grupos zooplanctônicos coletados com arrastos (A) verticais e (B) horizontais na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>62</b>
<b>Figura 5.3.2-5: Densidade específica do zooplâncton coletado através de arrastos (A) verticais e (B) horizontais na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>63</b>
<b>Figura 5.3.2-6: Análise dos componentes da diversidade nos arrastos verticais (A), horizontais (B) e total dos arrastos (C) no Campo de Frade - Campanha 2. A densidade zooplanctônica está proporcionalmente representada pelos tamanhos das esferas. A seta representa a tendência de aumento de diversidade (componentes) nas estações.</b>	<b>64</b>
<b>Figura 5.3.2-7: Curvas de Rarefação da riqueza de espécies (E[S]) do zooplâncton, nos arrastos (A) verticais, (B) horizontais e (C) total, nas amostras coletadas na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>65</b>
<b>Figura 5.3.2-8: Diversidade (H'log 10) e Equitabilidade (J') do zooplâncton coletados com arrastos verticais (A), horizontais (B) e total (C) na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>66</b>
<b>Figura 5.3.2-9: Análise de cluster - Densidade zooplanctônica total entre as estações na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>67</b>
<b>Figura 5.3.3-1: Grupos ecológicos (%) dos taxa agrupados por família (N/100m3), coletadas na área do Campo de Frade - Campanha 2. (A) Malha 300 µm, (B) Malha 500 µm e (C) Total das duas malhas (300 e 500 µm).</b>	<b>69</b>
<b>Figura 5.3.3-2: Frequência de ocorrência (FO%) das famílias coletadas com malha de (A) 300 e (B) 500µm na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>72</b>
<b>Figura 5.3.3-3: Frequência de ocorrência (FO%) das famílias coletadas com as duas malhas (300 e 500µm) na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>73</b>
<b>Figura 5.3.3-4: Frequência de ocorrência (FO%) das espécies coletadas com as duas malhas (300 e 500µm) na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>74</b>
<b>Figura 5.3.3-5: Número absoluto (N) e densidade relativa (N/100m3) dos ovos de peixes coletados com malha de (A) 300 µm e (B) 500 µm na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>75</b>
<b>Figura 5.3.3-6: Densidade de ovos de peixes coletadas com (A) Malha de 300 µm e (B) 500 µm na área do Campo de Frade - Campanha 2. Os círculos expressam valores proporcionais de densidade de ovos (N/100 m3) entre as estações.</b>	<b>76</b>
<b>Figura 5.3.3-7: Número absoluto (N) e densidade relativa (N/100 m3) de larvas de peixes coletados com malha de (A) 300 µm e (B) 500 µm na área do Campo de Frade - Campanha 2.</b>	<b>77</b>

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº	<b>RT - MA02/2011</b>	REV.:	<b>0</b>	
				DATA.:	<b>JANEIRO DE 2012</b>	
	PROGRAMA:	<b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			FOLHA:	<b>7 de 95</b>
	TÍTULO:	<b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			CAMPANHA:	<b>CAMPANHA 2</b>

**Figura 5.3.3-8: Densidade de larvas peixes coletadas com (A) Malha de 300 µm e (B) 500 µm na área do Campo de Frade - Campanha 2. Os círculos expressam valores proporcionais de densidade de larvas (N/100 m<sup>3</sup>) entre as estações. \_\_\_\_\_ 78**

**Figuras 5.3.3-9: Densidade relativa (%) das famílias identificadas na área do Campo de Frade - Campanha 2, coletadas com (A) Malha de 300 µm, (B) 500 µm e (C) Total das malhas. \_\_\_\_\_ 80**

**Figura 5.3.3-10: Composição específica das larvas (%) na área do Campo de Frade - Campanha 2. Outros= larvas com densidade relativa menor que 1,5%. \_\_\_\_\_ 81**

**Figura 5.3.3-11: Diversidade e equitabilidade das amostras coletadas com distintas malhas (A) Malha de 300 µm, (B) 500 µm e (C) Total na área do FPSO FRADE (segunda campanha). \_\_\_\_\_ 82**

**Figura 5.3.3-12: Componentes da diversidade (Riqueza-E[S] e Equitabilidade-J') do ictioplâncton das estações de amostragem coletadas com (A) Malha de 300 µm, (B) 500 µm e (C) Total na área do FPSO FRADE (segunda campanha). A densidade larval está proporcionalmente representada pelos tamanhos dos círculos. A seta representa a tendência de aumento de diversidade (componentes) nas estações. 83**

**Figura 5.3.3-13: Curvas de Rarefação mostrando a diversidade específica ou riqueza esperada (E[S]) do ictioplâncton coletado com (A) Malha de 300 µm, (B) 500 µm e (C) Total, em função do número de indivíduos coletados na área do FPSO FRADE (segunda campanha). \_\_\_\_\_ 84**

**Figura 5.3.3-14: Análise de agrupamento (cluster) do ictioplâncton para as estações de amostragem (malha de 300 e 500 µm) do monitoramento marinho na área do FPSO FRADE (segunda campanha). \_\_\_\_\_ 85**

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 4.1-1: Coordenadas das estações amostradas - Campo de Frade. \_\_\_\_\_ 11**

**Tabela 4.2-1: Características básicas da embarcação R/V Andrew Charles. \_\_\_\_\_ 13**

**Tabela 4.3-1: Resenha de coleta/registo da Campanha 2 - Campo de Frade. \_\_\_\_\_ 14**

**Tabela 4.3.1-1: Estações de aquisição de parâmetros oceanográficos. \_\_\_\_\_ 15**

**Tabela 4.3.2-1: Lista de parâmetros hidroquímicos e esforço amostral. \_\_\_\_\_ 15**

**Tabela 4.3.3-1: Esforço amostral para coleta do plâncton. \_\_\_\_\_ 17**

**Tabela 4.4.1-1: Estações de amostragem de temperatura, salinidade e densidade, data e horário do lançamento do CTD e Correntômetro. \_\_\_\_\_ 18**

**Tabela 4.4.2-1: Estações de amostragem de água, data e horário do lançamento das garrafas e parâmetros analisados. \_\_\_\_\_ 19**

**Tabela 4.4.2-2: Coleta, acondicionamento e preservação das amostras de água. \_\_\_\_\_ 20**

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº	<b>RT - MA02/2011</b>	REV.:	<b>0</b>
				DATA.:	<b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA:	<b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		FOLHA:	<b>8 de 95</b>
	TÍTULO:	<b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		CAMPANHA:	<b>CAMPANHA 2</b>

Tabela 4.4.3-1: Estações de amostragem do fitoplâncton, data e horário do lançamento das garrafas Go-Flo. _____	23
Tabela 4.4.3-2: Informações adquiridas e geradas na amostragem do zooplâncton.	24
Tabela 4.4.3-3: Informações adquiridas e geradas na amostragem do ictioplâncton.	25
Tabela 4.4.3-4: Coleta, acondicionamento e preservação das amostras de plâncton.	26
Tabela 4.5.2.2-1: Método e protocolo analítico utilizado na Campanha 2 – Campo de Frade. _____	28
Tabela 5.2.8-1: Concentração de metais em água produzida (mg/L) e água do mar.	48
Tabela 5.3.3-1: Número absoluto e relativo (%) das larvas não identificadas, coletados na área do Campo de Frade - Campanha 2. _____	68

## LISTA DE ANEXOS DIGITAIS

**Anexo 4.4.4-1: Boletins diários com previsões meteoceanográficas para a área do Campo de Frade.**

**Anexo 5.1.1-1: Dados brutos de correntometria - Campo de Frade - Campanha 2.**

**Anexo 5.1.2-1: Dados brutos de temperatura e salinidade - Campo de Frade - Campanha 2.**

**Anexo 5.2-1: Concentrações dos parâmetros ambientais, seus limites e valores de alerta indicados em vermelho (CONAMA Nº 357/05 - Água Salina - Classe 1) - Campo de Frade - Campanha 2.**

**Anexo 5.2-2: Laudos analíticos de água - Campo de Frade - Campanha 2.**

**Anexo 5.3.1-1: Composição específica e densidades (cel/l) do fitoplâncton nas estações e estratos coletadas - Campo de Frade - Campanha 2.**

**Anexo 5.3.1-2: Inventário fitoplanctônico.**

**Anexo 5.3.2-1: Composição específica e densidades (ind/m<sup>3</sup>) do zooplâncton nas estações e estratos coletadas - Campo de Frade - Campanha 2.**

**Anexo 5.3.2-2: Inventário zooplanctônico.**

**Anexo 5.3.3-1: Composição específica e densidades (ind/100m<sup>3</sup>) do ictioplâncton nas estações e malhas coletadas - Campo de Frade - Campanha 2.**

**Anexo 5.3.3-2: Inventário ictioplanctônico.**

**Anexo 8-1: Cadastro Técnico Federal / IBAMA.**



	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		FOLHA: <b>9 de 95</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório técnico apresenta os resultados analíticos obtidos na segunda Campanha do Subprojeto de Monitoramento da Qualidade da Água no Mar Local (Campanha 2), realizada de 19 a 29/08/2011, que faz parte do Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) para a Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, localizado ao Norte da Bacia de Campos.

O lançamento da água de produção é o principal fator para a alteração no meio, tendo sido a avaliação da forma de descarte deste efluente no oceano, a premissa básica para o dimensionamento tanto para o esforço de coleta, como dos parâmetros ambientais selecionados para as campanhas de amostragem, ainda que a produção no Campo de Frade não tenha descartado até a presente data, nenhum volume desta efluente no mar.

Em função das dimensões reduzidas do Campo supõe-se que os impactos gerados no desenvolvimento das atividades no Campo (fases de perfuração e produção) poderão ser avaliados por pontos igualmente distribuídos a partir de dois centros distintos: a posição da unidade FPSO e o ponto de maior adensamento dos poços produtores do campo (assumido como a posição do poço produtor ODP1).

Ressalta-se que na ocasião desta campanha, o FPSO estava operando com descarte zero de água de produção. Contudo, considerando a possibilidade de haver o descarte em algum período de produção do Campo, os resultados das análises foram comparados com a estação controle (#20C), distante três milhas ao norte da locação da unidade, além de estudos pretéritos na área do Campo de Frade ou seu entorno próximo. Sempre que possível, foi verificado o enquadramento dos resultados aos padrões definidos pela Resolução CONAMA Nº 357/05, que classificam as águas oceânicas na área do Campo de Frade como salinas - Classe 1 e estabelece os enquadramentos, as condições e os padrões de lançamento de efluentes, permitindo correlacionar e confrontar com valores de alerta que normalmente são indicativos de poluição ou alteração ambiental.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste Projeto é a garantia de que os descartes de efluentes operacionais da unidade FPSO Frade para o ambiente marinho, estejam de acordo com as condicionantes do processo de licenciamento, com a legislação vigente, com as normas técnicas pertinentes e com os padrões corporativos da CHEVRON Brasil Upstream, de forma a contribuir com a preservação da qualidade do ambiente local. Para o atendimento deste objetivo será considerada a avaliação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da coluna d'água local, até a profundidade de 40 m.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		FOLHA: <b>10 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

Considerando o descarte zero de água de produção pelo FPSO Frade até a presente data, os resultados referentes às campanhas de monitoramento serão úteis como *background* ambiental da área de influência da unidade em futuras campanhas do programa, naqueles períodos quando o mesmo realizar o descarte de água de produção.

### 3. ÁREA DE INTERESSE

O Campo de Frade está localizado em região oceânica onde a profundidade local varia entre 1200 e 1300 metros, na porção Norte da Bacia de Campos, a cerca de 120 km da costa, a Leste do Cabo de São Tomé, no Estado do Rio de Janeiro (**Figura 3-1**).



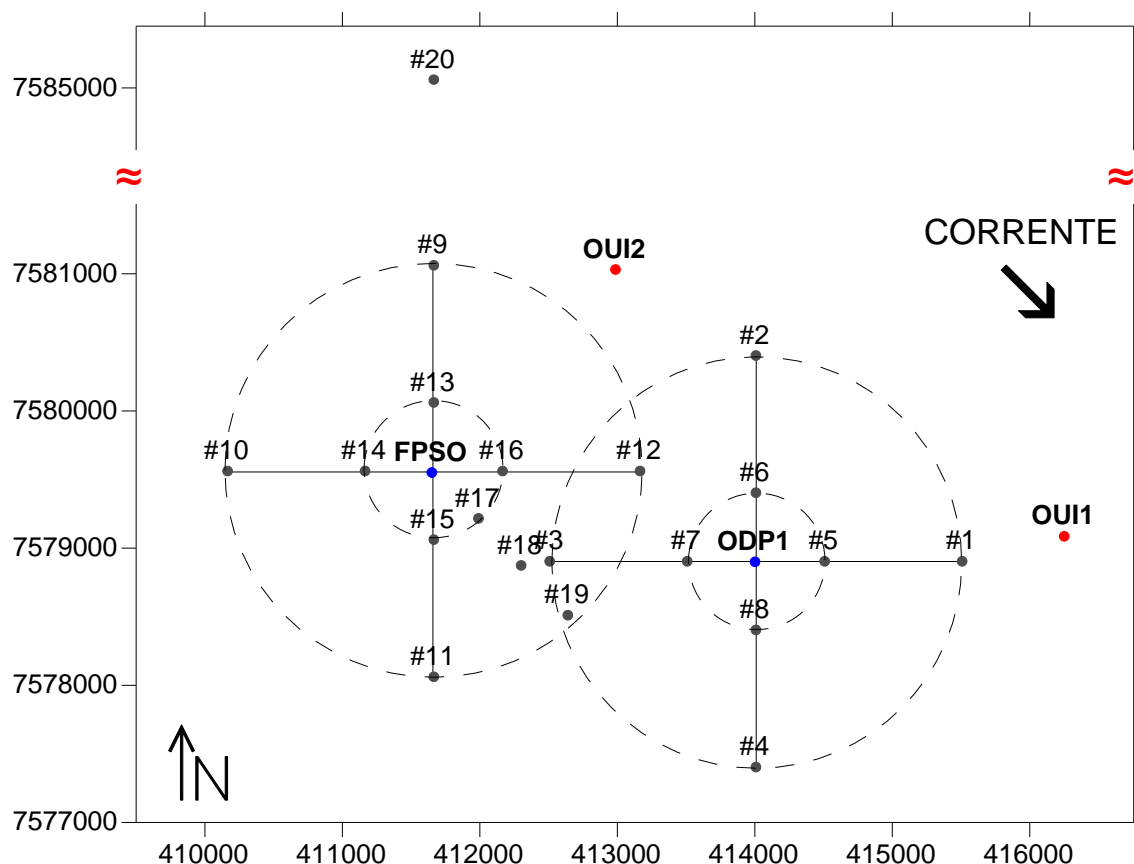
**Figura 3-1:** Localização do Campo de Frade.

### 4. METODOLOGIA

#### 4.1. Malha Amostral

A área de interesse será analisada por uma malha amostral composta por vinte (20) estações, distribuídas a partir de dois centros distintos: **a posição da unidade FPSO** e o ponto de maior adensamento dos poços produtores do campo, assumindo como a posição do **poço produtor ODP1** (**Figura 4.1-1 e Tabela 4.1-1**).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>11 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>	



**Figura 4.1-1:** Malha amostral utilizada na Campanha 2, Campo de Frade.

**Tabela 4.1-1:** Coordenadas das estações amostradas - Campo de Frade.

Estação	Coordenada Geográfica	Coordenada UTM
#01	21°53.4268S   039°49.1112W	415.508E   7.578.904N
#02	21°52.5223S   039°49.9154W	414.008E   7.580.404N
#03	21°53.4397S   039°50.8109W	412.508E   7.578.904N
#04	21°54.1523S   039°50.0090W	414.008E   7.577.404N
#05	21°53.3070S   039°49.6827W	414.508E   7.578.904N
#06	21°53.0287S   039°49.9443W	414.008E   7.579.404N
#07	21°53.3373S   039°50.2426W	413.508E   7.578.904N
#08	21°53.6448S   039°50.0366W	414.008E   7.578.404N
#09	21°52.1132S   039°51.2896W	411.665E   7.581.062N
#10	21°52.9826S   039°52.1842W	410.165E   7.579.562N
#11	21°53.8289S   039°51.3360W	411.665E   7.578.062N
#12	21°52.9505S   039°50.4508W	413.165E   7.579.562N

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>12 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

Estação	Coordenada Geográfica	Coordenada UTM
#13	21°52.7104S   039°51.3707W	411.665E   7.580.062N
#14	21°52.8991S   039°51.7238W	411.165E   7.579.562N
#15	21°53.3691S   039°51.4810W	411.665E   7.579.062N
#16	21°52.9275S   039°51.0850W	412.165E   7.579.562N
#17*	21°53.3580S   039°51.2373W	411.783E   7.579.180N
#18*	21°53.5369S   039°51.0466W	412.113E   7.578.852N
#19*	21°53.7551S   039°50.8421W	412.467E   7.578.452N
#20C (Controle)	21°50'.0847S   039°51'.3278W	411.665E   7.585.062N

Fonte: C&C Technologies e CHEVRON Brasil Upstream. \* Definidas *in situ*, conforme direção da corrente local.

Foram considerados os seguintes aspectos para a definição da malha e estratégia amostral:

- ✓ A distância entre os dois centros definidos (FPSO Frade e poço produtor ODP1) é de 2,5 Km;
- ✓ Os poços nas posições mais extremas do Campo são: ao norte (OUI2), a leste (OUI1) e ao sul (ODI1) e o FPSO Frade é o ponto mais extremo a oeste;
- ✓ Definição de malhas concêntricas com 500 m e 1.500 m de raio no entorno dos centros, com pontos de coleta nas direções cardiais (N, S, E e W), totalizando 8 pontos por centro (**estações de coleta #1 a #8 no centro ODP1**; e **estações #9 a #16 no centro FPSO**). Os pontos sobre o raio de 1.500 m são considerados representativos das condições gerais de distribuição dos parâmetros oceanográficos e biológicos das regiões do Campo, sendo aqueles sobre o raio de 500 metros, principalmente ao redor da unidade FPSO, representativos da interação da atividade de produção com o mar local, em sua zona de mistura;
- ✓ Definição de um ponto de controle (estação #20), distante três milhas ao norte da locação do FPSO, de forma a tentar minimizar a possibilidade de influência do Campo e deste ser representativo da condição ambiental da área;
- ✓ Definição de três pontos distantes 500 m, 1.000 m e 1.500 m (estações #17, #18 e #19, respectivamente) do FPSO, no sentido da corrente superficial, para que sejam coletadas amostras de água dentro da projeção de deslocamento da pluma da água de produção descartada, a fim de comprovar sua diluição no ambiente;

A seguir serão descritos os procedimentos técnicos e metodológicos adotados durante a campanha, quando foram coletadas amostras para a caracterização físico-química e biológica da água na área de produção de óleo e gás no Campo de Frade, Bacia de Campos (Licença de Operação CGPEG Nº 771/08).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 13 de 95

## 4.2. Embarcação de Coleta


As atividades da CAMPANHA 2 foram realizadas a bordo do R/V Andrew Charles durante os dias 19/08/2011 a 29/08/2011, período que compreende as fases de mobilização/desmobilização da campanha (**Figura 4.2-1** e **Tabela 4.2-1**).



**Figura 4.2-1:** R/V Andrew Charles.

**Tabela 4.2-1:** Características básicas da embarcação R/V Andrew Charles.

<b>Nome da embarcação:</b>	R/V ANDREW CHARLES		
<b>Bandeira:</b>	Estados Unidos da América - EUA		
<b>Construtor:</b>	Master Marine Inc.		
<b>Classificadora:</b>	Bureau Colombo LTDA		
<b>Notação de Classe:</b>	Research Vessel		
<b>Local e ano de fabricação:</b>	Bayou La Batre, Alabama - 2007		
<b>Propulsão:</b>	2 x CUMMINS KTA 19-M3 (600Hp)		
<b>Motores Auxiliares:</b>	2 x CUMMINS 6BTA 59-DM (125 Hp)		
<b>Material do Casco:</b>	Aço	<b>Arqueação Bruta:</b>	492 ton
<b>Comprimento:</b>	40,92m	<b>Capacidade de Combustível:</b>	200,63m <sup>3</sup>
<b>Boca Moldada:</b>	10,36m	<b>Capacidade de Água Potável:</b>	53,00m <sup>3</sup>
<b>Calado:</b>	3,8m	<b>Velocidade de Cruzeiro:</b>	8 nós
<b>Limitações Operacionais:</b>	Beaufort 7	<b>Raio de ação:</b>	2.300 milhas
<b>Acomodações:</b>	20 pessoas		

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº	<b>RT - MA02/2011</b>	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>14 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

## Parâmetros de Análise

A **Tabela 4.3-1** exibe a resenha amostral com o quantitativo dos parâmetros adquiridos e coletados durante a Campanha 2 - Campo de Frade.

**Tabela 4.3-1: Resenha de coleta/registro da Campanha 2 - Campo de Frade.**

Parâmetros	Parâmetros	Estação	Estrato*/Registro	Total
<b>Oceanográfico</b>	Temperatura	13	Perfilagem CTD	13
	Salinidade	13		13
	Corrente	7	Correntômetro	7
<b>Inorgânico</b>	OD	5	3	15
	pH	5	3	15
	COT	5	3	15
<b>Contaminantes Orgânicos</b>	HPA	16	3	48
	HTP	16	3	48
	Fenóis	16	3	45
	BTEX	16	3	48
<b>Contaminantes Inorgânicos</b>	Sulfetos	16	3	48
	Metais**	19	3	57
<b>Nutrientes</b>	Nitrato	8	3	24
	Silicato	8	3	24
	Fosfato	8	3	24
<b>Pigmento</b>	Clorofila-a	5	3	15
<b>Plâncton</b>	Fitoplâncton	5	3	15
	Zooplâncton	5	H / V	10
	Ictioplâncton	5	300 / 500 µm	10

\*Subsuperfície, 15m e 40m; Arrasto H= Arrasto horizontal | V= Vertical; Arrasto com rede 300 | 500 µm.

\*\* Arsênio, Bário, Cádmiio, Cromo, Cobre, Ferro, Mercúrio, Manganês, Níquel, Chumbo, Vanádio e Zinco.

### 4.2.1. Parâmetros Oceanográficos

Conforme indicado na **Tabela 4.3.1-1**, foram adquiridos dados de temperatura e salinidade em 13 estações. Nestas estações, o procedimento foi lançar primeiramente o CTD, para depois efetuar a coleta de água. Também foi registrada a correntometria local (intensidade e direção) em 7 estações, sendo que a #16 foi utilizada para o posicionamento (direção) das estações #17, #18 e #19.

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº	<b>RT - MA02/2011</b>	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>15 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>	

**Tabela 4.3.1-1: Estações de aquisição de parâmetros oceanográficos.**

Estação	Temperatura	Salinidade	Corrente
#1	X	X	X
#3	X	X	X
#4	X	X	X
#9	X	X	X
#10	X	X	X
#13	X	X	
#14	X	X	
#15	X	X	
#16 *	X	X	X
#17	X	X	
#18	X	X	
#19	X	X	
#20	X	X	X

\* Utilizada somente para posicionar as #17, #18 e #19.

#### 4.2.2. Água

A Tabela 4.3.2-1 exibe o esforço amostral para cada parâmetro hidroquímico, o qual foi pré-definido em três (3) estratos de profundidade: subsuperfície, 15 metros (faixa central de localização da pluma de dispersão da água de produção a ser futuramente descartada) e 40 metros.

**Tabela 4.3.2-1: Lista de parâmetros hidroquímicos e esforço amostral.**

Estação	Estrato	OD	pH	COT	HPA	HTP	Fenóis	BTEX	Sulfetos	Metais	Nitrato	Silicato	Fosfato	Clorofila-a
#1	Sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	15m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
#2	Sup				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	15m				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	40m				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
#3	Sup	X												
	15m	X												
	40m	X												
#4	Sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	15m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
#5	Sup									X				
	15m									X				
	40m									X				
#6	Sup									X				
	15m									X				



**RELATÓRIO TÉCNICO**

Nº

**RT - MA02/2011**

REV.:

**0**

DATA.:

**JANEIRO DE 2012**

PROGRAMA:

**Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos**

FOLHA:

**16 de 95**

TÍTULO:

**Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)**

CAMPANHA:

**CAMPANHA 2**

Estação	Estrato	OD	pH	COT	HPA	HTP	Fenóis	BTEX	Sulfetos	Metais	Nitrato	Silicato	Fosfato	Clorofila-a
	40m									X				
#7	Sup				X	X		X	X	X				
	15m				X	X		X	X	X				
	40m				X	X		X	X	X				
#8	Sup									X				
	15m									X				
	40m									X				
#9	Sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	15m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
#10	Sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	15m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
#11	Sup				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	15m				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	40m				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
#12	Sup				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	15m				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	40m				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
#13	Sup				X	X	X	X	X	X				
	15m				X	X	X	X	X	X				
	40m				X	X	X	X	X	X				
#14	Sup				X	X	X	X	X	X				
	15m				X	X	X	X	X	X				
	40m				X	X	X	X	X	X				
#15	Sup				X	X	X	X	X	X				
	15m				X	X	X	X	X	X				
	40m				X	X	X	X	X	X				
#16	Sup				X	X	X	X	X	X				
	15m				X	X	X	X	X	X				
	40m				X	X	X	X	X	X				
#17	Sup				X	X	X	X	X	X				
	15m				X	X	X	X	X	X				
	40m				X	X	X	X	X	X				
#18	Sup				X	X	X	X	X	X				
	15m				X	X	X	X	X	X				
	40m				X	X	X	X	X	X				
#19	Sup				X	X	X	X	X	X				
	15m				X	X	X	X	X	X				
	40m				X	X	X	X	X	X				
#20	Sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	15m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Total</b>		15	15	15	48	48	45	48	48	57	24	24	24	15




Coordenador da Equipe

Monitoramento da Qualidade da Água no Mar  
Local



Técnico Responsável



	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>17 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>	

### 4.2.3. Biota Planctônica

A **Tabela 4.3.3-1** exibe o esforço amostral para cada grupo planctônico, o qual foi pré-definido, para o fitoplâncton, os mesmos em três (3) estratos de profundidade. Para o zooplâncton, os arrastos foram horizontais e verticais (até 40m). O ictioplâncton foi coletado em arrastos oblíquos, utilizando duas malhas de rede (300/ 500µm).

**Tabela 4.3.3-1: Esforço amostral para coleta do plâncton.**


Estação	Estrato	Fitoplâncton	Zooplâncton	Ictioplâncton
#1	Sup	X	H/V	Malha de 300/ 500µm
	15m	X		
	40m	X		
#4	Sup	X	H/V	Malha de 300/ 500µm
	15m	X		
	40m	X		
#9	Sup	X	H/V	Malha de 300/ 500µm
	15m	X		
	40m	X		
#10	Sup	X	H/V	Malha de 300/ 500µm
	15m	X		
	40m	X		
#20	Sup	X	H/V	Malha de 300/ 500µm
	15m	X		
	40m	X		
<b>Total</b>		15	10	10

H=Arrasto Horizontal; V=Arrasto Vertical; 300/500µm=Tamanho das malhas utilizadas nos arrastos.

## 4.3. Metodologia de Coleta

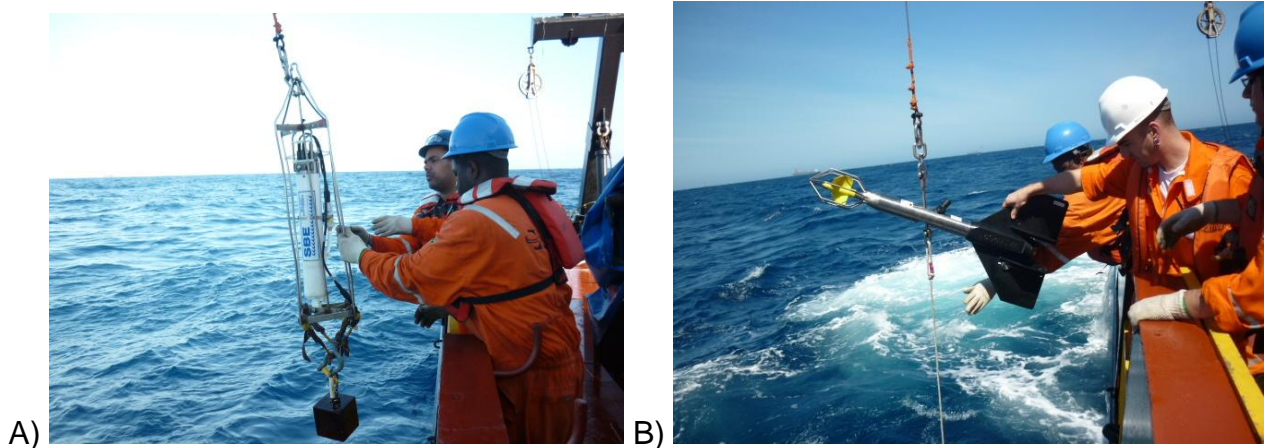
### 4.3.1. Parâmetros Oceanográficos

Dados de temperatura, salinidade e densidade foram adquiridos em 13 estações, através de perfilagens com CTD/SBE19<sup>®</sup>, desde a superfície até o máximo de 100 m de profundidade. A correntometria local (intensidade e direção a 15 m de prof.) foi registrada em 7 estações utilizando-se um Correntômetro VALEPORT/308<sup>®</sup>, programado para realizar 3 registros durante um intervalo de 10 minutos (ver **Tabela 4.3.1-1**; **Tabela 4.4.1-1** e **Figura 4.4.1-1**).


	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>18 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

**Tabela 4.4.1-1:** Estações de amostragem de temperatura, salinidade e densidade, data e horário do lançamento do CTD e Correntômetro.

Estação/parâmetro	Data	Hora inicial	Hora final
#01 (CTD & Corrente)	27/08/2011	17:02h	17:26h
#03 (CTD & Corrente)	27/08/2011	12:55h	13:26h
#04 (CTD & Corrente)	27/08/2011	18:36h	19:04h
#09 (CTD & Corrente)	26/08/2011 27/08/2011	15:14h 20:34h	15:17h 20:38h
#10 (CTD & Corrente)	26/08/2011	13:47h	19:57h
#13 (CTD)	26/08/2011	10:50h	10:58h
#14 (CTD)	26/08/2011	13:15h	13:23h
#15 (CTD)	26/08/2011	11:40h	11:48h
#16 (CTD & Corrente)	26/08/2011	11:59h	12:12h
#17 (CTD)	27/08/2011	14:01h	14:05h
#18 (CTD)	27/08/2011	14:19h	14:23h
#19 (CTD)	27/08/2011	14:38h	14:48h
#20C (CTD & Corrente)	27/08/2011	00:21h	01:00h



**Figura 4.4.1-1:** (A) CTD Sea Bird e (B) Correntômetro VALEPORT/308.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	19 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

### 4.3.2. Água

As amostras de água foram coletadas utilizando-se somente garrafas Go-Flo (**Figura 4.4.2-1**).




**Figura 4.4.2-1:** Operação com as garrafas Go-Flo.

Em cada profundidade (sub-superfície, 15 metros e 40 metros) foram colocadas garrafas Go-Flo para coleta (em “lingada”) dos parâmetros a serem analisados posteriormente em laboratório, com exceção das análises de oxigênio dissolvido (OD) e pH, que foram obtidos *in situ* (**Tabela 4.4.2-1**).

**Tabela 4.4.2-1:** Estações de amostragem de água, data e horário do lançamento das garrafas e parâmetros analisados.

Estação	Data	Hora inicial	Hora prof. máxima	Hora final	Parâmetros analisados
#01	27/08/2011	17:12h	17:13h	17:16h	OD, pH, COT, HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais, Nitrato, Silicato, Fosfato, Clorofila-a
#02	27/08/2011	16:23h	16:24h	16:30h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais, Nitrato, Silicato, Fosfato
#04	27/08/2011	18:09h	18:10h	18:12h	OD, pH, COT, HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais, Nitrato, Silicato, Fosfato, Clorofila-a
#05	27/08/2011	15:32h	15:37h	15:42h	Metais
#06	27/08/2011	15:54h	15:59h	16:05h	Metais
#07	27/08/2011	15:49h	15:53h	15:58h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais
#08	27/08/2011	15:11h	15:12h	15:18h	Metais
#09	26/08/2011	14:52h	14:53h	14:57h	OD, pH, COT, HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais, Nitrato, Silicato, Fosfato, Clorofila-a
#10	26/08/2011	13:30h	13:35h	13:42h	OD, pH, COT, HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais, Nitrato, Silicato, Fosfato, Clorofila-a

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº <b>RT - MA02/2011</b>	REV.: <b>0</b>
			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		FOLHA: <b>20 de 95</b>
TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>	

Estação	Data	Hora inicial	Hora prof. máxima	Hora final	Parâmetros analisados
#11	27/08/2011	19:32h	19:33h	19:37h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais, Nitrato, Silicato, Fosfato
#12	26/08/2011	16:28h	16:30h	16:32h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais, Nitrato, Silicato, Fosfato
#13	26/08/2011	10:03h	10:26h	10:28h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais
#14	26/08/2011	12:58h	13:03h	13:13h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais
#15	26/08/2011	11:06h	11:08h	11:15h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais
#16	26/08/2011	11:44h	11:45h	11:49h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais
#17	27/08/2011	13:48h	13:55h	14:00h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais
#18	27/08/2011	14:08h	14:13h	14:17h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais
#19	27/08/2011	14:29h	14:31h	14:34h	HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais
#20C	27/08/2011	00:12h	00:14h	00:17h	OD, pH, COT, HPA, HTP, Fenóis, BTEX, Sulfetos, Metais, Nitrato, Silicato, Fosfato, Clorofila-a

Nota: Na #03 não foram coletadas amostras de água.

As amostras foram coletadas, acondicionadas e preservadas de maneira diferenciada, de acordo com a metodologia indicada para cada parâmetro (Tabela 4.4.2-2, Figura 4.4.2-2, 4.4.2-3).

**Tabela 4.4.2-2: Coleta, acondicionamento e preservação das amostras de água.**

Grupos Analíticos	Parâmetros	Coleta	Acondicionamento	Preservação
Oceanográfico	Temperatura	CTD	-	-
	Salinidade			
	Corrente	Correntômetro	-	-
Inorgânico	OD	Go-Flo Winkler ( <i>In Situ</i> )	-	-
	pH	Go-Flo Potenciômetro ( <i>In Situ</i> )	-	-
	COT	Go-Flo	Vidro âmbar (500ml)	Refrigerado 4°C
Contaminantes Orgânicos	HPA/HTP	Go-Flo	Vidro âmbar (1000ml)	Refrigerado 4°C
	Fenóis	Go-Flo	Polipropileno (250ml)	Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ); Refrigerado 4°C
	BTEX	Go-Flo	2 Viais (40ml)	Ácido clorídrico (HCl); Refrigerado 4°C
Contaminantes Inorgânicos	Sulfetos	Go-Flo	Polipropileno (250ml)	Hidróxido de Sódio (NaOH); Refrigerado 4°C
	Metais*	Go-Flo	Polipropileno (250ml)	Ácido nítrico (HNO <sub>3</sub> ); Refrigerado 4°C

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº	<b>RT - MA02/2011</b>	REV.:	<b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.:	<b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA:	<b>21 de 95</b>
				CAMPANHA:	<b>CAMPANHA 2</b>

Grupos Analíticos	Parâmetros	Coleta	Acondicionamento	Preservação
Nutrientes	Nitrato/Silicato/Fosfato	Go-Flo	Polipropileno (250ml)	Congelado
Pigmento	Clorofila-a	Go-Flo	Filtração (4000ml)	Tubo Falcon Congelado

\* Arsênio, Bário, Cádmiio, Cromo, Cobre, Ferro, Mercúrio, Manganês, Níquel, Chumbo, Vanádio e Zinco.



Figura 4.4.2-2: Kit utilizado para o acondicionamento das amostras de água.



OD

pH



<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº <b>RT - MA02/2011</b>	REV.: <b>0</b>
		DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		FOLHA: <b>22 de 95</b>
TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>



COT



HPA/HTP



Fenóis



BTEX



Sulfetos



Metais



Coordenador da Equipe

Monitoramento da Qualidade da Água no Mar  
Local



Técnico Responsável

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 23 de 95



**Figura 4.4.2-3:** Registro do manuseio e acondicionamento das amostras.

### 4.3.3. Biota Planctônica

#### ✓ Fitoplâncton

As amostras de fitoplâncton foram coletadas nos três estratos de profundidade (subsúperfície, 15 e 40m) com garrafa Go-Flo (**Tabela 4.4.3-1**).

**Tabela 4.4.3-1:** Estações de amostragem do fitoplâncton, data e horário do lançamento das garrafas Go-Flo.

Estação/Data	Data	Hora inicial	Hora final
#01	27/08/2011	17:12	17:16
#04	27/08/2011	18:09	18:12
#09	26/08/2011	14:52	14:57
#10	26/08/2011	13:30	13:42
#20C	27/08/2011	00:12	00:17

#### ✓ Zooplâncton

As amostras de zooplâncton foram coletadas por meio de arrastos verticais e horizontais:

- os arrastos verticais foram realizados utilizando-se uma rede cônica com malha de 200µm (acoplada em um aro de 60cm de diâmetro), até a profundidade de 40m (**Figura 4.4.3-1**).


	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 24 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2



Figura 4.4.3-1: Operação com rede cônica.

- os arrastos horizontais foram efetuados utilizando-se uma rede cônica com malha de 200 µm (acoplada em um aro de 60cm de diâmetro), arrastando sub-superficialmente por aproximadamente 10 minutos (Tabela 4.4.3-2).

Tabela 4.4.3-2: Informações adquiridas e geradas na amostragem do zooplâncton.

Estação/Data/Hora	Tipo de Arrasto	Área de Boca da Rede (m <sup>2</sup> )	Fluxômetro ID	Constante Fluxômetro	Fluxômetro Inicial	Fluxômetro Final	Quantidade de Cabo (m)	Hora inicial	Hora na profundidade máxima amostrada	Hora final	Volume filtrado (m <sup>3</sup> )
#01 (27/08/11)	Vertical	0,283	23801	0,0297231	114427	116389	40	02:49	02:50	02:53	16,49
	Horizontal				099678	114427	NA	02:25	NA	02:35	123,95
#04 (27/08/11)	Vertical	0,283	23801	0,0297231	129945	132658	40	03:45	03:46	03:47	20,17
	Horizontal				116389	129937	NA	03:12	NA	03:24	100,74
#09 (26/08/11)	Vertical	0,283	23801	0,0297231	074521	077331	40	22:54	22:56	22:58	20,89
	Horizontal				054719	074521	NA	22:36	NA	22:45	147,24
#10 (26/018/11)	Vertical	0,283	23801	0,0297231	026807	029751	40	17:21	17:22	17:26	21,89
	Horizontal				038995	054703	NA	17:51	NA	18:01	116,80
#20C (26/08/11)	Vertical	0,283	23801	0,0297231	077345	079600	40	23:22	23:23	23:24	16,77
	Horizontal				079600	099682	NA	22:33	NA	23:45	149,33

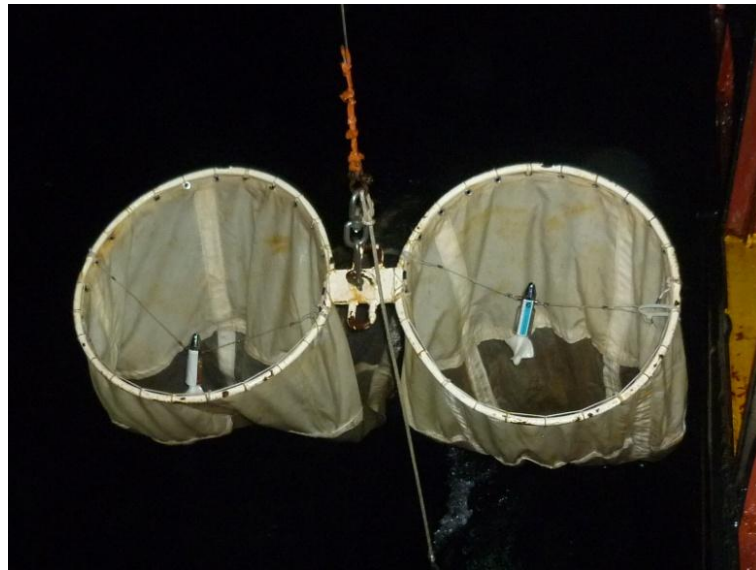
NA=Não Aplicável: Arrasto horizontal de subsuperfície



	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	25 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

✓ Ictioplâncton


As amostras de ictioplâncton foram coletadas com arrastos oblíquos utilizando uma rede Bongô (aro duplo de 60cm de diâmetro) com malhas de 300 e 500µm, com velocidade de 2,0 nós, em média (**Figura 4.4.3-2**). A profundidade alvo foi de 40m (**Tabela 4.4.3-3** e **Figura 4.4.3-3**).

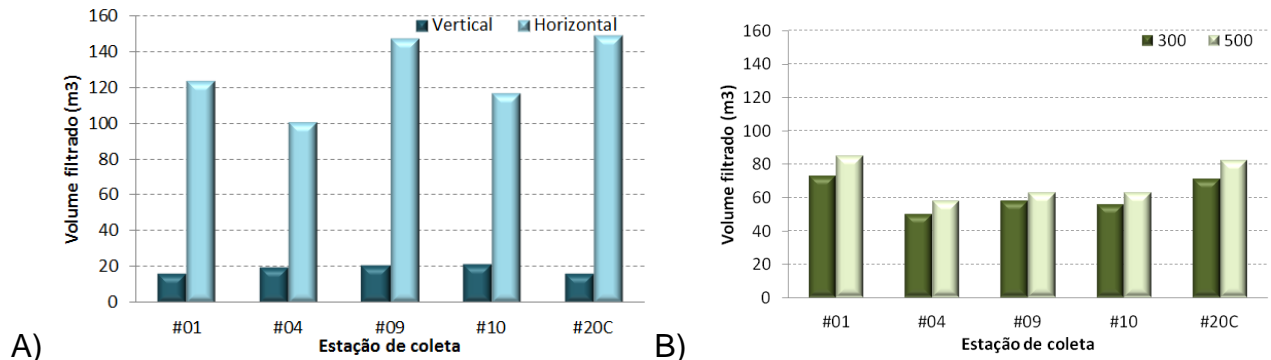


**Figura 4.4.3-2:** Operação com rede bongô.

**Tabela 4.4.3-3:** Informações adquiridas e geradas na amostragem do ictioplâncton.

Estação/Data	Malha (µm)	Área de Boca da Rede (m <sup>2</sup> )	Fluxômetro ID	Constante Fluxômetro	Fluxômetro Inicial	Fluxômetro Final	Quantidade de Cabo (m)	Hora inicial	Hora na profundidade máxima amostrada	Hora final	Volume filtrado (m <sup>3</sup> )
#01 (27/08/11)	300	0,283	23030	0,027366	321460	330856	70	02:12	02:18	02:23	72,70
	500		23755	0,025166	663787	675690	70				84,69
#04 (27/08/11)	300	0,283	23030	0,027366	330860	337315	70	03:31	03:37	03:42	49,94
	500		23755	0,025166	675670	683830	70				58,06
#09 (26/08/11)	300	0,283	23030	0,027366	297634	305101	62	22:17	22:23	22:27	57,78
	500		23755	0,025166	634942	643760	62				62,74
#10 (26/08/11)	300	0,283	23030	0,027366	290410	297622	70	21:53	21:59	22:04	55,80
	500		23755	0,025166	626119	634931	70				62,70
#20C (26/08/11)	300	0,283	23030	0,027366	312304	321452	62	01:18	01:23	01:28	70,78
	500		23755	0,025166	652256	663804	62				82,17

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: JANEIRO DE 2012
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos	
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)	FOLHA: <b>26 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>



**Figura 4.4.3-3:** (A) Zooplâncton - Volume de água filtrada com arrasto vertical e horizontal; (B) Ictioplâncton - Volume de água filtrada com rede bongô de malhas de 300 e 500 µm.

As amostras planctônicas também foram acondicionadas e preservadas de maneira diferenciada das amostras de água, conforme apresentado na **Tabela 4.4.3-4** e **Figura 4.4.3-4**.

**Tabela 4.4.3-4:** Coleta, acondicionamento e preservação das amostras de plâncton.

Plâncton	Coleta	Acondicionamento	Preservação
Fitoplâncton	Go-Flo	Polietileno (500ml)	(Formalina 2%+bórax); Ambiente
Zooplâncton	Rede Cônica (aro 60cm Ø) - malha 200 µm Arrasto Horizontal e Vertical	Polietileno (500ml)	(Formalina 4%+bórax); Ambiente
Ictioplâncton	Rede Bongô (aro duplo 60cm Ø) - malha 300 e 500 µm Arrasto oblíquo	Polietileno (500ml)	(Formalina 4%+bórax); Ambiente



**Figura 4.4.3-4:** Registro do acondicionamento e preservação das amostras planctônicas.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	27 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

#### 4.3.4. Previsões Meteoceanográficas

Boletins diários com previsões de corrente, vento e onda, do Sistema de Monitoramento Operacional do Campo de Frade, foram consultados antes e durante a campanha, de maneira a garantir a integridade e segurança operacional dessa atividade, pois havia uma previsão de sobreposição da campanha durante a entrada de um sistema frontal (**Anexo 4.4.4-1**). Também foram efetuados registros diretos a bordo do R/V Andrew Charles, durante o período de operação de coleta de água.

### 4.4. Metodologia Analítica

#### 4.4.1. Parâmetros Oceanográficos

##### 4.4.1.1. Correntometria

Os arquivos dos dados brutos da medição de corrente foram extraídos a partir do *software* fornecido pelo fabricante do correntômetro (VALEPORT/308). O processamento foi realizado com todos os dados de cada arquivo de correntometria, gerando gráficos de:

- Histogramas: Histogramas de magnitude e direção das correntes
- Dispersão: Dispersão dos dados nos setores de direção
- Compasso: Gráficos dos vetores de corrente medidos (direção em graus e velocidade em m/s)


##### 4.4.1.2. Parâmetros físicos da coluna d'água (CTD)

Os arquivos dos dados brutos de temperatura e salinidade foram extraídos a partir do *software* (Sea Soft) fornecido pelo fabricante do CTD. Posteriormente os dados foram analisados, sendo retirados aqueles que não apresentavam consistência oceanográfica, devido ao tempo de estabilização do equipamento na água (subsúperfície).

#### 4.4.2. Água

##### 4.4.2.1. OD e pH

A bordo foram efetuadas determinações, em triplicata, de Oxigênio Dissolvido (OD), onde a primeira subamostra drenada da garrafa oceanográfica foi colocada num frasco de DBO e imediatamente fixada para titulação segundo o Método de Winkler. Também da primeira subamostra drenada foram retiradas alíquotas para determinação de pH (5 minutos no máximo) utilizando um potenciômetro (Digimed DM 22).

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº	<b>RT - MA02/2011</b>	REV.:	<b>0</b>	
				DATA.:	<b>JANEIRO DE 2012</b>	
	PROGRAMA:	<b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			FOLHA:	<b>28 de 95</b>
	TÍTULO:	<b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			CAMPANHA:	<b>CAMPANHA 2</b>

#### 4.4.2.2. Análises Laboratoriais (Hidroquímica)

A Tabela 4.5.2.2-1 apresenta os métodos e os protocolos analíticos utilizados para a avaliação hidroquímica.

**Tabela 4.5.2.2-1: Método e protocolo analítico utilizado na Campanha 2 – Campo de Frade.**

Grupos Analíticos	Parâmetros	Protocolo Analítico
<b>Inorgânico</b>	<b>COT</b>	Titulometria - SM - 21st - 5310 A/B
<b>Contaminantes Orgânicos</b>	<b>HPA</b>	Cromatografia gasosa / espectrometria de massa com extração líquido-líquido - USEPA 8270D
	<b>HTP</b>	Cromatografia fase gasosa - USEPA -8015C
	<b>Fenóis</b>	Espectrofotometria - SM - 21st - 5530D.
	<b>BTEX</b>	Cromatografia gasosa / espectrometria de massa - USEPA 8021B.
<b>Contaminantes Inorgânicos</b>	<b>Sulfetos</b>	Cromatografia de íons / espectrofotometria - USEPA 9056A
	<b>Metais</b>	Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES):
	Bário	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com chama - EPA 6010C
	Cádmio	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com chama - EPA 6010C
	Cromo	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com chama - EPA 6010C
	Cobre	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com chama - EPA 6010C
	Ferro	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com chama - EPA 6010C
	Mercúrio	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com gerador de hidretos - EPA 7470
	Manganês	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com chama - EPA 6010C
	Níquel	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com chama - EPA 6010C
	Chumbo	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com chama - EPA 6010C
	Vanádio	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com chama - EPA 6010C
Zinco	Espectrofotometria – leitura em absorção atômica com chama - EPA 6010C	
<b>Nutrientes</b>	<b>Nitrato/Fosfato</b>	Cromatografia de íons / espectrofotometria - USEPA 9056A
	<b>Silicato</b>	Colorimétrico (molibdosilicato) / espectrofotometria - SM - 21st - 4500-SiO <sub>2</sub> D
<b>Pigmento</b>	<b>Clorofila-a</b>	Espectrofotometria - SM - 21st - 102000H

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
	RT - MA02/2011		DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		FOLHA: <b>29 de 95</b>
TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>	

### 4.4.3. Biota Planctônica

#### 4.4.3.1. Fitoplâncton

Para a avaliação quali-quantitativa do fitoplâncton foi utilizado o método de Utermöhl (1958), que estabelece a homogeneização e deposição das amostras em cubetas de sedimentação sobre câmaras de 2 ml. Em função da baixa densidade celular local em termos quantitativos, foram utilizadas cubetas de 100 ml com tempo de repouso de 63h para posterior análise em microscópio invertido marca Coleman, com aumento final de até 1000X. A concentração da amostra em câmaras de sedimentação de Utermöhl é a mais recomendada, pois evita perdas ou danos aos organismos durante o processo.

A avaliação quantitativa foi realizada de forma fracionada, respeitando a importância ecológica das duas frações consideradas: nanoplâncton e microfítoplâncton. O somatório dessas duas frações constitui a densidade celular total, expressa em cel/L.


A fração nanoplanctônica é uma subdivisão dominante do plâncton e de acordo com Levinton (1995) reagrupa os organismos que estão compreendidos entre 2 e 20 µm e a microfítoplanctônica, os que estão entre 20 e 200 µm.

A identificação dos organismos foi realizada, sempre que possível, em nível de espécie ou gênero ou em outra escala mais elevada (ordem, classe ou grupo) quando não podiam ser discriminados em função das suas dimensões diminutas ou formas duvidosas, sendo agrupados em categorias mais amplas como dinoflagelados, coccolitoforídeos e fitoflagelados não identificados.

A contagem dos componentes do fitoplâncton foi efetuada da seguinte forma: os organismos do nanoplâncton foram avaliados no maior aumento (400X) em um *transect*, sendo utilizado um fator de conversão para a câmara inteira. O microfítoplâncton foi avaliado em um menor aumento (250X) em 1/2 câmara e posterior extrapolação para câmara inteira.

Para as cianofíceas, adotou-se o método de contagem de organismos distribuídos aleatoriamente (Uehlinger, 1964), sendo utilizado também o critério proposto por Lund *et al.* (1958) para validação estatística do número de campos contados; desta forma o erro de contagem foi inferior a 20% em um nível de significância de 95%. A densidade numérica total foi extrapolada para número de células/L. Adotou-se 30 campos numa subamostra de 2 ml.

Na identificação das espécies foi utilizada bibliografia especializada onde se destacam os trabalhos de Balech (1988), Cupp (1943), Cleve-Euler (1951-1955), Hendey (1964), Komárek & Anagnostidis (2005), Peragallo (1965), Steidinger & Williams (1970), Navarro (1981, 1982 e 1983), Ricard (1987), Sant'Anna *et al.* (2006) e Tenenbaum (2006).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>30 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>	

#### 4.4.3.2. Zooplâncton

Os organismos zooplanctônicos foram contados, triados e identificados sob microscópio estereoscópio com aumento máximo de 80x. Quando necessário as amostras foram fracionadas com o auxílio do *Folsom Plankton Sample Splitter* (McEwen *et al.*, 1954). Para a triagem dos grupos mais numerosos, tais como Copepoda, utilizou-se subamostrador de volume conhecido (10 mL) (Fraser, 1968). Os principais grupos foram triados até um limite mínimo de 100 indivíduos por grupo (Frontier, 1981).

A densidade dos organismos zooplanctônicos foi padronizada em indivíduos por m<sup>3</sup> de água filtrada (ind/m<sup>3</sup>), e para cálculo da densidade utilizou-se o total de indivíduos de cada grupo dividido pelo volume de água filtrada. O volume de água filtrada foi estimado através do cálculo da expressão:

$$V = N * C, \text{ onde:}$$

**V** = volume filtrado pela rede (m<sup>3</sup>);

**N** = número de rotações realizadas pelo fluxômetro;

**C** = fator de calibração do fluxômetro para 1 m<sup>3</sup>, onde:

**C = a \* k**, sendo:

**a**= área da boca da rede em m<sup>2</sup> e

**k**= constante do fluxômetro em metro por rotação.

Os grupos zooplanctônicos Copepoda, Decapoda (Crustacea) e Chaetognatha, importantes na caracterização da comunidade local, foram identificados a níveis taxonômicos inferiores, utilizando-se bibliografia especializada (Boschi, 1981; Esnal, 1999; Esnal & Daponte, 1999; Pohle *et al.*, 1999; Avila *et al.*, 2006; Bonecker & Carvalho, 2006; Bonecker & Quintas, 2006ab; Dias & Araújo, 2006; Fernandes *et al.*, 2006, 2007). Os demais grupos foram quantificados.

#### 4.4.3.1. Ictioplâncton

Em laboratório, os ovos e larvas de peixes foram totalmente triados, contados e identificados com o auxílio de um microscópio estereoscópico, com luzes incidente e transmitida.

A identificação do ictioplâncton foi realizada em menor nível taxonômico possível, utilizando-se principalmente os trabalhos de Fahay (1983), Moser *et al.* (1984), Osawa (1986), Okiyama (1988), Leis & Trnski (1989), Olivar e Fortuño (1991), Matsuura & Olivar (1999), Richards (2006) e Bonecker & Castro (2006). A sequência filogenética e a classificação utilizada para apresentação das ordens e famílias das larvas identificadas seguiram Nelson (2006).

A densidade do ictioplâncton foi padronizada em 100 m<sup>3</sup>, a partir do volume de água filtrada pela rede Bongô, que foi calculado pela expressão **V = N \* C** apresentada acima.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA:	31 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

A composição e distribuição do icteoplâncton foram analisadas através da densidade expressa pelo número de indivíduos (N) por 100 m<sup>3</sup> (N/100 m<sup>3</sup>).

#### 4.4.3.2. Processamento dos dados das amostras planctônicas

Para a comparação da comunidade planctônica entre as estações, utilizou-se a análise não-paramétrica de agrupamento (Análise de Cluster) em conjunção com o Índice de Brain-Curtis (*Group Average Link*). Os dados de densidade foram transformados para raiz quarta. Para eliminar o efeito de espécies raras sobre a análise de similaridade, excluiu-se da matriz esses taxa<sup>1</sup>.

O índice de diversidade H' (Shannon-Wiever, 1949) utilizado é composto de dois componentes: a riqueza de espécies (S), que é o número de espécies, e a equitabilidade (J'), que é o modo pelo qual a densidade está distribuída entre as espécies (Primer5<sup>®</sup> *Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*) (BiodiversityPro<sup>®</sup>, Lamshead *et al.*, 1983 e Krebs, 1989).

O componente de riqueza de espécie foi calculado através do método de rarefação. Esta aproximação prevê uma medida unificada de diversidade de espécie ajustada para o tamanho da amostra, permitindo assim comparar agrupamentos com densidades diferentes de organismos ou amostras obtidas com esforços distintos (BiodiversityPro<sup>®</sup>; Simberloff, 1972).

Ao invés de analisar exclusivamente o índice de diversidade (H'), optou-se também por analisar o comportamento dos seus componentes, e assim investigar melhor a flutuação da diversidade através da riqueza, da equitabilidade e densidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Parâmetros Oceanográficos

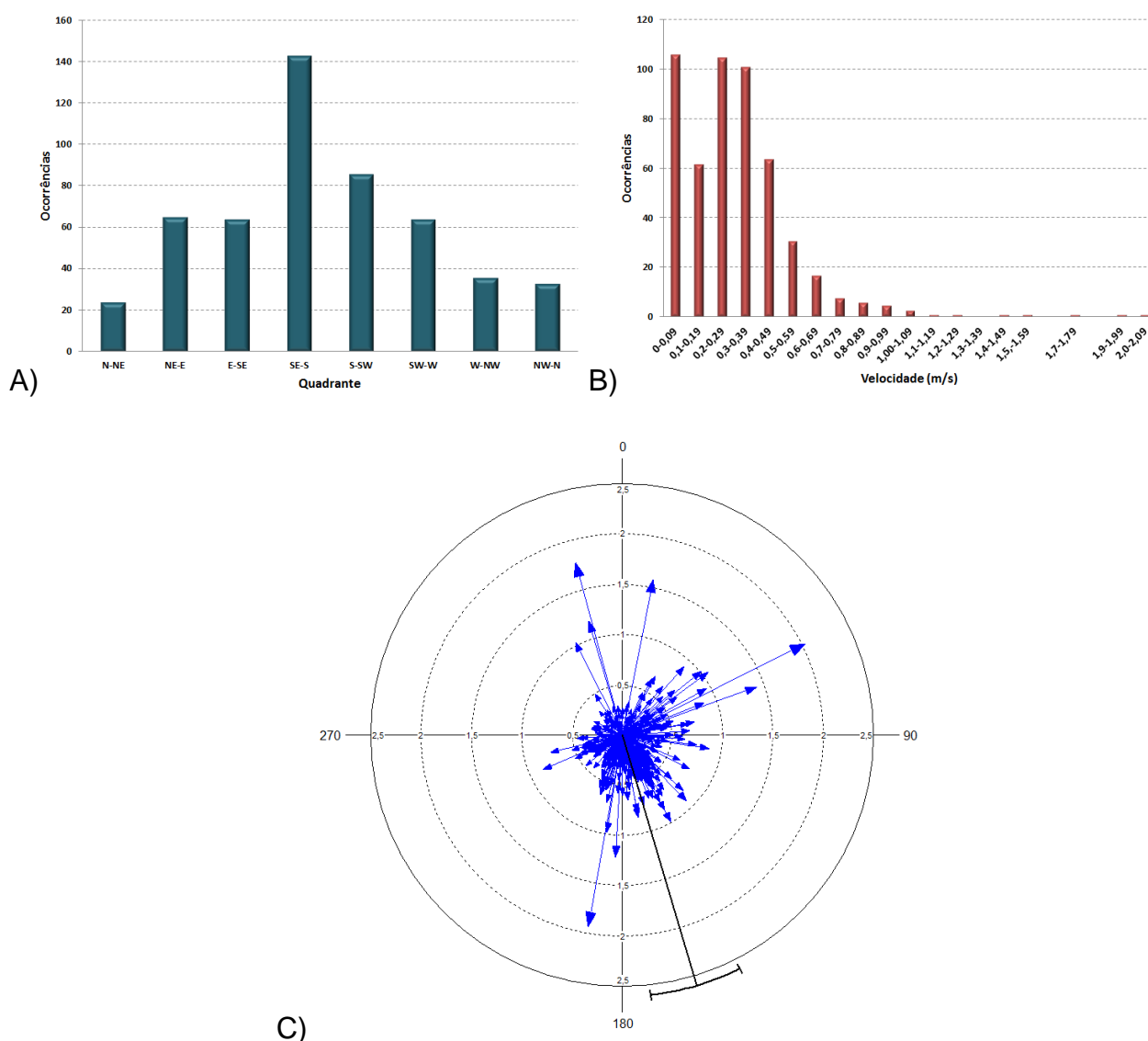
#### 5.1.1. Correntometria

Importante destacar que os dias que antecederam o curto período de coleta foram influenciados por um forte sistema frontal (alta pressão) na região da Bacia de Campos, que perdurou praticamente até os dias da coleta de água, refletindo inclusive, em alguns registros oceanográficos. Sistemas frontais, como este, são característicos nesta época de inverno. A previsão indicou ventos de moderado a forte (média de 14 e máxima de 25 nós) para NE-N, ondas em média de 3,7 metros chegando a 5,5 metros vindo da direção S e corrente para S com velocidades médias de 0,47 a máxima de 0,71 m/s (Boletins com Previsões Meteoceanográficas – CHEVRON/ASA) (**Anexo 5.1.1-1**).

<sup>1</sup> A classificação dos grupos quanto à frequência foi baseada no número de estações/estratos/réplicas em que foi observado o táxon. Quando presente em apenas uma estação/estrato/réplica, o táxon foi **denominado raro**, e excluído da análise de diversidade.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 32 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2

Os valores de correntometria adquiridos *in situ* na Campanha 2 - Campo de Frade corroboraram os dados sinóticos apontados nas previsões, onde as correntes apresentaram um sentido preferencial para o quadrante SE-S. A amplitude da velocidade variou até 2,0 m/s, com predomínio de 85% até 0,49 m/s, conforme observado na **Figura 5.1.1-1**. Para permitir uma melhor avaliação do comportamento da circulação, os resultados estão apresentados na **Figura 5.1.1-2** por estação de amostragem. Os dados brutos referentes à correntometria estão apresentados no **Anexo 5.1.1-1**.



**Figura 5.1.1-1:** Direção (A), velocidade (B) e vetores (C) das correntes na área do Campo de Frade - Campanha 2.





**RELATÓRIO TÉCNICO**

Nº

**RT - MA02/2011**

REV.:

**0**

DATA.:

**JANEIRO DE 2012**

PROGRAMA:

**Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos**

FOLHA:

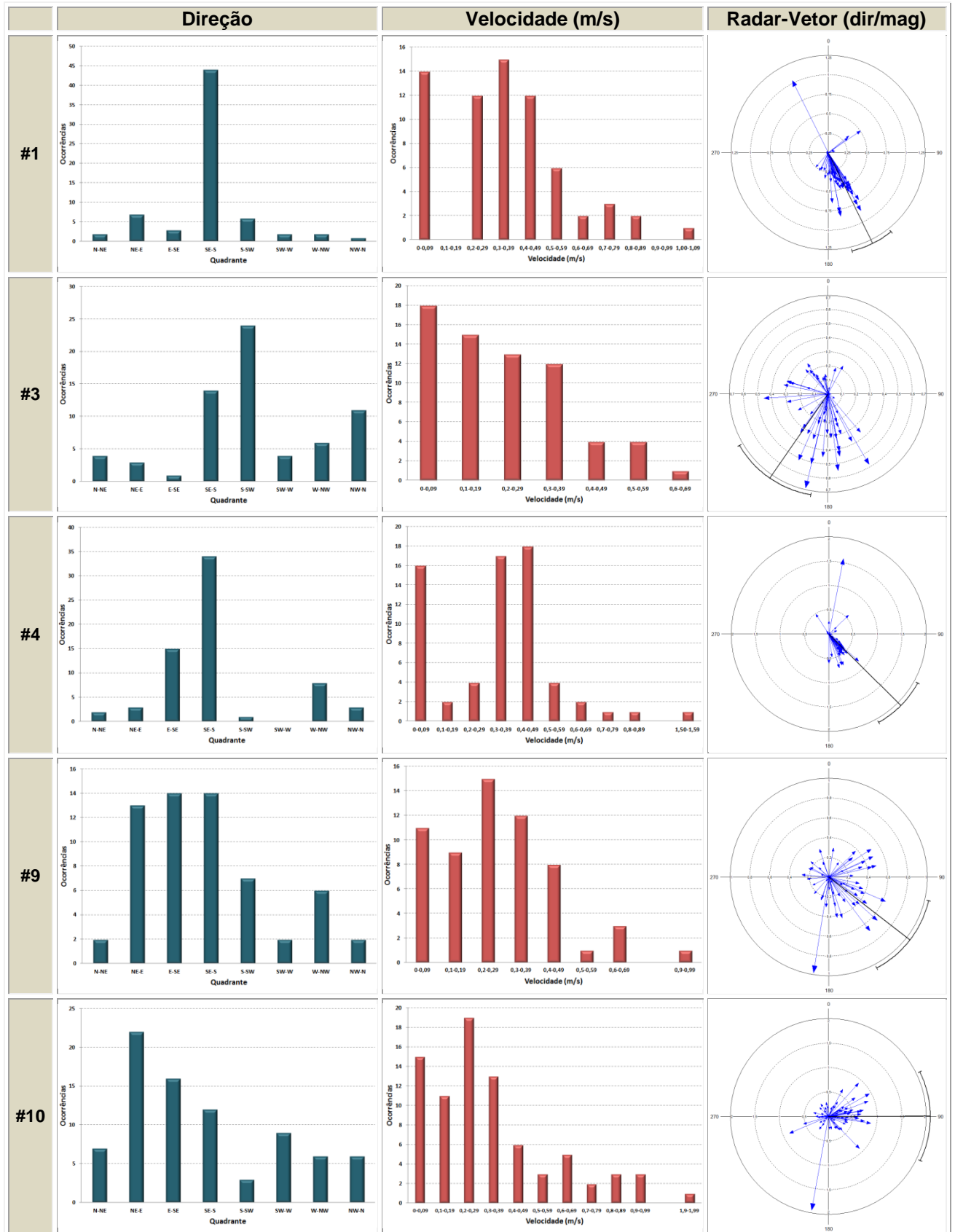
**33 de 95**

TÍTULO:

**Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)**

CAMPANHA:

**CAMPANHA 2**




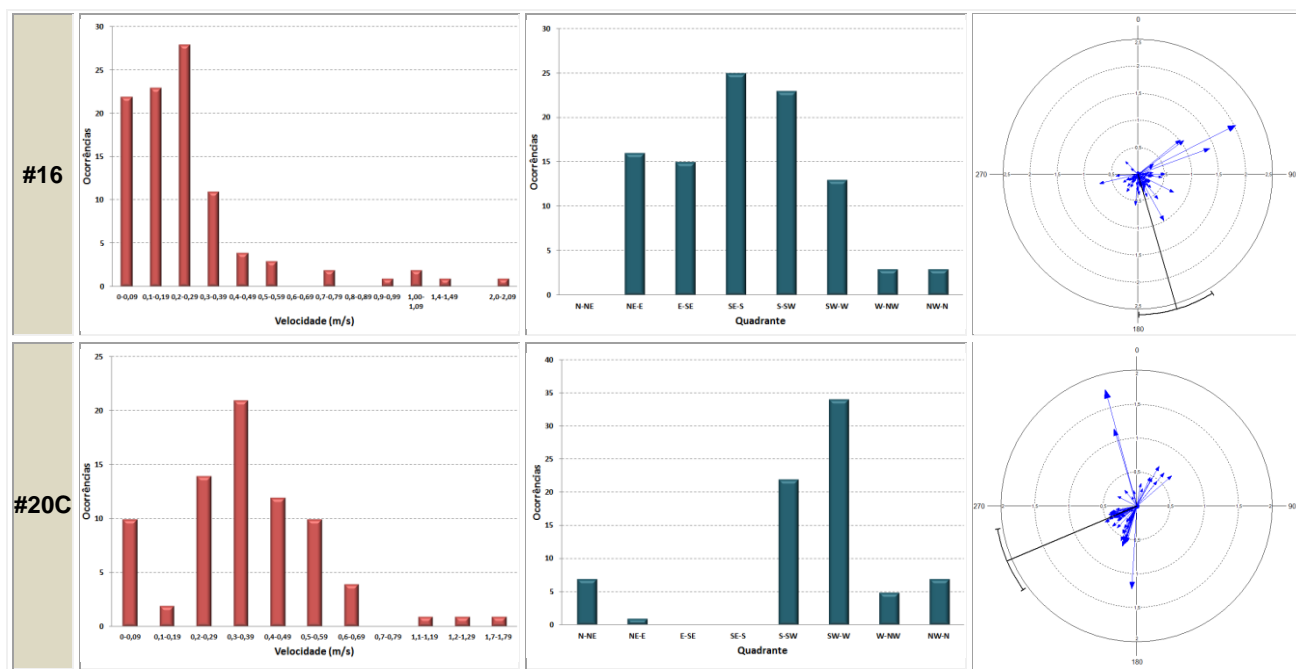
Coordenador da Equipe

Monitoramento da Qualidade da Água no Mar Local



Técnico Responsável

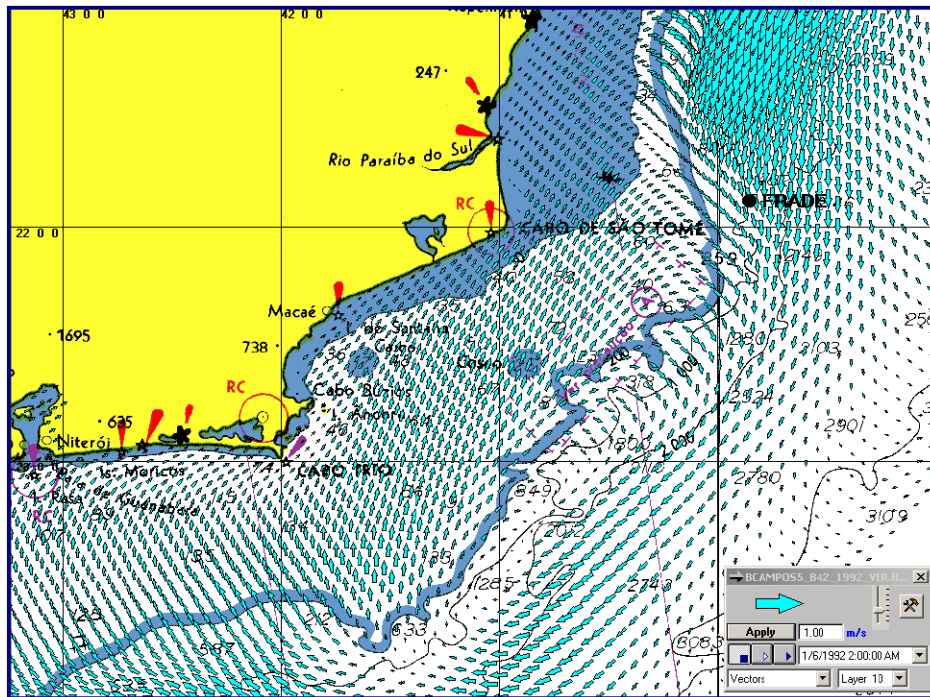
	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 34 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2



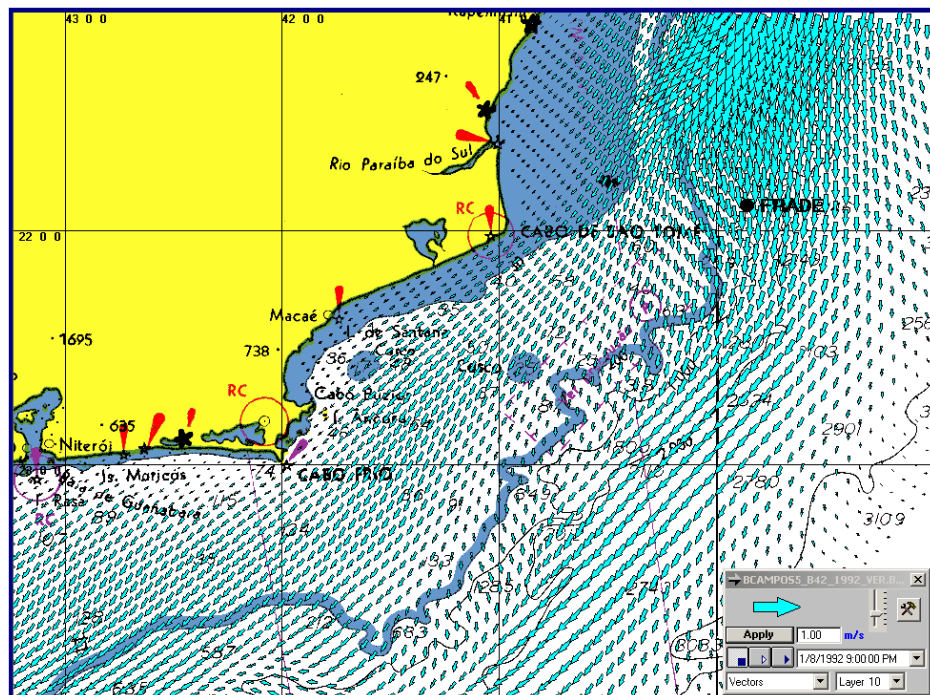
**Figura 5.1.1-2:** Direção (graus), velocidade (m/s) e vetor das correntes por estação de amostragem na área do Campo de Frade - Campanha 2.

Conforme verificado na presente campanha, a circulação hidrodinâmica predominante na região do Campo de Frade é dominada pela presença da Corrente do Brasil (Ecologus/Chevrontexaco, 2006). As principais variabilidades observadas sobre este padrão são determinadas pela incidência de sistemas frontais. Esses fenômenos possuem um padrão sazonal bastante definido, sendo mais intenso e frequentes no inverno, em oposição ao observado no verão. Este é um fenômeno físico que ocorre durante todo o ano, diferindo na frequência de ocorrência e intensidade média. Nas **Figuras 5.1.1-3 e 5.1.1-4**, observa-se o padrão médio da Corrente do Brasil e o campo instantâneo gerado pela interação com o vento numa situação com a presença de frente na área e sem a presença de sistemas frontais, respectivamente (Ecologus/Chevrontexaco, 2006).


	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
	RT - MA02/2011		DATA: JANEIRO DE 2012
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		FOLHA: <b>35 de 95</b>
TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>	



**Figura 5.1.1-3:** Campo de velocidades de corrente na área da Bacia de Campos. Inversão da corrente costeira, em decorrência da entrada de um sistema frontal (Ecologus/Chevrontexaco, 2006).

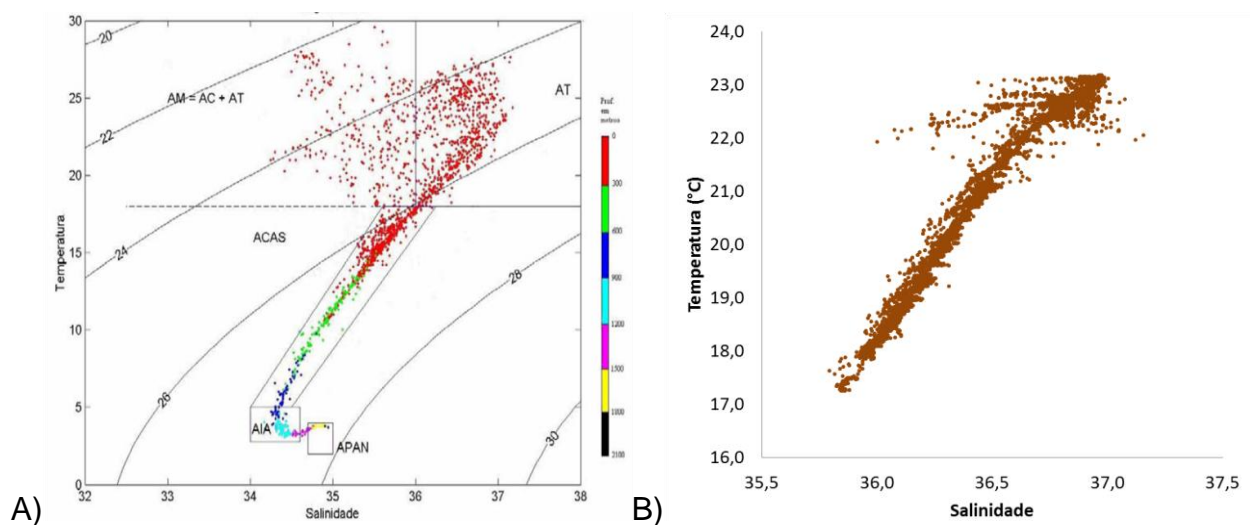


**Figura 5.1.1-4:** Campo de velocidades de correntes na área da Bacia de Campos, sem a presença de sistemas frontais (Ecologus/Chevrontexaco, 2006).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>	
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		FOLHA: <b>36 de 95</b>	
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>	

### 5.1.2. Parâmetros físicos da coluna d'água (CTD)

Considerando os limites termohalinos estabelecidos no gabarito para as massas d'água da região Sudeste do Brasil por Silva *et al.* (1984) *apud* Fragoso (2004) (**Figura 5.1.2-1A**), os resultados obtidos nos perfis de CTD para as estações mostraram que a coluna d'água (até 100 metros) da área Campo de Frade foi caracterizada principalmente pela presença da Água Tropical (AT), com 96% de representatividade e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), com 4% (**Figura 5.1.2-1B**).



**Figura 5.1.2-1:** (A) Diagrama TS conforme gabarito das massas d'água (Silva *et al.*, 1984 *apud* Fragoso, 2004) e (B) TS de todas as estações de amostragem registradas durante a campanha na área do Campo de Frade - Campanha 2. Legenda: Água de Mistura (AM); Água Costeira (AC); Água Tropical (AT); Água Central do Atlântico Sul (ACAS); Água Intermediária Antártica (AIA) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN), segundo Miranda (1991).

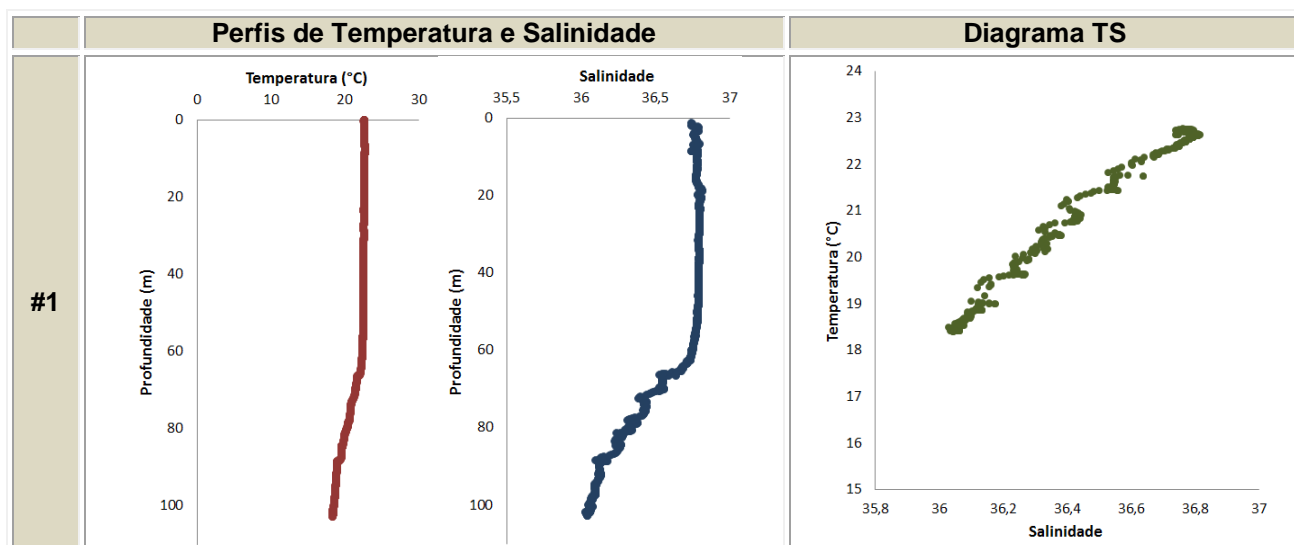
A AT está situada na camada mais superficial do oceano estando sempre em contato com a atmosfera, sofrendo influência das variações climáticas das regiões por onde passa. Sua origem ocorre na Zona Tropical, à leste da costa do Estado da Bahia, e suas características são definidas pela intensa radiação solar e excesso de evaporação em relação à precipitação, características do Atlântico Tropical. Fluindo para o Sul e depois para Sudoeste, seguindo a configuração da linha de costa, é transportada pela Corrente do Brasil, com águas quentes e salinas. Seus limites termohalinos para a região sudeste são:  $T > 18^{\circ}\text{C}$  e  $S > 36$  (Miranda, 1982 e 1991).

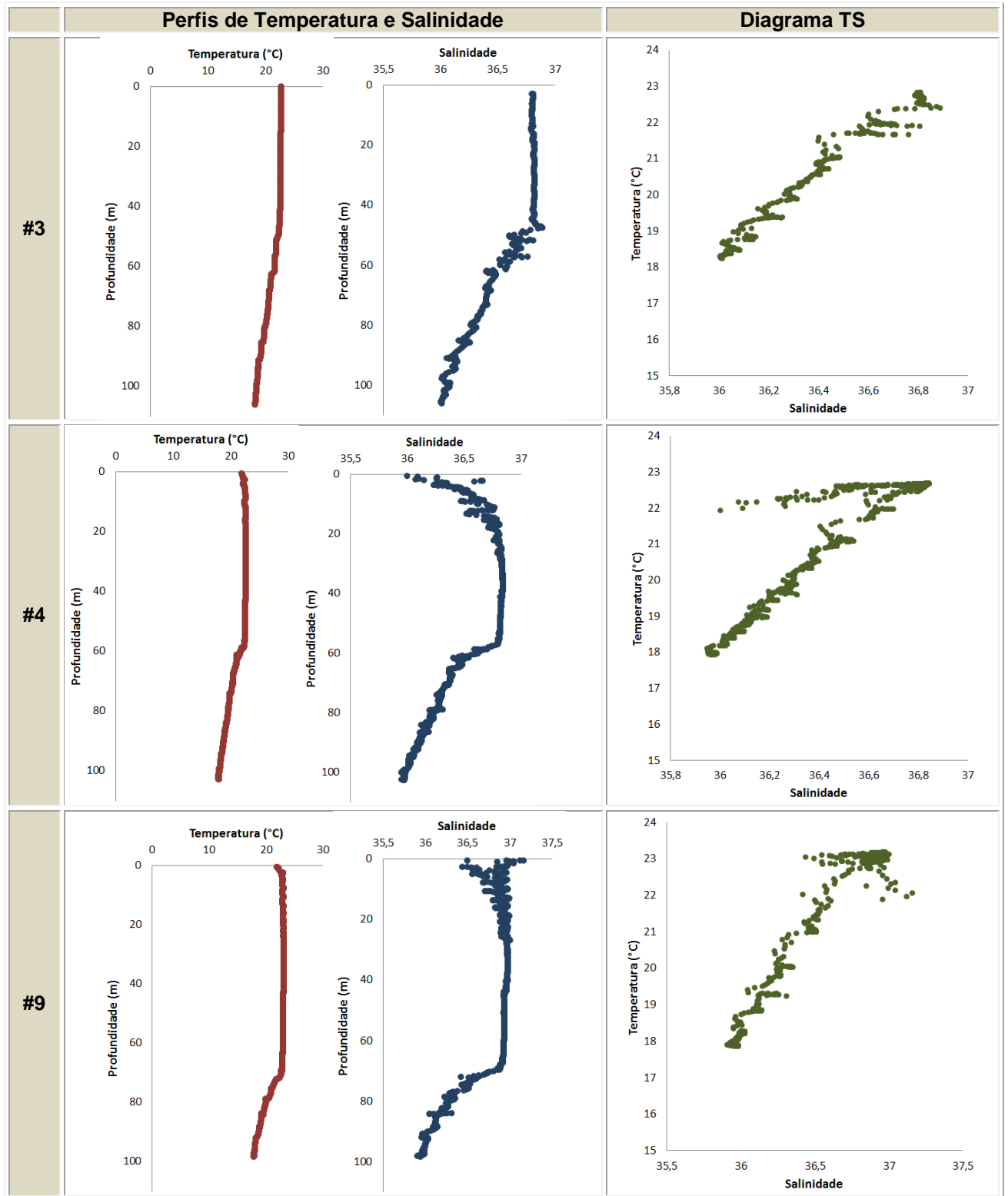
A ACAS é identificada pela variação quase linear dos pares TS entre os pontos  $T=18^{\circ}\text{C}$ ;  $S=36$  e  $T=6^{\circ}\text{C}$ ;  $S=34,5$ . Tem origem na Convergência Subtropical ( $30^{\circ}\text{S} - 40^{\circ}\text{S}$ ), se desloca na direção Norte e ocupa, nas áreas tropicais e subtropicais do Atlântico Sul, a camada situada desde a superfície até 800-900 metros de profundidade. Pode ser

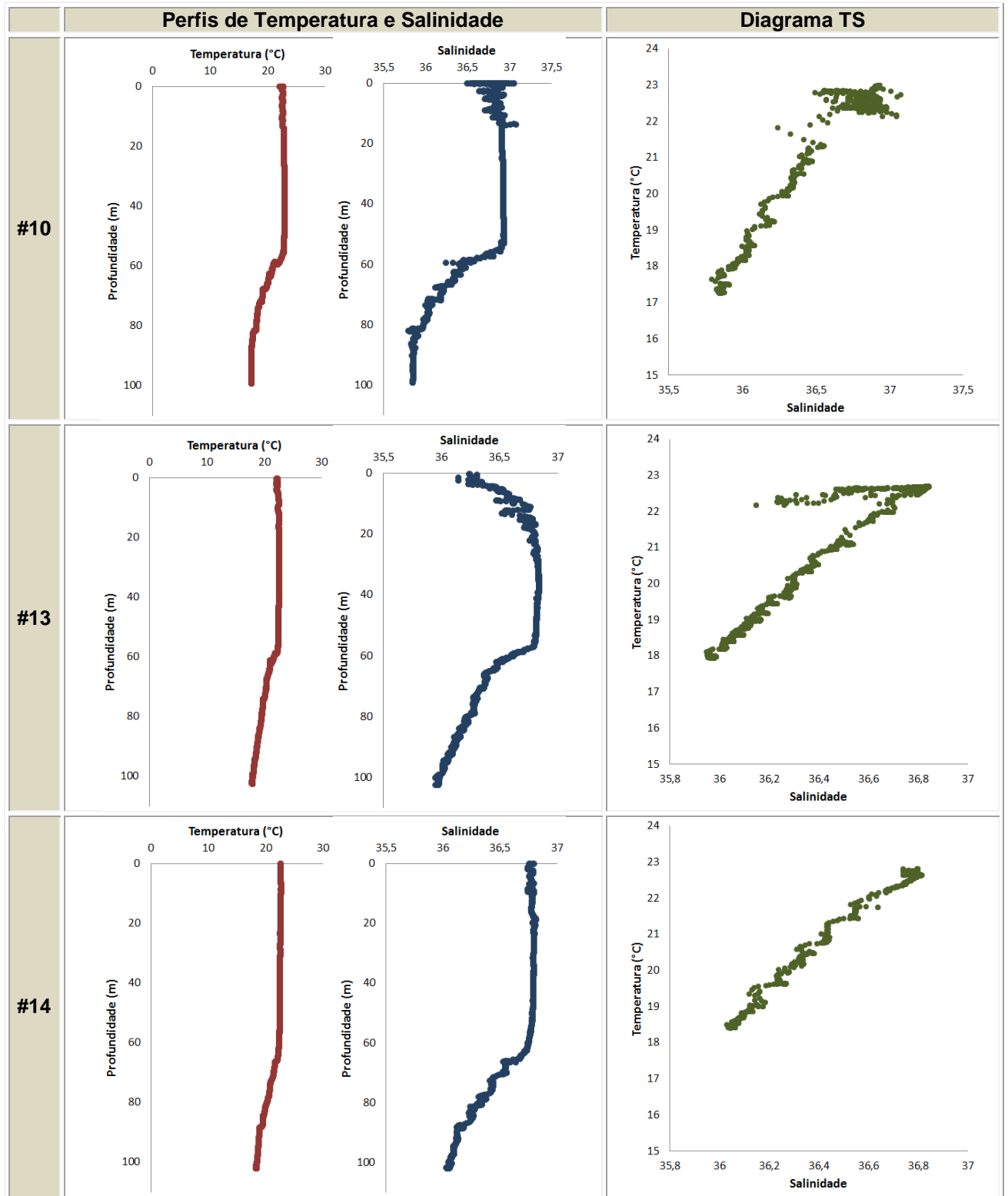
	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 37 de 95

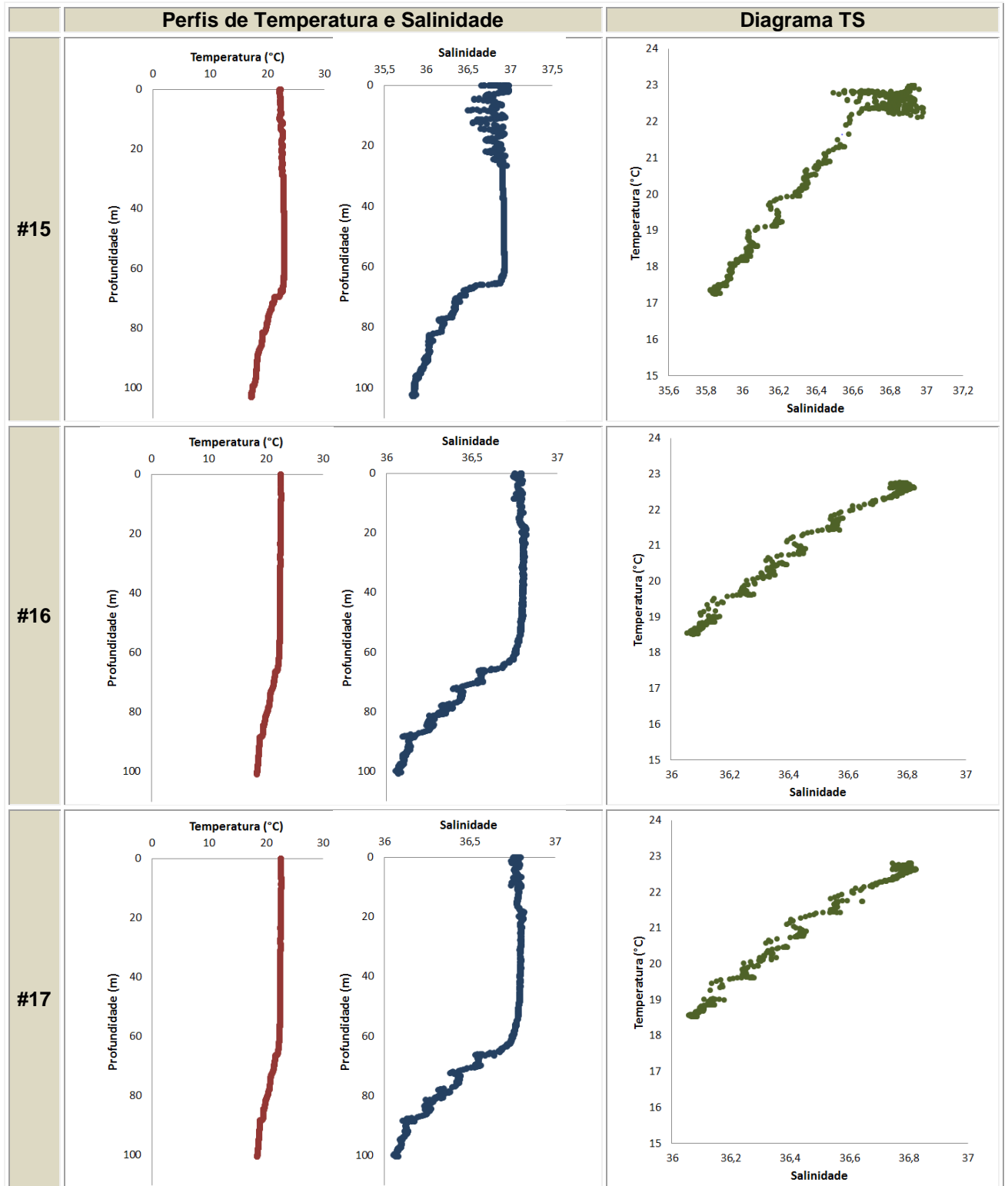
encontrada a profundidades menores do que 100 metros em todas as estações do ano, mas observa-se que há uma considerável variação sazonal o que influencia, diretamente, no processo da ressurgência que ocorre na região costeira adjacente a Cabo Frio. No verão é encontrada maior quantidade dessa água em menores profundidades, coincidindo com o período de maior incidência desse fenômeno (Silva *et al.*, 1984; Miranda, 1991).

Nesta campanha, a temperatura média foi de 21,5 °C, variando entre 17,2° a 23,2°C e a salinidade média de 36,6, com mínimo de 35,8 e máximo de 37,2 entre as estações e profundidades amostradas, sendo condizentes aos reportados em áreas costeiras-oceânicas da região sudeste (Silva *et al.*, 1984). Pode-se considerar que os perfis de temperatura apresentaram homogeneidade vertical entre as estações, ao passo que os perfis de salinidade apresentaram variabilidade na primeira camada (até 20m) em algumas estações (#4, #9, #10, #13 e #15), bem como foi constatado termoclina em profundidade aproximada de 60m. Esta variabilidade na camada superficial deve estar relacionada a atuação do sistema frontal que antecedeu a campanha (**Figura 5.1.2-2**). Os dados brutos referente aos perfis de temperatura e salinidade estão apresentados no **Anexo 5.1.2-1**.











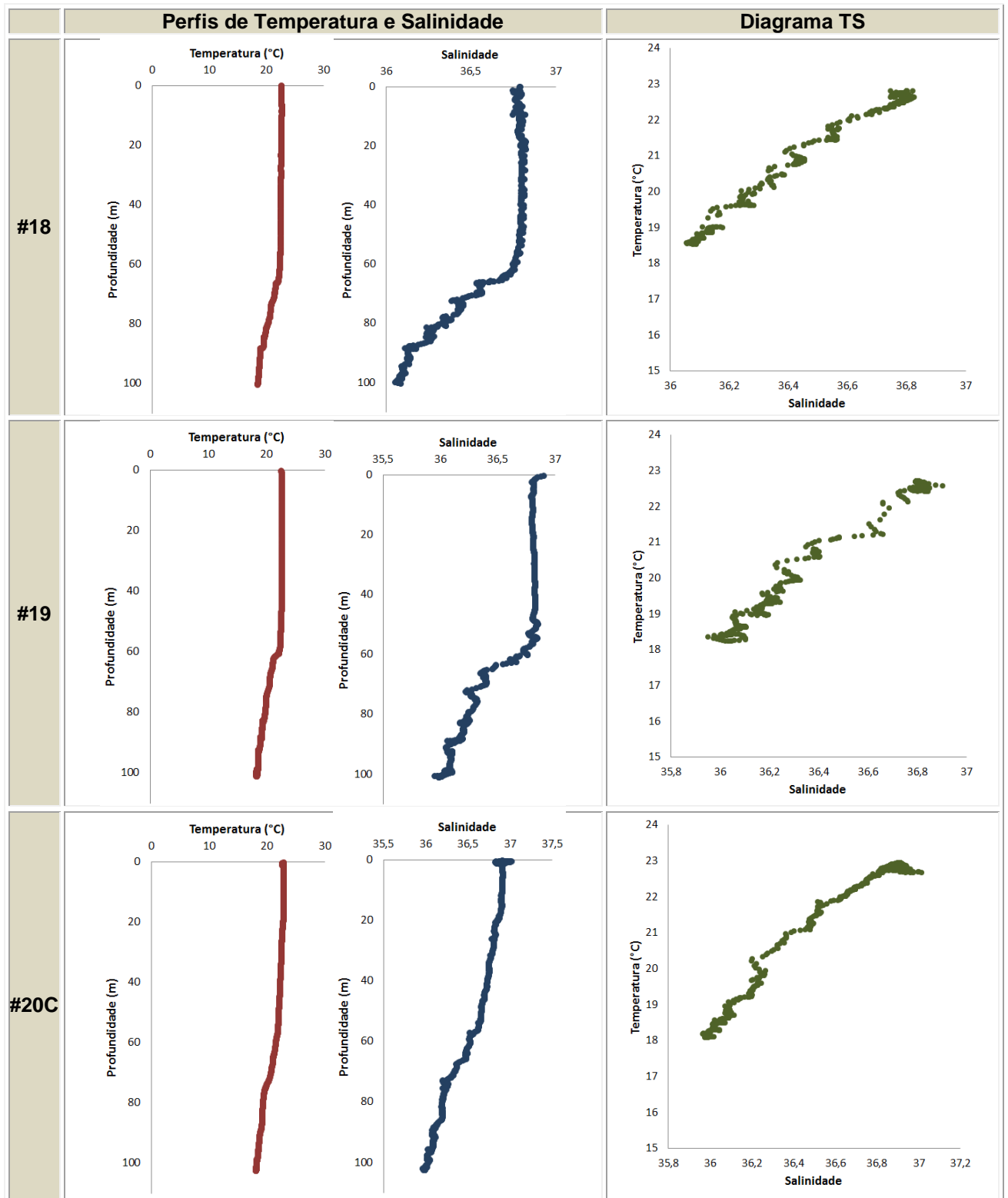


Figura 5.1.2-2: Perfis de temperatura, salinidade e diagrama TS por estação na área do Campo de Frade - Campanha 2.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	42 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

## 5.2. Água

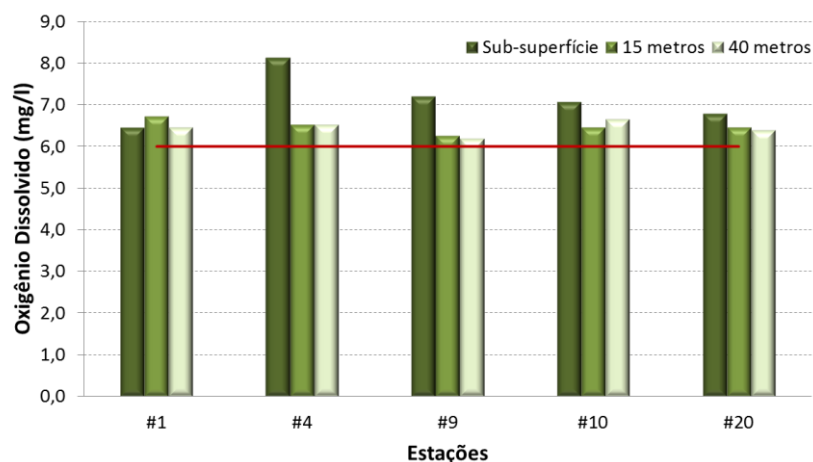
Conforme informado, a unidade FPSO Frade não estava descartando água de produção na ocasião do período da campanha. As concentrações dos parâmetros ambientais avaliados nesta campanha, seus limites e valores de alerta (segundo a Resolução CONAMA Nº 357/05), bem como seus respectivos laudos analíticos estão apresentados nos Anexos 5.2-1 e 5.2-2.

### 5.2.1. Parâmetros Registrados *in Situ*

A região monitorada é classificada como de águas salinas da Classe 1 (CONAMA Nº 357/05) e deve apresentar concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) superiores a 6 mg/L e para o Potencial Hidrogeniônico (pH) entre 6,5 e 8,5, portanto, os valores encontrados estão em conformidade com os limites preconizados pela legislação.

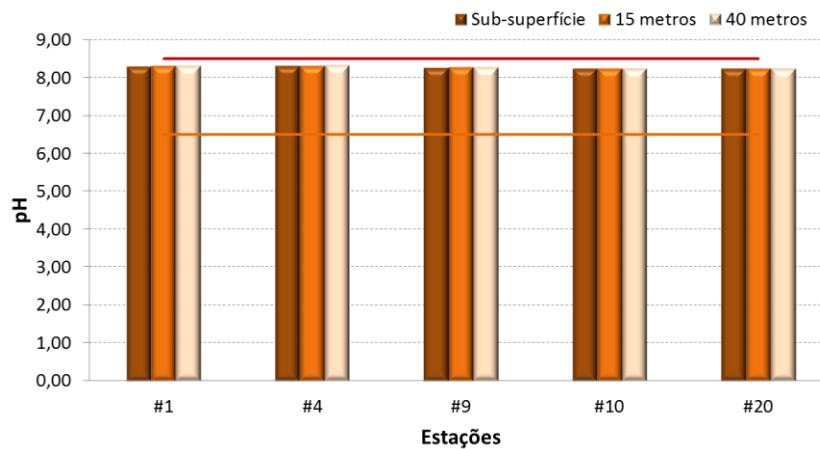
Para os parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD) e pH, os resultados indicaram valores médios entre 6,4 e 7,1 mg/L e 8,26 e 8,27, respectivamente, nas estações e estratos amostrados. Estes valores estiveram próximos ao registrado para a estação controle (#20) (**Figura 5.2.1-1 e 5.2.1-2**).

Ressalta-se que, campanhas pretéritas realizadas no período de inverno, na Bacia de Campos, na área do Bloco BC-4, indicaram concentrações de OD abaixo das registradas nesta campanha, com médias de OD variando de 3,51 a 4,8mg/L (min= 3,12 e máx= 5,75mg/L) e de pH semelhante à esta campanha, com valores médios entre 8,06 e 8,1 (min= 7,99 e máx= 8,19) (Analytical Solutions/Texaco, 2002a e b *apud* Ecologus/Chevrontexaco, 2006).



**Figura 5.2.1-1:** Concentração de Oxigênio Dissolvido por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. Valor mínimo conforme CONAMA Nº 357/05.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 43 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2




**Figura 5.2.1-2:** pH por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. Valores mínimo/máximo conforme CONAMA Nº 357/05.

Naturalmente, as concentrações de OD na água do mar podem apresentar variações significativas, já que as mesmas são condicionadas por vários fatores físicos, químicos e biológicos, sendo, por si só, insuficientes para uma caracterização do ecossistema (Niencheski *et al.*, 1999). Porém, este fato não impede que possa fornecer importantes respostas acerca dos processos biológicos de produção de oxigênio, pelos organismos autotróficos, assim como sobre seu consumo, pelos organismos heterotróficos, em profundidades específicas (Aidar *et al.*, 1993).

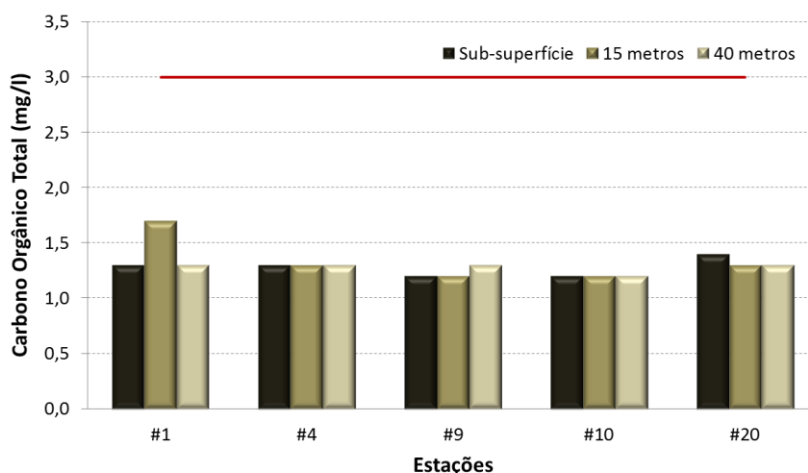
O pH da água do mar oscila em torno de 8,2. Este valor está relacionado à presença dos íons  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ . Modificações nas concentrações de  $\text{CO}_2$ , em função da respiração, fotossíntese, trocas entre a atmosfera e o oceano ou nas concentrações de  $\text{CO}_3^{2-}$  decorrente de precipitações, poderiam modificar os valores de pH (Aminot & Chaussepied, 1983).

### 5.2.2. Carbono Orgânico Total - COT

O COT é um indicador da concentração de matéria orgânica nas águas naturais e é composto por Carbono Orgânico Dissolvido (COD) e Particulado (COP). O COP compreende matéria orgânica viva e não viva superior a  $0,2 \mu\text{m}$ . Suas concentrações oscilam na faixa de 20 a  $1000 \mu\text{g}$  de C/L (Duursma & Dawson, 1981; Libes, 1992) nos oceanos. Concentrações de COP são tipicamente inferiores às concentrações de COD nos sistemas marinhos, podendo atingir níveis 1-3 ordens de grandeza incluindo a plataforma continental e o ambiente oceânico (Bauer *et al.*, 2002; Druffel *et al.*, 1992). O COP constitui cerca de 3 a 9% do carbono orgânico total (COT). O COD é originado de processos metabólicos do fito e do zooplâncton marinho, bem como durante processos de mineralização da matéria orgânica particulada. O COD pode vir a constituir 80-95% do COT em águas marinhas e suas concentrações são normalmente observadas na faixa entre 0,5 a  $1,5 \text{ mg/L}$  nestes ambientes (Duursma & Dawson, 1981).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 44 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2

A concentração média de COT registrada na coluna d'água da região (nos 3 estratos) foi de 1,30 mg/L (mín=1,20 e máx=1,70 mg/l) e está condizente ao reportado na literatura (Duursma & Dawson, 1981). Esses valores foram semelhantes ao registrado na #20-controle (subssuperfície = 1,40 mg/l; 15 metros = 1,30 mg/l e 40 metros = 1,30 mg/l (**Figura 5.2.2-1**).

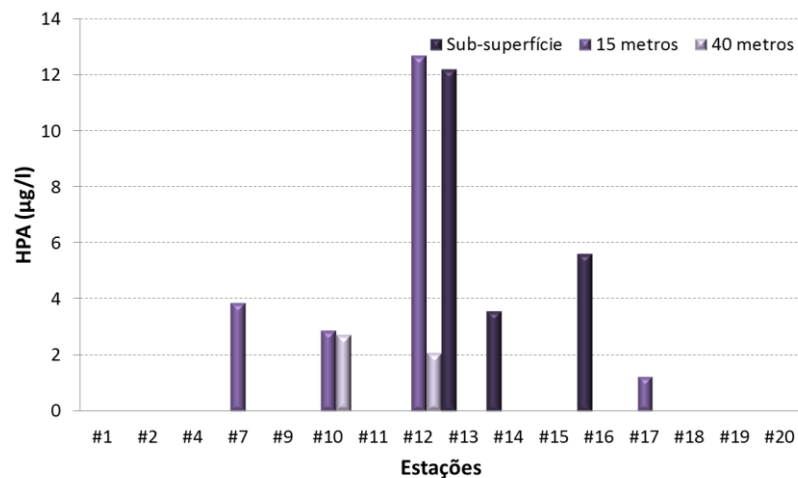


**Figura 5.2.2-1:** Carbono Orgânico Total - COT por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. Valor máximo permitido, conforme CONAMA Nº 357/05.

### 5.2.3. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPA

A concentração média de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) registrada na subsuperfície foi de 5,61 µg/L (mín < 0,15 e máx = 12,20 µg/L); em 15 metros de 3,38 µg/L (mín < 0,15 e máx = 12,70 µg/L) e 2,39 µg/L em 40 metros (mín < 0,15 e máx = 2,71 µg/L). Na #20-controle, a concentração de HPA esteve abaixo do Limite de Quantificação-LQ (< 0,15). Esse parâmetro, entretanto, não consta da Resolução CONAMA Nº 357/05 (**Figura 5.2.3-1**) para águas salinas.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>45 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>



**Figura 5.2.3-1:** Concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPA por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2.


Como constatado nos programas de monitoramento da Texaco/ChevronTexaco executados na fase exploratória dos Blocos BM-C-4 e BM-C-5 - Campo de Frade (Analytical Solutions/Texaco, 2001, 2002ab; Ecologus/Chevrontexaco, 2006), alguns valores de HPA encontrados na presente Campanha 2, estiveram abaixo do limite de quantificação. Estudos citam que concentrações de HPAs abaixo de 2,00 ppb (ppb= µg/L) são típicas de áreas não contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo (LAW, 1981; KEISER & GORDON, 1973; WEBER & BÍCEGO, 1991; GEOMAP/FUNDESPA, 1994), o que confronta com as concentrações encontradas em algumas estações na presente campanha, cujo valor máximo foi de 12,70 µg/L (#12) e média de 5,20 µg/L de HPA.

Outro levantamento ambiental importante foi conduzido no ano de 2001, na região da Bacia de Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002). Na ocasião foram amostradas 140 estações de água, dispostas em 18 transects (20mn de distância), perpendiculares à linha de costa, abrangendo a extensão batimétrica das áreas de E&P da Bacia de Campos. Na maioria das estações, as coletas foram realizadas em três profundidades da coluna d'água: 10m, termoclina e 200m, totalizando 356 amostras. Os resultados mostraram, para esta área, uma concentração máxima do total de HPAs de 78,45 µg/L, com média de 0,45 µg/L (DP=4,21).

#### 5.2.4. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo - HTP

As concentrações de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP) registradas para a grande maioria das estações/estratos estiveram abaixo do Limite de Quantificação, que é de 15,0 µg/L ( $\Sigma=435$  µg/L). A #13 Superficial, entretanto, apresentou contaminação por gasolina, Mistura Complexa Resolvida (HRP= 487,5 µg/L) e Mistura Complexa Não Resolvida (MCNR = 1176,0 µg/L)], totalizando 1663,5 µg/L.

Independentemente desta ocorrência, a concentração de HRP e MCNR é baixa e está corroborada por outros registros oriundos do diagnóstico ambiental da região da Bacia de

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: JANEIRO DE 2012
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos	
TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)	FOLHA:	46 de 95
		CAMPANHA:	CAMPANHA 2

Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002). Neste caso, a concentração máxima do total de HTP nas amostras de superfície (10 m) foi de 3106 µg/L, com média de 39,6 µg/L (DP= 263,7 µg/L). As amostras de meia água (termoclina = 75 m) apresentaram valor máximo de 2531,2 µg/L, com média de 48,1 µg/L (DP= 245,2 µg/L). As amostras de água de fundo (ou 200 m) apresentaram valor máximo de 332 µg/L, com média de 21,2 µg/L (DP= 46,1 µg/L).

Considerando inclusive a contaminação localizada por gasolina nesta campanha, a área do Campo de Frade apresenta concentrações abaixo daquelas reportadas anteriormente para na região (Analytical Solutions/Texaco, 2001, 2002ab; Ecologus/ ChevronTexaco, 2006), com concentrações de HTP que variaram em mínimos de 10 µg/L (Limite de Detecção) e máximos de 298 µg/L, com média de 48,26 µg/L.

### 5.2.5. Fenóis

As estações monitoradas apresentaram concentrações para o parâmetro “Fenóis” inferiores ao Limite de Quantificação de 0,06 mg/L.

Os fenóis são compostos químicos tóxicos aos organismos aquáticos, mesmo quando presentes em níveis bastante baixos. Os compostos naturais estão relacionados à lignina dos vegetais. Sua origem em corpos d’água se deve principalmente aos despejos de origem industrial, podendo, também, ter origem natural. Esses compostos são polares e muito solúveis em água. São compostos resistentes à degradação microbiológica e são transportados a longas distâncias pela água (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002).

Embora a concentração de fenóis na presente campanha não tenha sido detectada, há resultados de amostras coletadas no entorno de unidades de exploração e produção na Bacia de Campos (Albacora, PPG-01, PNA-02, P-18, Espadarte, PPM-01 e SS-06) que indicaram, em geral, concentrações de fenóis mais elevados em amostras de água de superfície e meia água (termoclina), em relação às camadas mais profundas da lâmina d’água (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002), conforme apresentado:


- Água de superfície: até 1,5 µg/L, com uma média de 0,12 ±0,29 µg/L;
- Termoclina: até 2,48µg/L, com uma média de 0,16±0,43 µg/L;
- Fundo: até 1,9 µg/L, com média de 0,12±0,31 µg/L.

As maiores concentrações foram observadas ao norte da Bacia de Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002).

### 5.2.6. Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos - BTEX

As estações monitoradas apresentaram concentrações de Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos (BTEX) inferiores ao Limite de Quantificação de 0,06 mg/L.

A ausência na quantificação deste parâmetro pode estar atrelada às propriedades físico-químicas dos BTEX (solubilidade e volatilidade), pois os compostos desse grupo não são persistentes na água do mar, ligam-se apenas fracamente à matéria orgânica e não bioacumulam em altas concentrações nos organismos (Johnsen *et al.*, 2004).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>47 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

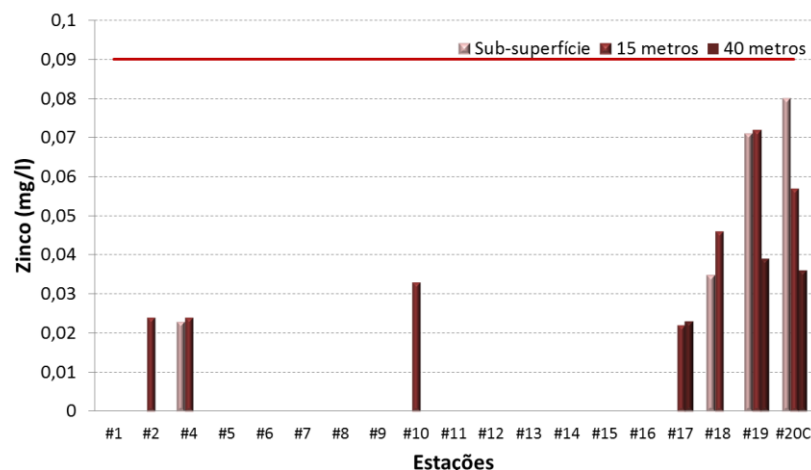
### 5.2.7. Sulfetos

Os sulfetos equivalem ao teor de sulfeto total, correspondente ao somatório das concentrações das equivalências  $\text{HS}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$  e  $\text{H}_2\text{S}$  presentes na amostra. Estes compostos são comumente analisados em programas de monitoramento para diagnóstico de possíveis contaminações em áreas de produção e exploração petrolífera, pois são compostos químicos presentes na água de produção (Gabardo, 2007). Tal informação, juntamente com o fato da unidade FPSO Frade estar operando com descarte zero de água produzida, reflete nos resultados encontrados na presente campanha, onde as estações monitoradas apresentaram concentrações de Sulfetos inferiores ao Limite de Quantificação de 0,002 mg/L.

### 5.2.8. Metais

Todos os metais analisados apresentaram concentrações abaixo dos seus respectivos Limites de Quantificação, considerando as estações e os estratos analisados na área do Campo de Frade, exceto para o Zinco, que apresentou concentração média de 0,041 mg/L (mín < 0,020 e máx= 0,080 mg/L). A estação #19 foi a que apresentou a maior concentração média de 0,06 mg/L (mín= 0,039 e máx= 0,072 mg/L), seguido da estação controle #20, com média de 0,057 mg/L (mín= 0,036 e máx= 0,080 mg/L) (**Figura 5.2.8-1**).

As concentrações de Zinco encontradas nesta campanha são coerentes às observadas nas campanhas pretéritas realizadas pela Texaco/ChevronTexaco nos Blocos BM-C-4, BM-C-5 no Campo de Frade, onde foram detectados valores médios de 0,024 mg/L (mín= 0,011; máx= 0,039 mg/L) (Analytical Solutions/Texaco, 2001, 2002a,b).



**Figura 5.2.8-1:** Concentração de Zinco por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. Valor máximo permitido, conforme CONAMA Nº 357/05.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	48 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

Para ilustrar este quantitativo, apresentamos as concentrações médias de alguns metais usualmente encontradas em águas produzidas de instalações produtoras de gás e de óleo, bem como suas concentrações em água do mar, para abordar a complexidade química desta matriz e sua variabilidade quantitativa quando presentes em níveis traços (Swan *et al.*, 1994), lembrando que o FPSO Frade está operando sem lançar água produzida (Tabela 5.2.8-1).

**Tabela 5.2.8-1: Concentração de metais em água produzida (mg/L) e água do mar.**

Metais	Fe	Hg (µg/L)	Cd	Pb	Zn	Cu	Cr	Ni	As
<b>Plataformas de produção de óleo</b>									
Faixa	-	0,04-0,13	0,03-25	0,15-2,1	0,07-26,4	0,25-9,5	0,18-5,3	0,5 - 3,1	0,25-34,2
Média	-	0,3	0,6	0,4	5,8	2	2,2	1,4	7,6
Nº de dados	-	8	8	8	19	8	9	3	9
<b>Plataformas de produção de gás</b>									
Faixa	-	1-89	0,07-50	0,19-9	0,37-145	0,14-0,6	0,07-1600	-	-
Média	-	23	1,3	4,1	25,9	0,4	419,5	-	60
Nº de dados	-	12	4	6	16	3	4	0	1
<b>Concentração da água do mar - µg/L</b>									
	0,008-2,0	0,00007-0,006	0,001-0,1	0,001-0,1	0,006-0,12	0,03-0,35	0,1-0,55	0,1-1	1-3

Fonte: OGP, 2005 apud Gabardo, 2007.

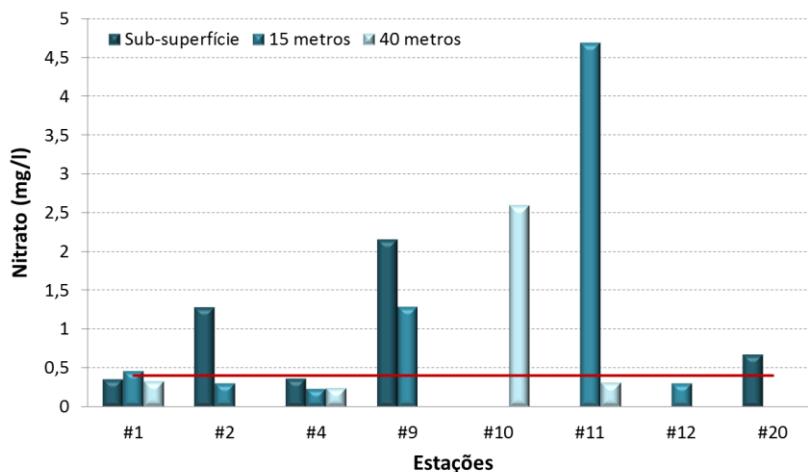
No litoral sudeste adjacente à Bacia de Campos, os fluxos continentais através de rios podem ser de 3 a 4 ordens de grandeza superiores aos fluxos de água produzida das atividades de E&P. A literatura mostra que o aporte continental é o principal contribuinte das concentrações de metais e outros contaminantes em águas costeiras e da plataforma continental (Lacerda, 2006).

### 5.2.9. Nitrato, Fosfato e Silicato

A concentração média de Nitrato registrada na subsuperfície foi de 0,68 mg/L (mín < 0,21 mg/L e máx=2,16 mg/L); em 15 metros a média foi de 0,39 mg/L (mín < 0,21 mg/L e máx=4,69 mg/L) e, em 40 metros, de 0,32 mg/L (mín < 0,21 mg/L e máx=2,60 mg/L). Com exceção das estações #4 e #12, todas as outras estações apresentaram, em pelo menos um estrato amostrado, concentrações acima de 0,40 mg/L (limite para valor de alerta preconizado na CONAMA 357-05), incluindo a própria estação #20-controle (**Figura 5.2.9-1**).



	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 49 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2



**Figura 5.2.9-1:** Concentração de Nitrato por estação e estrato de profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2. Valor máximo permitido, conforme CONAMA Nº 357/05.

Os parâmetros Silicato e Fosfato apresentaram concentrações abaixo do Limite de Quantificação, que foram de < 0,295 mg/L e < 0,420 mg/L, respectivamente.

O nitrogênio, a sílica e o fósforo são nutrientes necessários para as funções metabólicas do fitoplâncton. Comportam-se, portanto, de forma não conservativa, na dependência direta dos processos de demanda biológica pela biomassa fitoplanctônica na zona eufótica e dos aportes devidos a processos físicos (advecção, intrusão de águas mais ricas), biológicos (regeneração), climáticos (chuvas e ventos) e de drenagem continental (Aidar *et al.*, 1993).

Como referência de comparação dos resultados desta campanha, consideramos aquelas realizadas pela Texaco/ChevronTexaco nos Blocos BM-C-4 e BM-C-5, no Campo de Frade, que reportam modestas concentrações para nitrato, com média de 1,07 µg/L (mín= 0,22; máx= 2,15µg/L); para silicato de 1,35 µg/L (mín= 0,52; máx= 7,11µg/L) e fosfato de 0,14 µg/L (mín= 0,04; máx= 0,37µg/L) (Analytical Solutions/Texaco, 2001, 2002ab).

Outra fonte de comparação dos resultados, refere-se ao diagnóstico ambiental realizado na região da Bacia de Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002), que reporta concentrações de nitrato entre 0,004 a 0,526 mg/L, para fosfato de não detectado a 0,393 mg/L e para silicato entre 0,002 a 0,508 mg/L. Os perfis de concentração observados para nitrato e fosfato na Bacia exibiram baixas concentrações nas camadas superficiais, provavelmente relacionado ao consumo da produção primária e concentrações mais elevadas em profundidades maiores.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA:	<b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>	
	TÍTULO:	<b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>	FOLHA: <b>50 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

### 5.2.10. Clorofila-a

As concentrações de Clorofila-a nas estações amostradas apresentaram valores abaixo do Limite de Quantificação que foi de <10 µg/L.

Dados pretéritos de clorofila-a registrados através de campanhas oceanográficas conduzidas pela Texaco/Chevrontexaco, antes e durante a fase exploratória do Campo de Frade, também indicaram baixas concentrações de pigmentos clorofilianos na coluna d'água (entre 10 e 100 metros de profundidade), com média de 0,10 µg/L (mín=<0,02 e máx=0,356 µg/L) (Analytical Solutions/Texaco, 2001, 2002ab).

Outra fonte de dados refere-se ao diagnóstico ambiental executado na região da Bacia de Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002), que reporta resultados de clorofila-a medida em diferentes pontos e em diferentes profundidades. Os valores expressam concentrações médias muito baixas, em torno de 0,23 µg/L, com concentração máxima de 1,61 µg/L. As concentrações de clorofila-a variaram de 0,0136 a 1,6076 µg/L a 10 m de profundidade, de 0,0035 a 1,5203 µg/L junto a termoclina e de 0,0008 a 1,4503 µg/L próximas ao fundo, ou à profundidade de 200 m nas estações mais profundas. A concentração em clorofila-a por volume de água do mar medida na região indicou águas oligotróficas, isto é, pobres em biomassa e limpas. Os meios oligotróficos são geralmente caracterizados por uma fraca produção fitoplanctônica em ambiente estratificado e pobre em sais minerais (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002).

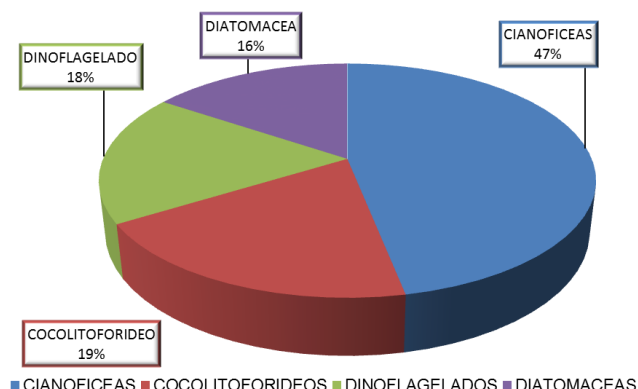
## 5.3. Biota Planctônica

### 5.3.1. Fitoplâncton

Nesta campanha foram identificadas 10 unidades taxonômicas, das quais 5 pertencem à Classe Bacillariophyceae (diatomáceas), 3 à Classe Dinophyceae (dinoflagelados), 1 à Cyanophyceae (cianofíceas), além de 1 Cocolitoforideo (Prymnesiophyceae). Embora as diatomáceas tenham apresentado maior riqueza específica, as cianofíceas foram as mais abundantes (47%) e as diatomáceas, as últimas em densidade celular (**Figura 5.3.1-1**).

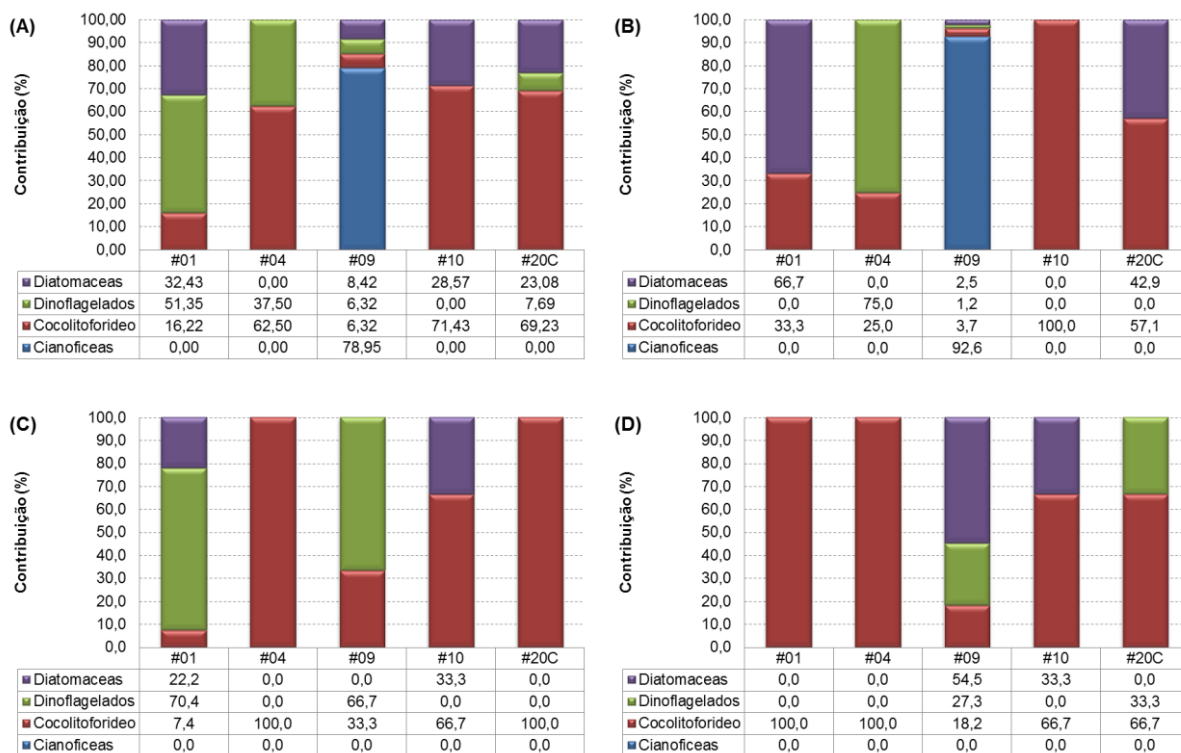
O **Anexo 5.3.1-1** apresenta a densidade celular do fitoplâncton por estação e estrato batimétrico amostrado, e o **Anexo 5.3.1-2**, o inventário florístico completo.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	51 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2



**Figura 5.3.1-1:** Composição dos grupos fitoplanctônicos na área do Campo de Frade - Campanha 2.

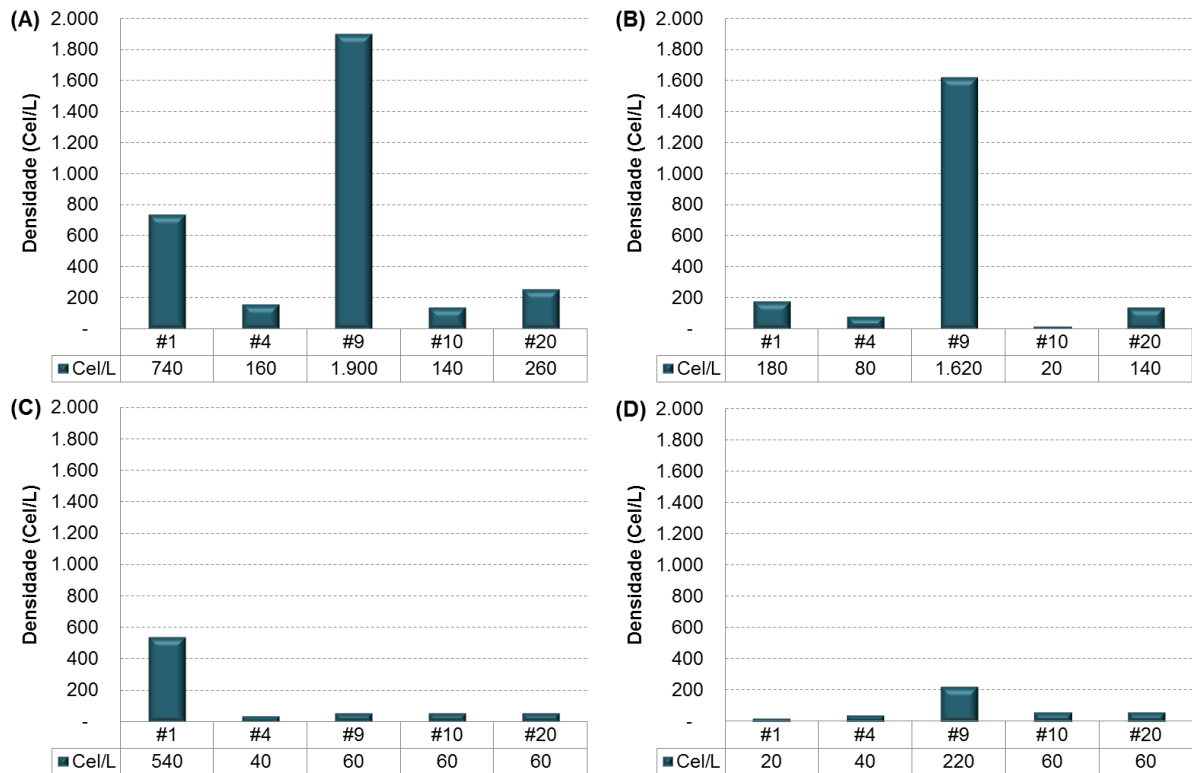
Em termos da contribuição relativa da abundância, o cocolitoforídeo foi o táxon mais representativo entre as estações / estratos coletados, seguido dos dinoflagelados (**Figura 5.3.1-2**).



**Figura 5.3.1-2:** Distribuição dos grupos fitoplanctônicos por estação de coleta (A) Total, (B) Subsuperfície, (C) 15 metros e (D) 40 metros na área do Campo de Frade - Campanha 2.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>52 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

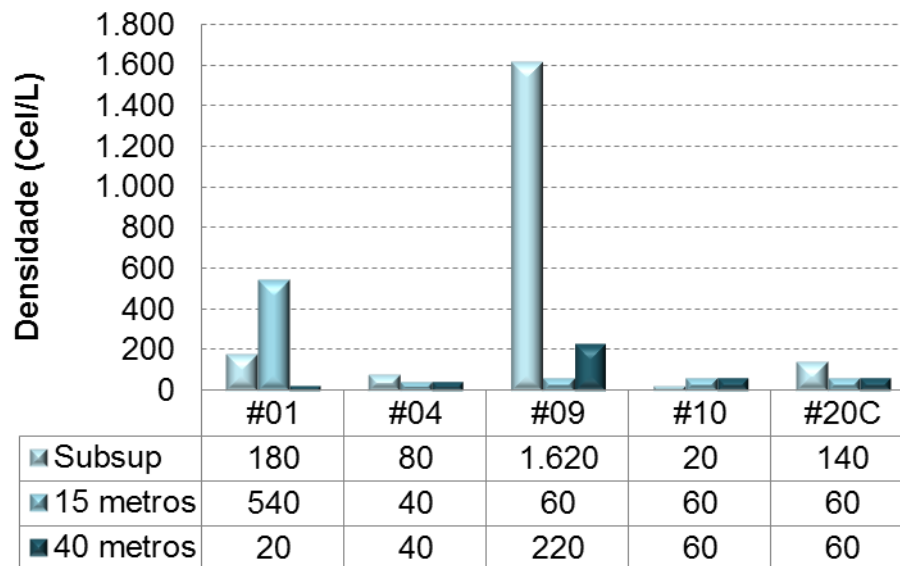
A densidade celular fitoplanctônica foi considerada baixa (situação de inverno), variando de 20 cels/L a 1620 cels/L (#9 Subsuperfície), com uma média de 213 cels/L (**Figura 5.3.1-3**). A densidade celular também não apresentou correlação marcante com o estrato amostrado (**Figura 5.3.1-4**).



**Figura 5.3.1-3:** Distribuição da densidade celular (cel/L.) (A) Total, (B) Subsuperfície, (C) 15 metros e (D) 40 metros, do nano e do microfitoplâncton encontrados nas estações de coleta na área do Campo de Frade - Campanha 2.

Corroborando com o resultado da baixa densidade encontrada, citamos a campanha oceanográfica conduzida na Bacia Campos, durante o período sazonal de inverno, que apresenta a distribuição espacial do microfitoplâncton (densidade cel/L) nos três estratos de profundidade amostrados [superfície-10m; meia água (termoclina); fundo ou 200m], como sendo menor na área central da Bacia, em regiões cuja profundidade local é maior que mil metros, com pouca, ou nenhuma, influência continental. As cianofíceas apresentaram densidade média de 1084 cel/L, os dinoflagelados com 9224 cel/L e cocolitoforídeos com média de 451 cel/L (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002).


	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 53 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2

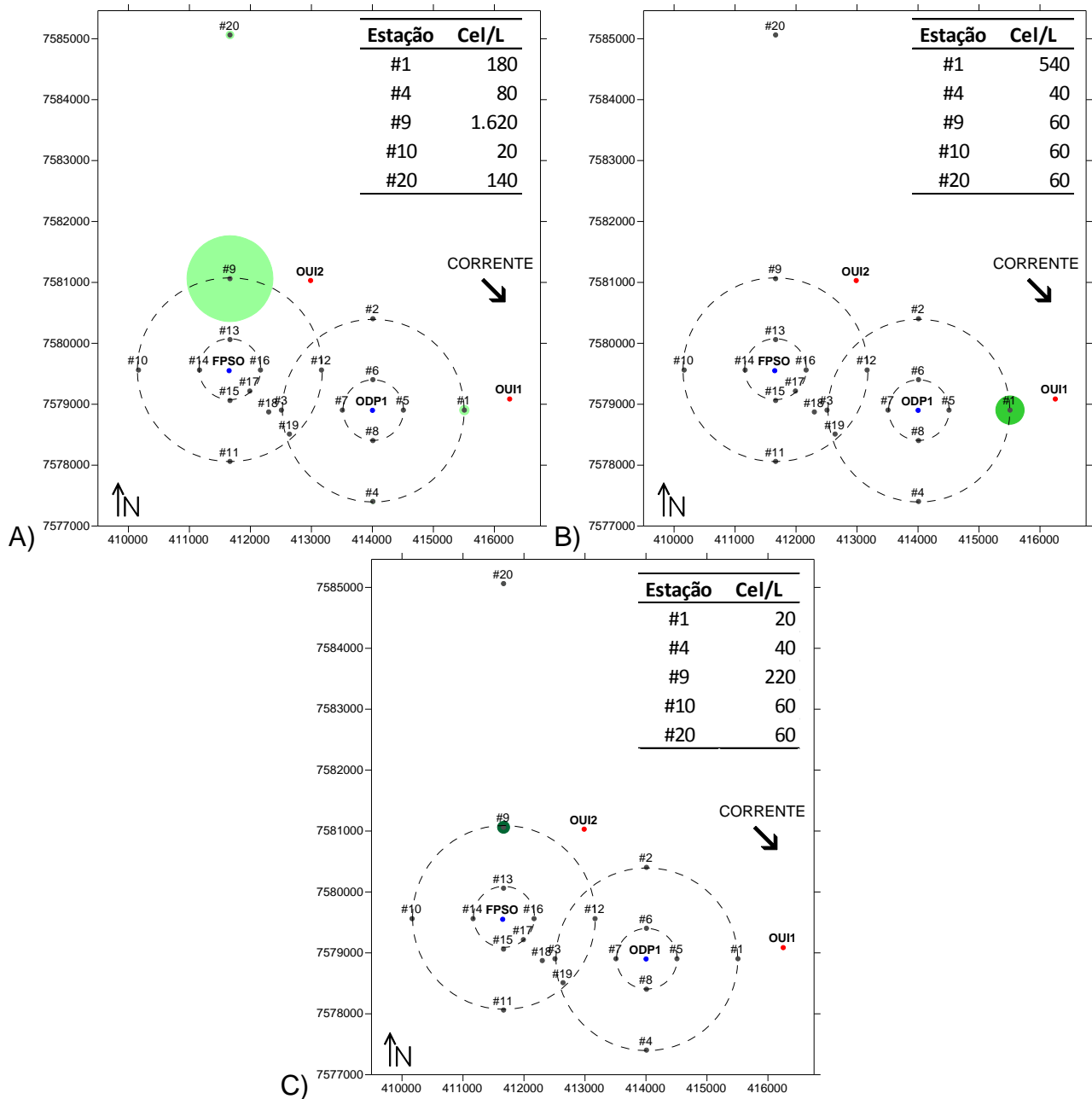


**Figura 5.3.1-4:** Densidade celular fitoplanctônica por estação de coleta e profundidade na área do Campo de Frade - Campanha 2.

A baixa densidade celular encontrada na maioria das estações é comum e esperada, pois segundo Boyle (2002), essa característica é marcante no Atlântico Sul, por apresentar regiões oceânicas de águas quentes e com pouca disponibilidade nutricional. Segundo Margalef (1978) estas regiões são conhecidas pela oligotrofia e diminuição na densidade celular. Contudo, a presença de espécies de dinoflagelados e coccolitoforídeos, indica uma área oceânica estável com a comunidade em avançado estágio de sucessão.

Na **Figura 5.3.1-5** podemos observar a distribuição espacial da densidade celular fitoplanctônica nos diferentes estratos coletados.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>54 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

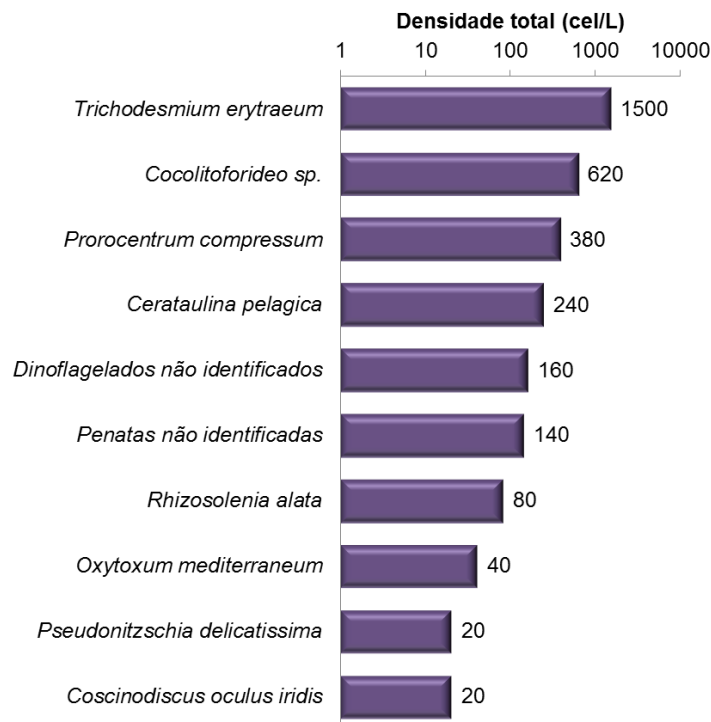


**Figura 5.3.1-5:** Densidade de fitoplâncton coletado em (A) subsuperfície, (B) 15 metros e (C) 40 metros na área do Campo de Frade - Campanha 2. Os círculos expressam valores proporcionais de densidade de fitoplâncton entre as estações.

A **Figura 5.3.1-6** apresenta a composição específica do fitoplâncton coletado durante a 2ª campanha de monitoramento. Destaca-se que somente 1 táxon, a cianofícea *Trichodesmium erythraeum* foi responsável por 46,9% da densidade total coletada (1.500 cel/L de 3.200 cel/L), seguido do táxon cocolitoforídeo, com densidade de 620 cel/L (19,4%) e do dinoflagelado *Prorocentrum compressum* (380 cel/L= 11,9%). Os cinco taxa

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 55 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2


de diatomáceas (*Cerataulina pelagica*, *Pseudonitzschia delicatissima*, *Coscinodiscus oculus iridis*, *Rhizosolenia alata* e penatas não identificadas) apresentaram densidade total de 500 cel/L (15,6%).



**Figura 5.3.1-6:** Composição específica do fitoplâncton na área do Campo de Frade - Campanha 2.

As cianofíceas representam um papel importante na produção primária e no fornecimento de nitrogênio no ambiente marinho, pois são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, mesmo não possuindo estruturas específicas para esta fixação. Ocorrem como filamentos isolados ou, mais frequentemente, como agregados coloniais macroscópicos, contendo muitos filamentos. São encontradas nos primeiros 50 metros da coluna d'água, porém sob condições favoráveis se concentram em extensas florações que podem alterar a coloração da superfície do mar.

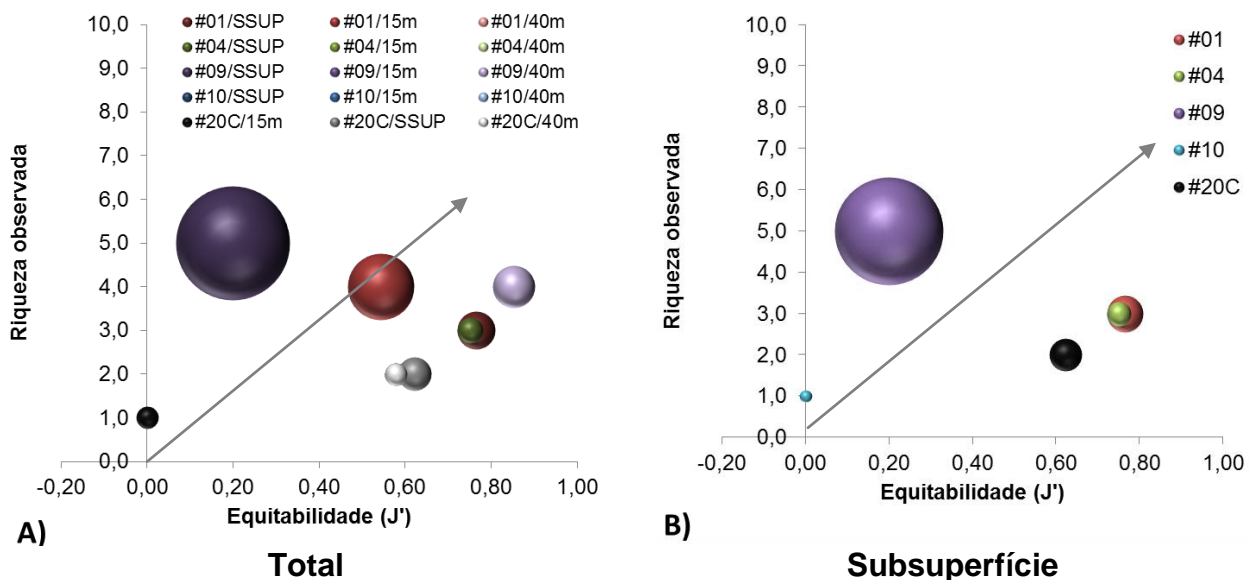
Relacionadas a ambiente oligotrófico de água salina, o favorecimento ao desenvolvimento de *Trichodesmium* é atribuído a várias razões, tais como: grande afinidade por amônia, podendo assimilá-la mesmo em concentrações muito reduzidas; capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, na ausência de outra fonte deste nutriente; resistência ao pastoreio (*grazing*) havendo ocorrência de alguns dinoflagelados que se alimentam destas cianofíceas.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	56 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

Este gênero de cianofícea é marinho, planctônico, pelágico, formador de florações extensivas nos oceanos e mares tropicais como: Mar Vermelho, Oceano Pacífico, Oceano Atlântico, Costa da Austrália, Indonésia, Maledives e Oceano Índico. No Brasil, as florações foram registradas para os Estados de Pernambuco (Satô *et al.*, 1963), Rio Grande do Sul (Rosa & Bucelato, 1981), Santa Catarina e São Paulo (Gianesella-Galvão, *et al.*, 1995; Kutner & Sassi, 1978) e mais recentemente no Paraná (Siqueira *et al.*, 2006). Pertence à listagem de organismos considerados exóticos e invasores pelo Programa Global de Espécies Invasoras ([www.gisp.org](http://www.gisp.org), 2007).

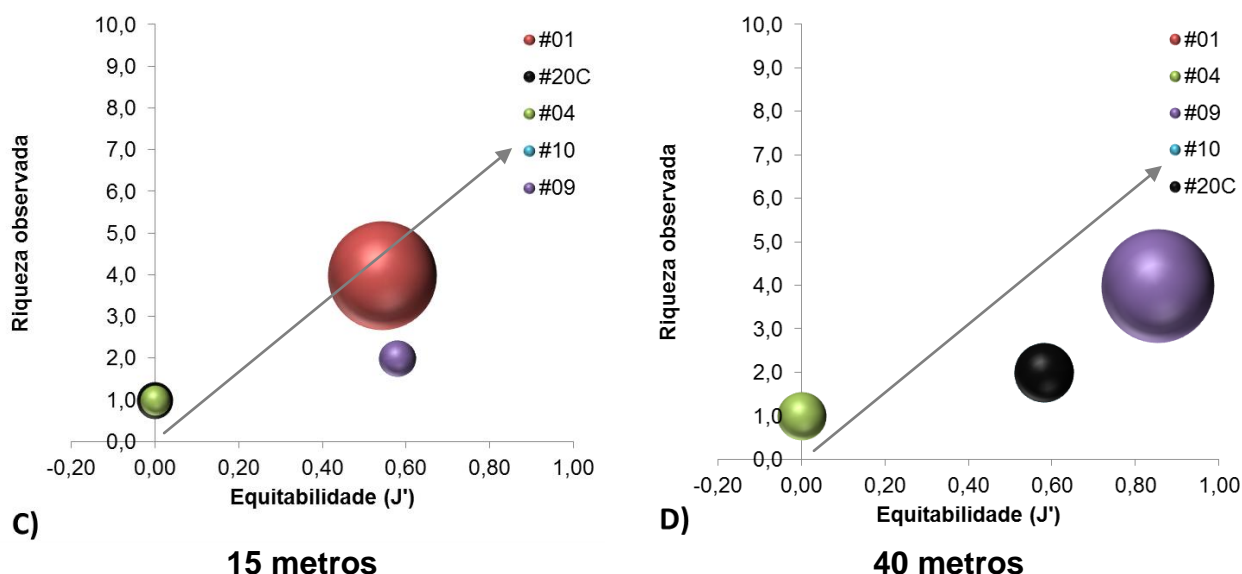
A baixa densidade celular do grupo das diatomáceas reflete o comportamento esperado em águas oligotróficas, principalmente se afetadas pela Água Tropical (Aidar *et al.*, 1993). Desta forma, as associações fitoplancônicas da área sob influência do FPSO Frade, refletiram as condições ambientais de uma região de transição costa-oceano, através da presença de organismos indicadores de região costeira e de região oceânica, com predomínio qualitativo de diatomáceas e dinoflagelados e quantitativos de cianofíceas.

Os componentes da diversidade (riqueza e equitabilidade) por estrato amostrado estão apresentados graficamente, onde a densidade celular está proporcionalmente representada pelos tamanhos das esferas e a seta representa a tendência de aumento de diversidade (componentes) nas estações. Pode-se observar uma certa sobreposição entre as estações quanto à riqueza, enquanto que a equitabilidade foi bastante variável entre as estações. Destaca-se nesta análise a #09, com maior abundância e riqueza de espécies no estrato subsuperfície e a maior equitabilidade no estrato de 40 metros (Figura 5.3.1-7).





	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>57 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

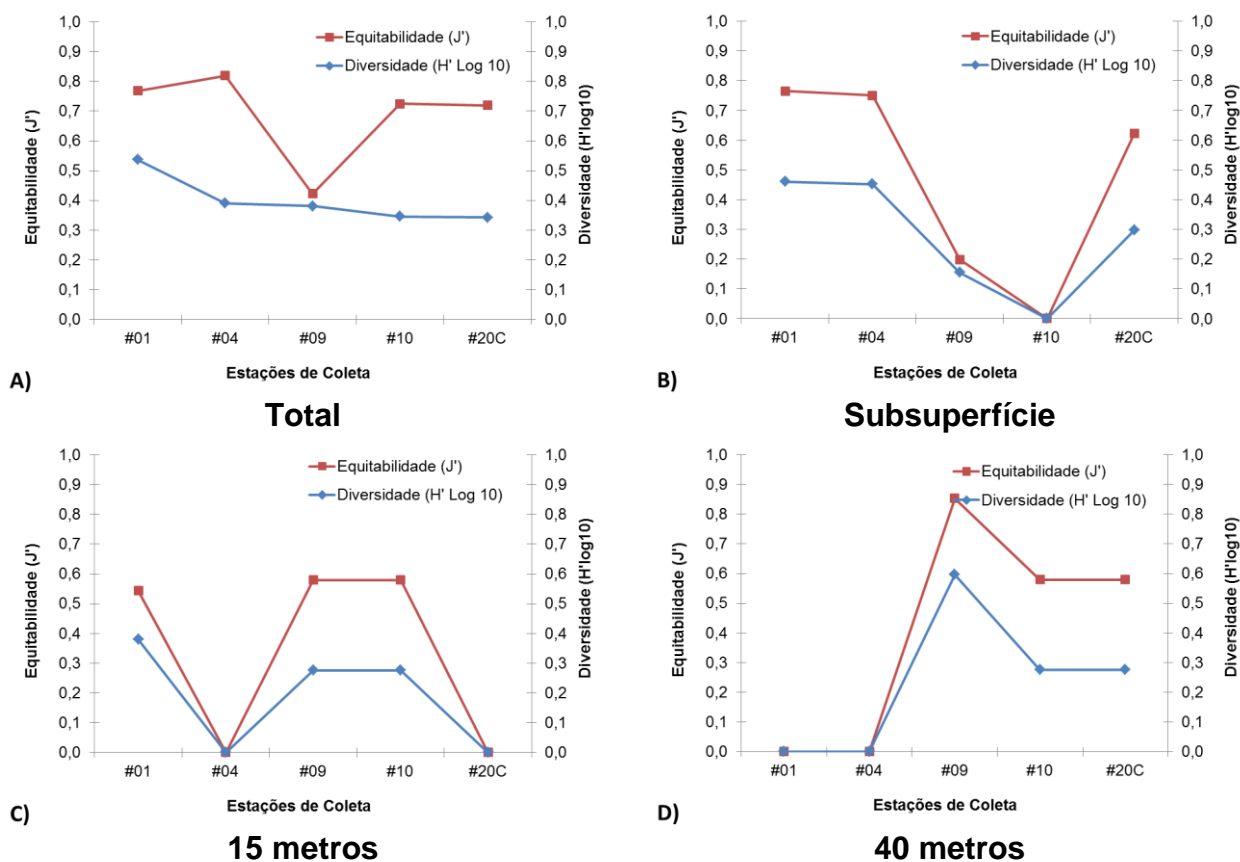


**Figura 5.3.1-7:** Análise dos componentes da diversidade por estrato amostrado na área do Campo de Frade - Campanha 2. A densidade celular está proporcionalmente representada pelos tamanhos das esferas. A seta representa a tendência de aumento de diversidade (componentes) nas estações.

Em termos gerais, os valores de diversidade foram baixos para a estrutura da comunidade fitoplanctônica na área do Campo de Frade, seja em termos de distribuição espacial (estações), como nos estratos batimétricos analisados. A diversidade média foi de 0,23 bit/cel, alcançando o máximo de 0,6 bit/cel na #09 (40m). Esta mesma estação, entretanto, no estrato subsuperficial foi a que apresentou a menor equitabilidade, em decorrência da dominância marcante de *Trichodesmium erytraeum* (Figura 5.3.1-8).

Valores de diversidade distintos foram encontrados para o microfítoplâncton em estudos realizados na Bacia de Campos (situação de inverno), o qual apresentou grande número de espécies, portanto, um forte índice de diversidade específica, com média de 2,7 bits/célula (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002). A comunidade apresentou forte equitabilidade, com média de 0,9, o que é típico de uma área oligotrófica, não perturbada (Margalef, 1978). As espécies encontradas, assim como o índice de diversidade com cerca de 3 bit/cel., indicaram um ecossistema bem estruturado, com um elevado grau de maturidade (Valentin *et al.*, 1991).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		FOLHA: <b>58 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

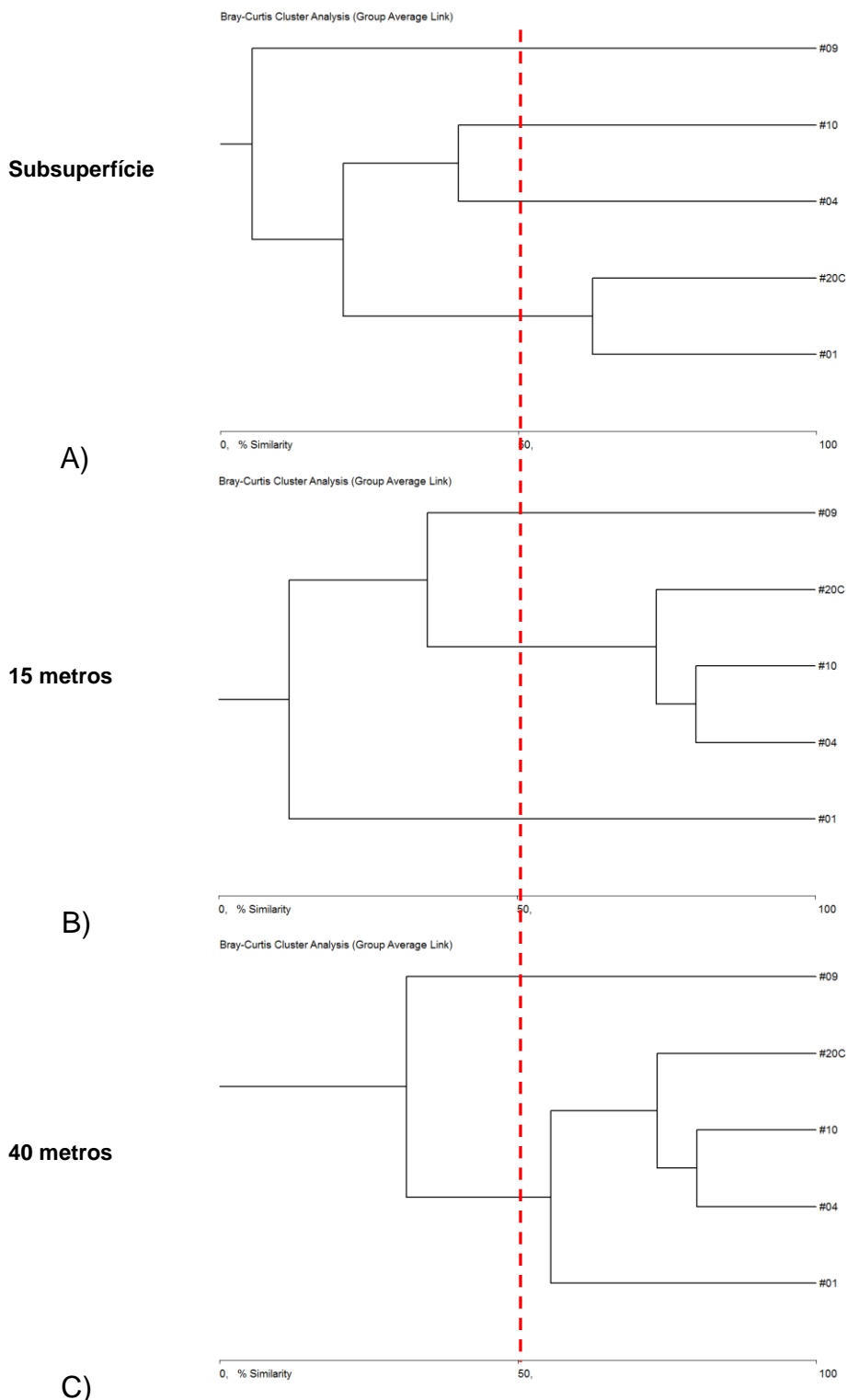


**Figura 5.3.1-8:** Diversidade ( $H' \log 10$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) do fitoplâncton nas estações de amostragem na área do Campo de Frade - Campanha 2.


O resultado da análise de agrupamento (cluster) das estações amostradas com base na densidade fitoplanctônica demonstra baixa similaridade entre as estações. Ao nível de 50% de similaridade, é formado um grupo por estrato amostrado (**Figura 5.3.1-9**):

- Em superfície: agrupamento formado pela #20C e #01.
- Em 15 m: agrupamento formado pela #20C, #10 e #04.
- Em 40 m: agrupamento formado pela #20C, #10, #04 e #01.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 59 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2



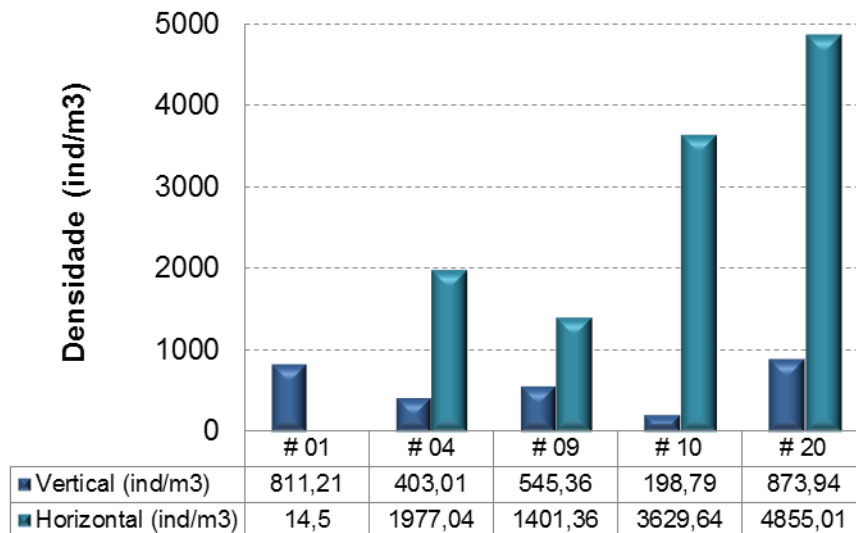
**Figura 5.3.1-9:** Análise de cluster - Densidade celular fitoplanctônica total da coluna d'água entre estações na área do Campo de Frade - Campanha 2.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	60 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

### 5.3.2. Zooplâncton

Foram identificados 71 taxa, dos quais 44 em nível específico. O grupo taxonômico com maior riqueza foi Copepoda (38 taxa), seguido de Mollusca e Appendicularia (5 taxa cada), Vertebrata e Chaetognatha (3 taxa cada). A densidade zooplanctônica por estação e tipo de arrasto utilizado nesta campanha e o inventário da comunidade zooplanctônica estão apresentados, respectivamente, nos **Anexos 5.3.2-1** e **5.3.2-2**.

A densidade do zooplâncton coletado com o arrasto vertical variou de 198,8 ind/m<sup>3</sup> na #10 a 873,9 ind/m<sup>3</sup> na #20, com uma densidade média de 566,4 ind/m<sup>3</sup>. No arrasto horizontal, a densidade zooplanctônica foi maior e com ampla variabilidade, 14,5 ind/m<sup>3</sup> na #01 a 4.855 ind/m<sup>3</sup> na estação controle #20, com média de 2375,5 ind/m<sup>3</sup> (**Figuras 5.3.2-1** e **5.3.2-2**).

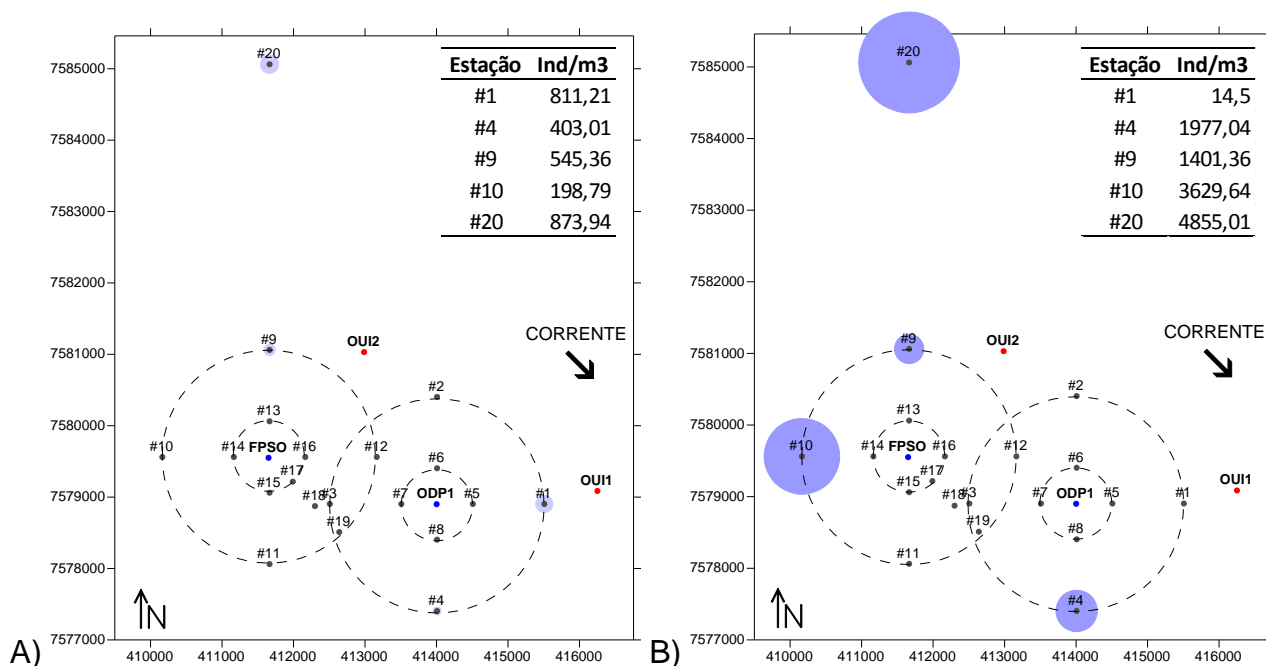


**Figura 5.3.2-1:** Densidade dos grupos zooplanctônicos coletados com arrastos verticais e horizontais na área do Campo de Frade - Campanha 2.

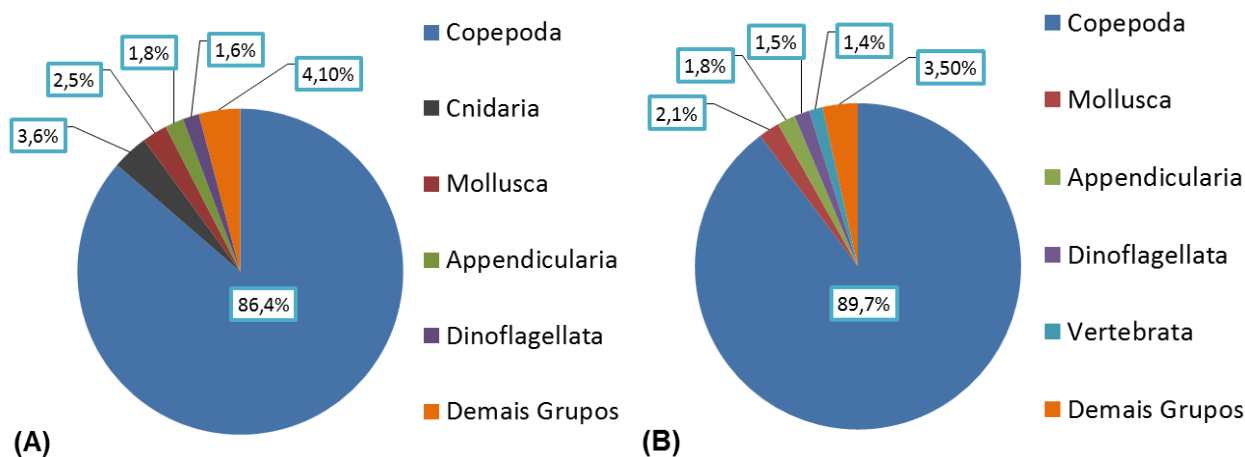
A diferença quantitativa na densidade zooplanctônica entre os tipos de arrasto pode ser relacionada a diversos fatores, como o tempo de arrasto e a profundidade amostrada. No arrasto horizontal, além de um maior tempo de arrasto, a coleta em superfície é favorecida pelo horário noturno adotado, período em que há um comportamento de “adensamento” da comunidade zooplanctônica neste estrato, devido a migração nictemeral.

Em ambas as estratégias amostrais (arrastos verticais e horizontais), os Copepoda foram representativos e apresentaram as maiores abundâncias relativas, chegando a 86,4% e 89,7% nos arrastos verticais e horizontais, o que equivale a 2.446,1 ind/m<sup>3</sup> e 10.655,3 ind/m<sup>3</sup>, respectivamente (**Figura 5.3.2-3**).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	61 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2



**Figura 5.3.2-2:** Densidade de zooplâncton coletado com arrastos (A) Vertical e (B) Horizontal na área do Campo de Frade - Campanha 2. Os círculos expressam valores proporcionais de densidade de zooplâncton entre as estações.



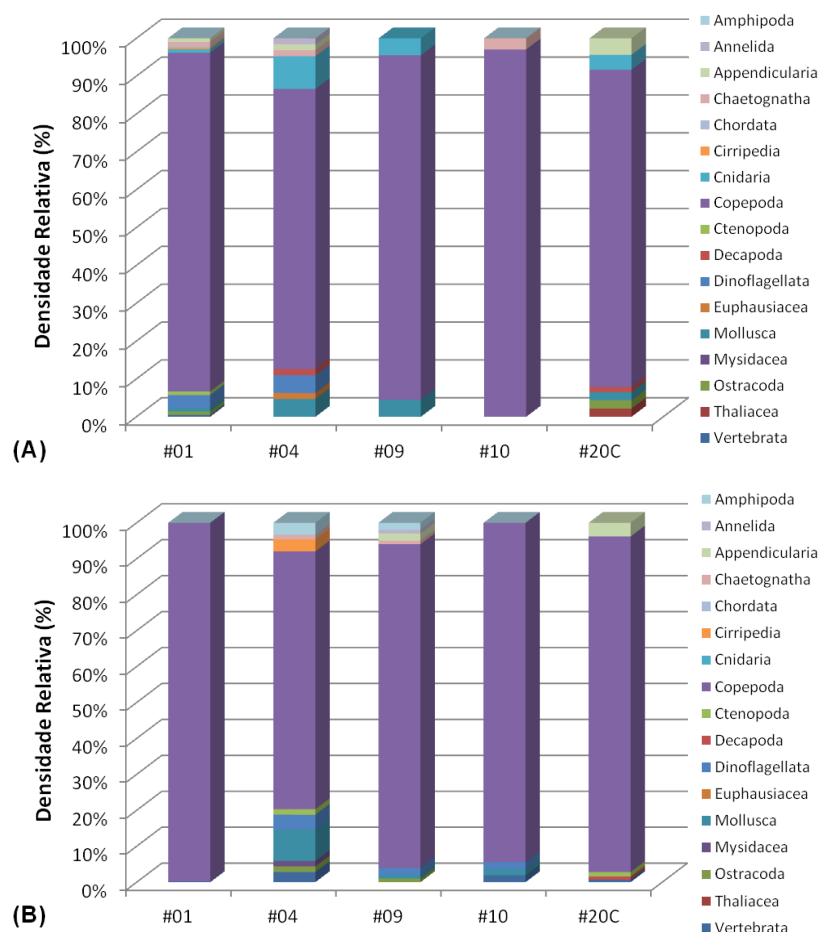
**Figura 5.3.2-3:** Densidade relativa dos grupos zooplanctônicos coletados com arrastos verticais (A) e horizontais (B) na área do Campo de Frade - Campanha 2.

Os resultados para comunidade zooplanctônica referentes às amostras coletadas durante a campanha na Bacia de Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002), em situação sazonal de inverno, apresentaram uma variação de 5,71 a 6.970,17 ind/m<sup>3</sup> em sua abundância, sendo o menor valor observado na região oceânica (mais de 250 km da

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>62 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

costa), e o maior valor na região costeira. Dos representantes do holoplâncton, os Copepoda foram os mais abundantes e frequentes, representando 40,01%, com densidade total de 39.834,83 ind/m<sup>3</sup> e ocorrendo em todas as estações. O segundo grupo holoplanctônico em abundância foi Appendicularia, com maiores valores encontrados nas estações costeiras, com picos entre 376,47 e 3871,27 ind/m<sup>3</sup>. O terceiro grupo foi representado por Pteropoda, com densidade total de 1.468,44 ind/m<sup>3</sup>, também com picos nas estações mais costeiras (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002).

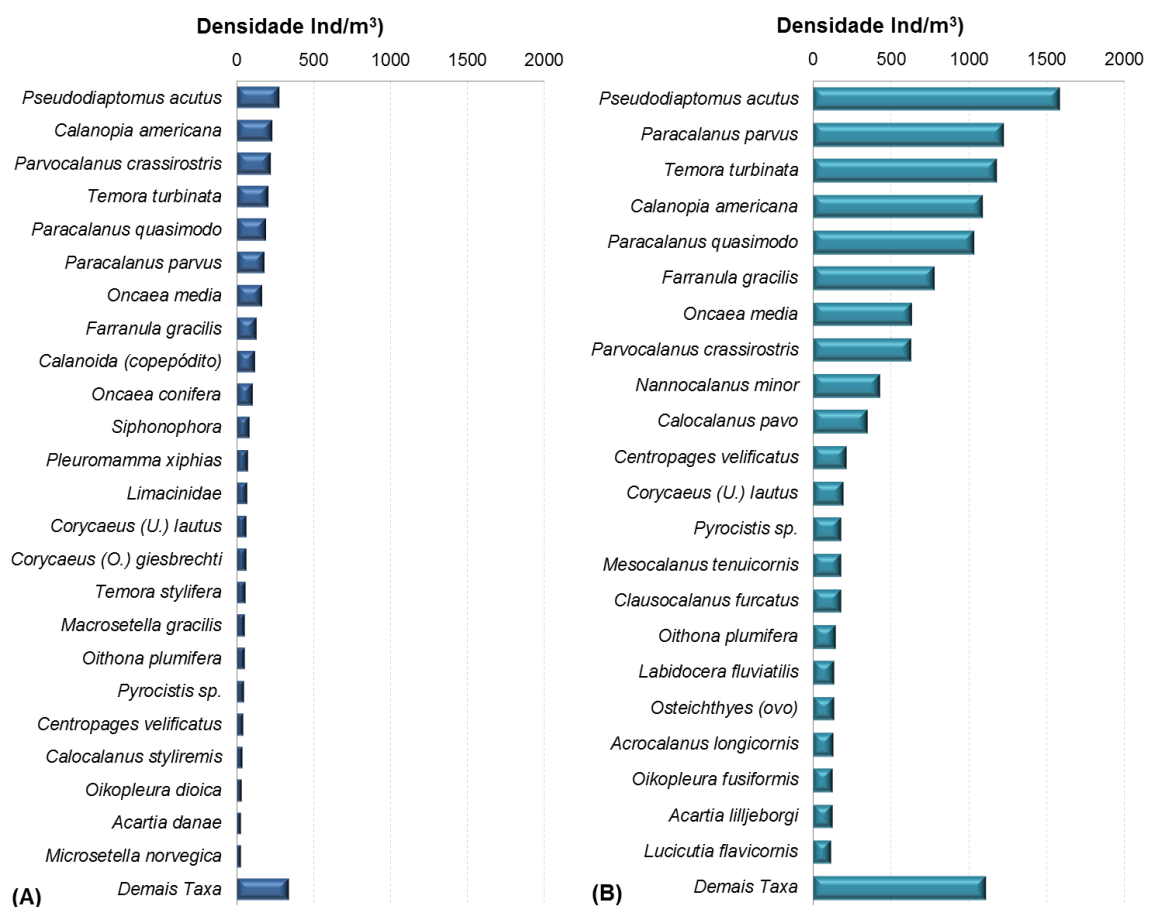
A **Figura 5.3.2-4** apresenta a distribuição espacial da densidade relativa dos grupos zooplanctônicos pelas estações amostradas, onde fica clara a dominância dos Copepoda na área do Campo de Frade. Os grupos taxonômicos como Cnidaria, Mollusca e Appendicularia, por exemplo, também contribuíram e, em conjunto com demais grupos, tiveram uma maior participação qualitativa (riqueza de espécies), principalmente nas estações #4 e #9.



**Figura 5.3.2-4:** Densidade relativa dos grupos zooplanctônicos coletados com arrastos (A) verticais e (B) horizontais na área do Campo de Frade - Campanha 2.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
				DATA.:	JANEIRO DE 2012
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		FOLHA:	63 de 95
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		CAMPANHA:	CAMPANHA 2

Dentre os taxa identificados, as três espécies mais abundantes nos arrastos verticais foram os Copepoda *Pseudodiaptomus acutus*, com média de 54,8 ind/m<sup>3</sup> (min= 23,9 ind/m<sup>3</sup> e máx= 87,8 ind/m<sup>3</sup>), seguido de *Calanopia americana*, com média de 46,6 ind/m<sup>3</sup> (min= 19 ind/m<sup>3</sup> e máx= 85,4 ind/m<sup>3</sup>), e *Parvocalanus crassirostris* com média de 43,2 ind/m<sup>3</sup> (min= 23,3 ind/m<sup>3</sup> e máx= 87,8 ind/m<sup>3</sup>). Nos arrastos horizontais, a composição específica do táxon mais abundante se manteve, com o copépode *Pseudodiaptomus acutus* apresentando média de 316,1 ind/m<sup>3</sup> (min= 188 ind/m<sup>3</sup> e máx= 806,6 ind/m<sup>3</sup>), seguido de outros Copepoda, como o *Paracalanus parvus* com média de 305,7 ind/m<sup>3</sup> (min= 30,5 ind/m<sup>3</sup> e máx= 713,1 ind/m<sup>3</sup>) e *Temora turbinata* que apresentou média de 235,3 ind/m<sup>3</sup> (min= 2,1 ind/m<sup>3</sup> e máx= 403,3 ind/m<sup>3</sup>) (Figura 5.3.2-5).



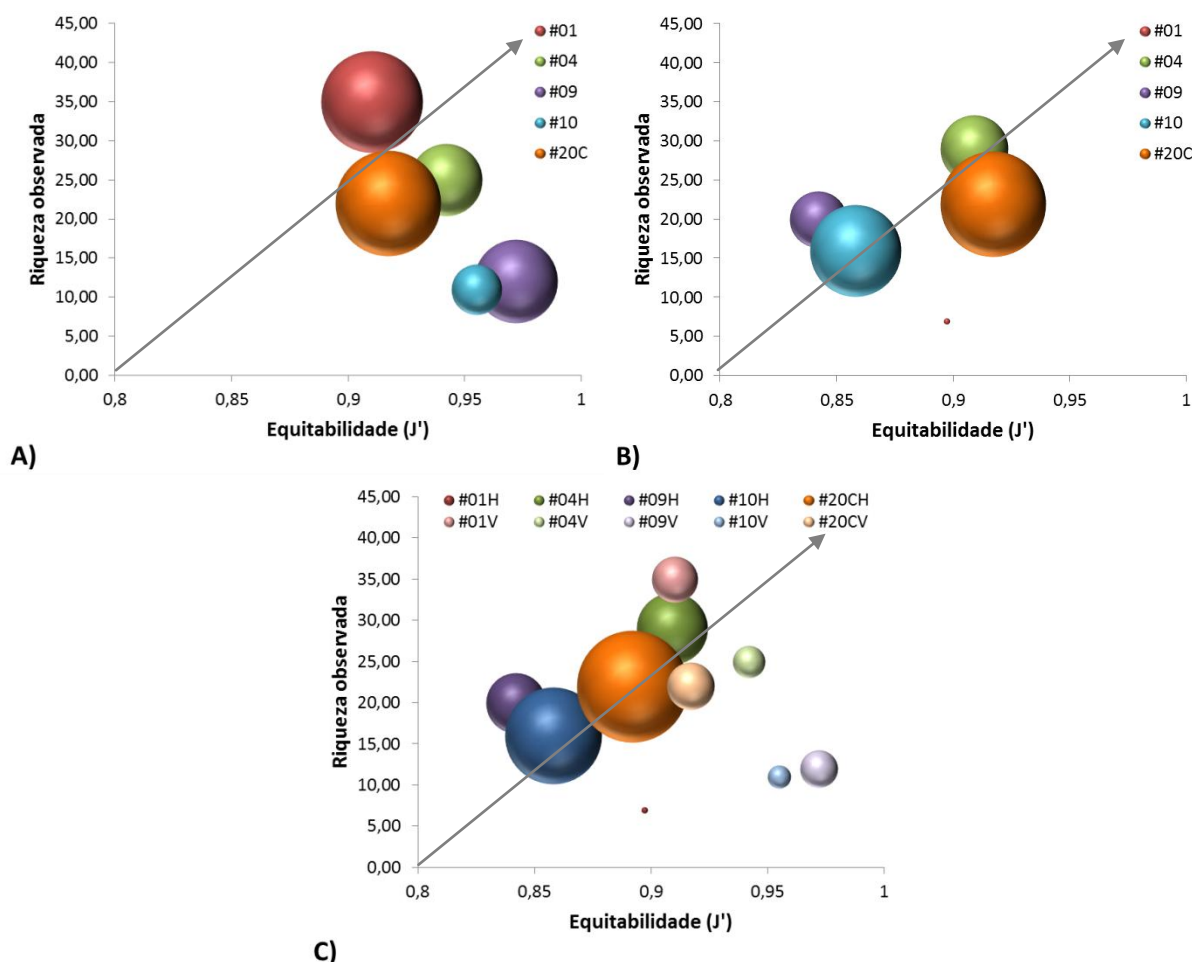
**Figura 5.3.2-5:** Densidade específica do zooplâncton coletado através de arrastos (A) verticais e (B) horizontais na área do Campo de Frade - Campanha 2.

Os copépodes são geralmente o grupo dominante em áreas oligotróficas, pela alta capacidade de satisfazerem seus requisitos metabólicos com uma variedade maior de fontes energéticas e nutricionais (Roman & Gauzens, 1997). Nessas áreas, em que a produtividade primária é mantida pela reciclagem dos macro e micronutrientes dentro da camada eufótica, os organismos fotossintetizantes são, em sua maioria, pequenos demais para serem extraídos mecanicamente por animais suspensívoros (Angel, 2003). Em

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>64 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

síntese, a herbivoria sobre esses produtores primários é em grande parte promovida pelos ciliados e pelos animais que usam aparatos filtradores de muco, como as apendiculárias. Em adição à presença de copépodes, a ocorrência de diferentes espécies de apendiculárias e taliáceos, grupos com aparatos filtradores eficientes, estão de acordo com o esperado para áreas oligotróficas e com reduzidas taxas de clorofila-a, como o entorno do FPSO Frade.

A **Figura 5.3.2-6** apresenta os componentes da diversidade, por estação e tipo de arrasto efetuado, onde os resultados não expressam claramente a estação mais diversa, embora a #1 (Vertical) e a estação #4 (em ambos arrastos) mostrem esta tendência, mas sim uma estação menos diversa, que no caso foi a #10 (Horizontal). A #1 coletada em arrasto vertical, com seis taxa, apresentou a maior riqueza; a #09 (Vertical) apresentou a maior equitabilidade e a estação controle #20 (Horizontal), com 4855 ind/m<sup>3</sup>, apresentou a maior abundância.



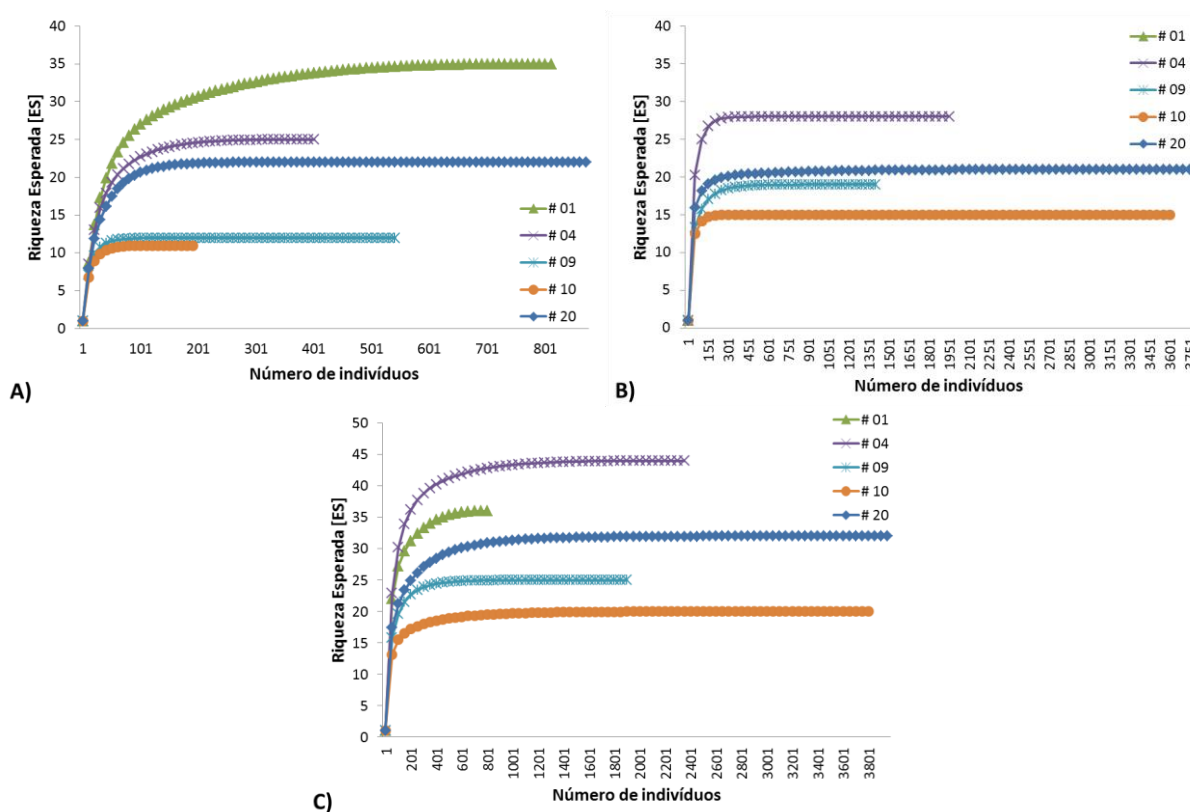
**Figura 5.3.2-6:** Análise dos componentes da diversidade nos arrastos verticais (A), horizontais (B) e total dos arrastos (C) no Campo de Frade - Campanha 2. A densidade



	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>65 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

zooplanctônica está proporcionalmente representada pelos tamanhos das esferas. A seta representa a tendência de aumento de diversidade (componentes) nas estações.

A técnica de rarefação, empregada nesta análise, somente permite inferir comentários sobre se uma determinada estação é ou não mais rica em relação à outra, quando as curvas de espécies esperada não se cruzarem ou se tocarem, o que não foi constatado nesta campanha. Ou seja, a análise desta técnica nos permite afirmar que, em termos gerais, independente do tipo de arrasto efetuado, a #04 apresentou a maior riqueza específica, seguido da #01. Nota-se uma inversão nos valores de riqueza destas estações, quando comparados aos tipos de arrasto. A estação controle #20 foi a terceira em riqueza específica, seguido da #09 e da #10, a menos rica (**Figura 5.3.2-7**).

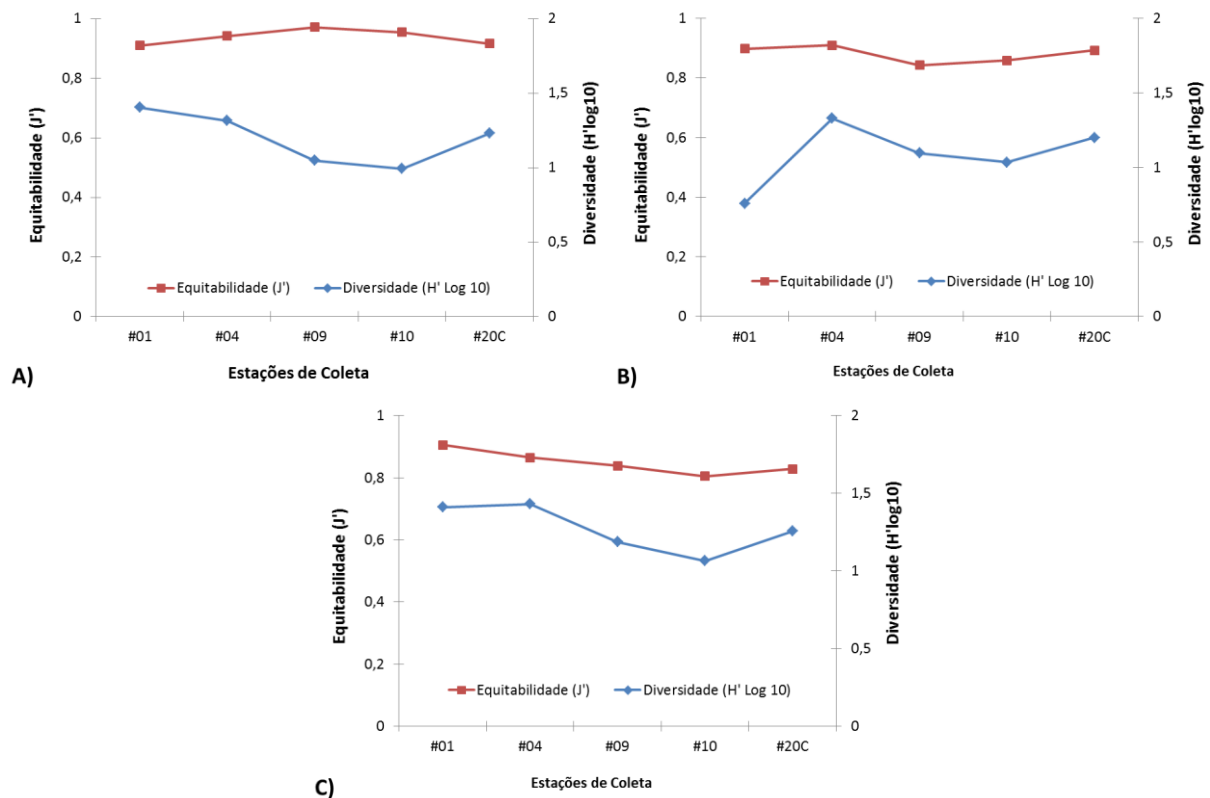


**Figura 5.3.2-7:** Curvas de rarefação da riqueza de espécies ( $E[S]$ ) do zooplâncton, nos arrastos (A) verticais, (B) horizontais e (C) total, nas amostras coletadas na área do Campo de Frade - Campanha 2.

O índice de equitabilidade acompanhou o da diversidade, com um padrão semelhante de distribuição. Contrastante, entretanto, foram os valores de diversidade apresentados na #01, com o maior 1,405 bit/ind (Vertical) e o menor índice, com 0,758 bit/ind (Horizontal). Contudo, quando os índices são analisados independentemente do arrasto, verifica-se que esta estação contribui com uma importante diversidade na área do Campo de Frade,

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>66 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

só inferior ao da estação #04, que foi a mais diversa (1,43 bit/ind). A #1 horizontal foi a que apresentou a menor riqueza, com 7 taxa, sendo 6 Copepoda e a menor abundância (14,5 ind/m<sup>3</sup>) (Figura 5.3.2-8).




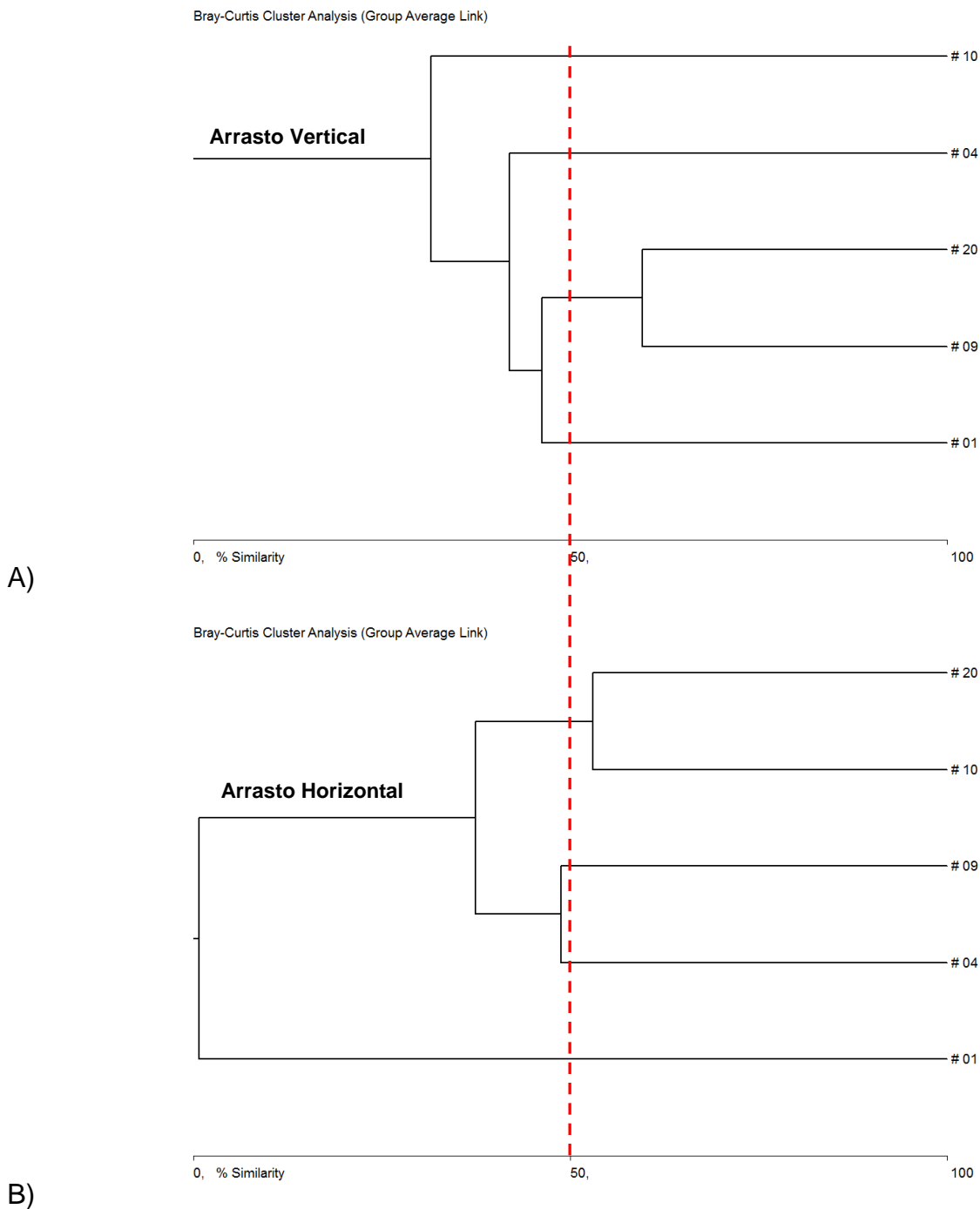
**Figura 5.3.2-8:** Diversidade ( $H' \log 10$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) do zooplâncton coletados com arrastos verticais (A), horizontais (B) e total (C) na área do Campo de Frade - Campanha 2.

É notória a baixa diversidade zooplanctônica encontrada nesta campanha de inverno, na área do Campo de Frade, que foi muito inferior aos valores de diversidade reportados na Bacia de Campos, em situação sazonal de inverno, que variou entre 1,97 e 3,39 bits/ind. A equitabilidade, contudo, foi semelhante entre 0,64 a 0,92 (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002).

O resultado da análise de agrupamento (cluster) das estações amostradas com base na densidade zooplanctônica demonstra baixa similaridade entre as estações. Ao nível de 50% de similaridade, é formado um grupo por tipo de arrasto (Figura 5.3.2-9):

- Com Arrasto Vertical: agrupamento formado pela #20C e #09.
- Com Arrasto Horizontal: agrupamento formado pela #20C e #10.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
			DATA.: JANEIRO DE 2012
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		FOLHA: 67 de 95
TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		CAMPANHA: CAMPANHA 2	



**Figura 5.3.2-9:** Análise de cluster - Densidade zooplanctônica total entre as estações na área do Campo de Frade - Campanha 2.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>68 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

### 5.3.3. Ictioplâncton

Durante esta segunda campanha foram coletados no entorno do FPSO Frade, na Bacia de Campos, um total de 204 ovos e 430 larvas. Das larvas encontradas, 95,3% foram identificadas ao menor nível taxonômico possível e os 4,7% restantes foram representadas por larvas não identificadas (recém-eclodidas - 2,3% e estragadas - 2,3%). (Tabela 5.3.3-1).


**Tabela 5.3.3-1:** Número absoluto e relativo (%) das larvas não identificadas, coletados na área do Campo de Frade - Campanha 2.

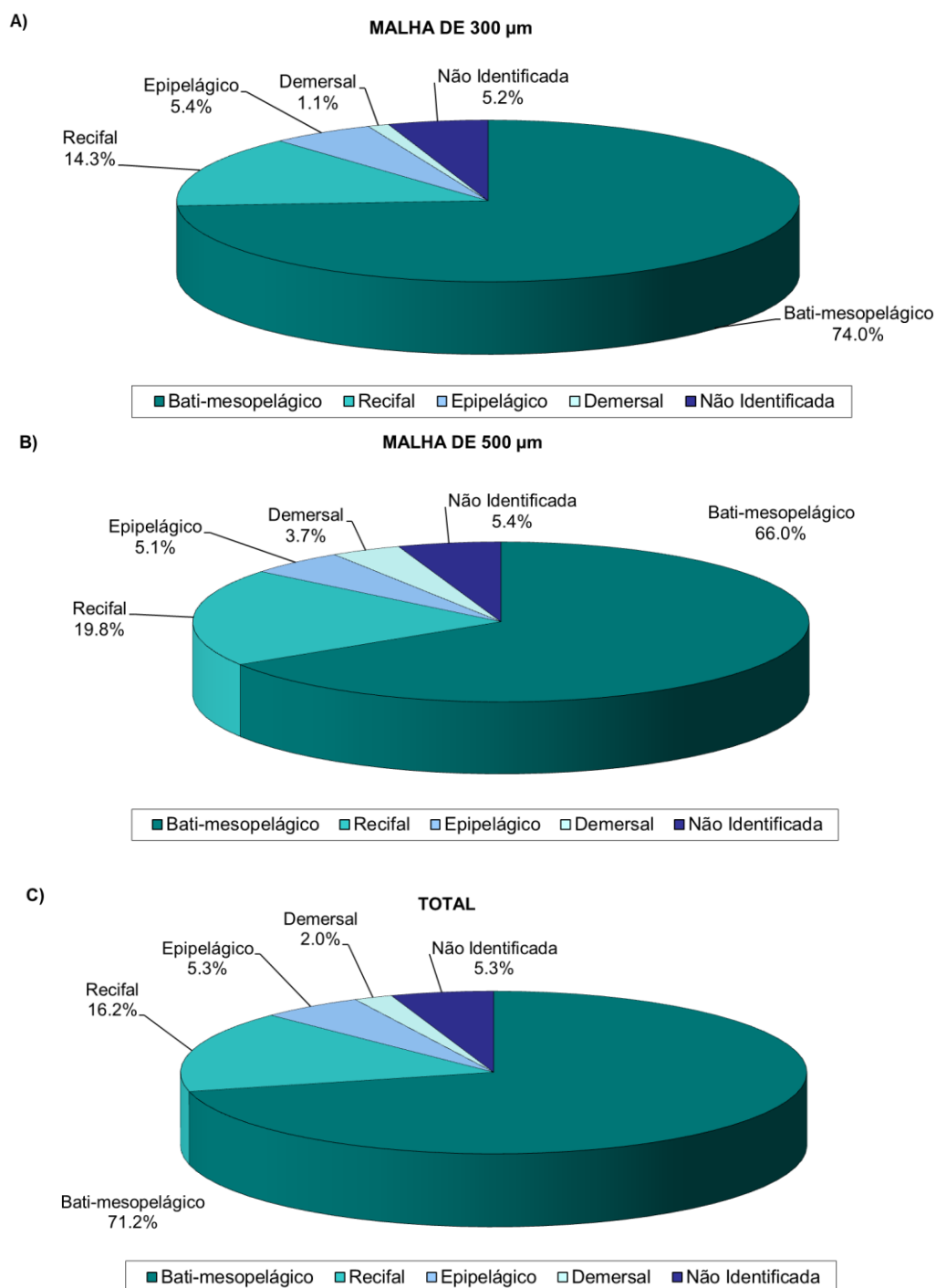
Larvas não identificadas	Malha	Número Absoluto	%
Recém-eclodidas	300 µm	6	1,4%
	500 µm	4	0,9%
<b>Total Recém-eclodidas</b>	-	<b>10</b>	<b>2,3%</b>
Estragadas	300 µm	6	1,4%
	500 µm	4	0,9%
<b>Total Estragadas</b>	-	<b>10</b>	<b>2,3%</b>
<b>Total não identificadas</b>	-	<b>20</b>	<b>4,7%</b>

As larvas identificadas estão representadas por 10 ordens, 28 famílias, 1 sub-família, 27 gêneros e 17 espécies. Essas larvas foram classificadas em 4 grupos ecológicos distintos, de acordo com o ambiente onde as fases adultas são mais encontradas: bati-mesopelágico, epipelágico, recifal e demersal. O inventário da comunidade ictioplanctônica está apresentado no **Anexo 5.3.3-1**.

Qualitativamente, as famílias de hábito recifal (12) ocorreram em maior número em relação às que apresentam hábitos bati-mesopelágico (7), epipelágico (5) e demersal (5). Quantitativamente, o grupo que apresentou maior abundância foi o bati-mesopelágico, representado por 71,2% do total de larvas coletadas, seguido do grupo recifal (16,2%), epipelágico (5,3%) e demersal (2,0%), além de 5,3% não identificado - larvas vitelínicas ou estragadas (**Figura 5.3.3-1**).

Esta maior abundância do grupo bati-mesopelágico em relação aos demais esteve relacionada à elevada abundância da família Myctophidae (mesopelágica), representada principalmente por *Myctophum nitidulum*, *Lepidophanes guentheri*, *Diaphus* spp., além de *Ceratoscopelus warmingii*, *Hygophum reinhardtii* e *Lampanyctus* sp., com menor abundância. As larvas da família Myctophidae estão entre as mais abundantes nos oceanos (Moser & Watson, 2001; Weitzman, 1997), sendo frequentemente registrada entre as mais abundantes em trabalhos em áreas oceânicas do Brasil, como os de Bonecker *et al.* (1992), Nonaka *et al.* (2000), Franco & Muelbert (2003) e Mafalda Jr *et al.* (2004).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 69 de 95



**Figura 5.3.3-1:** Grupos ecológicos (%) dos taxa agrupados por família ( $N/100m^3$ ), coletadas na área do Campo de Frade - Campanha 2. (A) Malha 300 µm, (B) Malha 500 µm e (C) Total das duas malhas (300 e 500 µm).

Outras seis famílias também representaram o grupo, com menor abundância: Phosichthyidae (batipelágica), Paralepididae (batipelágica), Gonostomatidae

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		FOLHA: <b>70 de 95</b>
TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

(batipelágica), Bregmacerotidae (mesopelágica), Stomiidae (batipelágica) e Melamphaidae (batipelágica). Estas famílias não são utilizadas para consumo, mas são considerados elos importantes na cadeia trófica dos oceanos (Okiyama, 1971). Convém lembrar que o grupo dos mesopelágicos são normalmente mais abundantes nas amostras oceânicas (Ahlstrom, 1971; 1972; Richards, 1984; Flores-Coto & Ordóñez-López, 1991), e têm um papel fundamental na cadeia trófica marinha, seja como predadores de zooplâncton (Giske *et al.*, 1990) ou como presas para espécies maiores de peixes e cetáceos (Zavala-Camin, 1981).

Destaca-se a elevada riqueza do grupo recifal (12 famílias), representados principalmente por *Syacium papillosum* (linguado-da-areia). Além desta espécie da família Paralichthyidae, o grupo de peixes associados a recifes e/ou formações coralinas esteve representado por outras 11 famílias com menor abundância: Serranidae - sub-famílias Serraninae - *Serranus* sp. e Anthiinae (compreende peixes comercialmente importantes como garoupa e badejo), Scaridae (peixe-papagaio ou budião), Synodontidae (peixe-lagarto, traíra do mar), Gobiidae (maria-da-toca), Sparidae (sargos), Scorpaenidae (mangangá), Haemulidae (roncadores), Apogonidae (cardeal), Labridae (bodião), Chaetodontidae (peixe-borboleta) e Ptereleotridae (maria-da-toca).

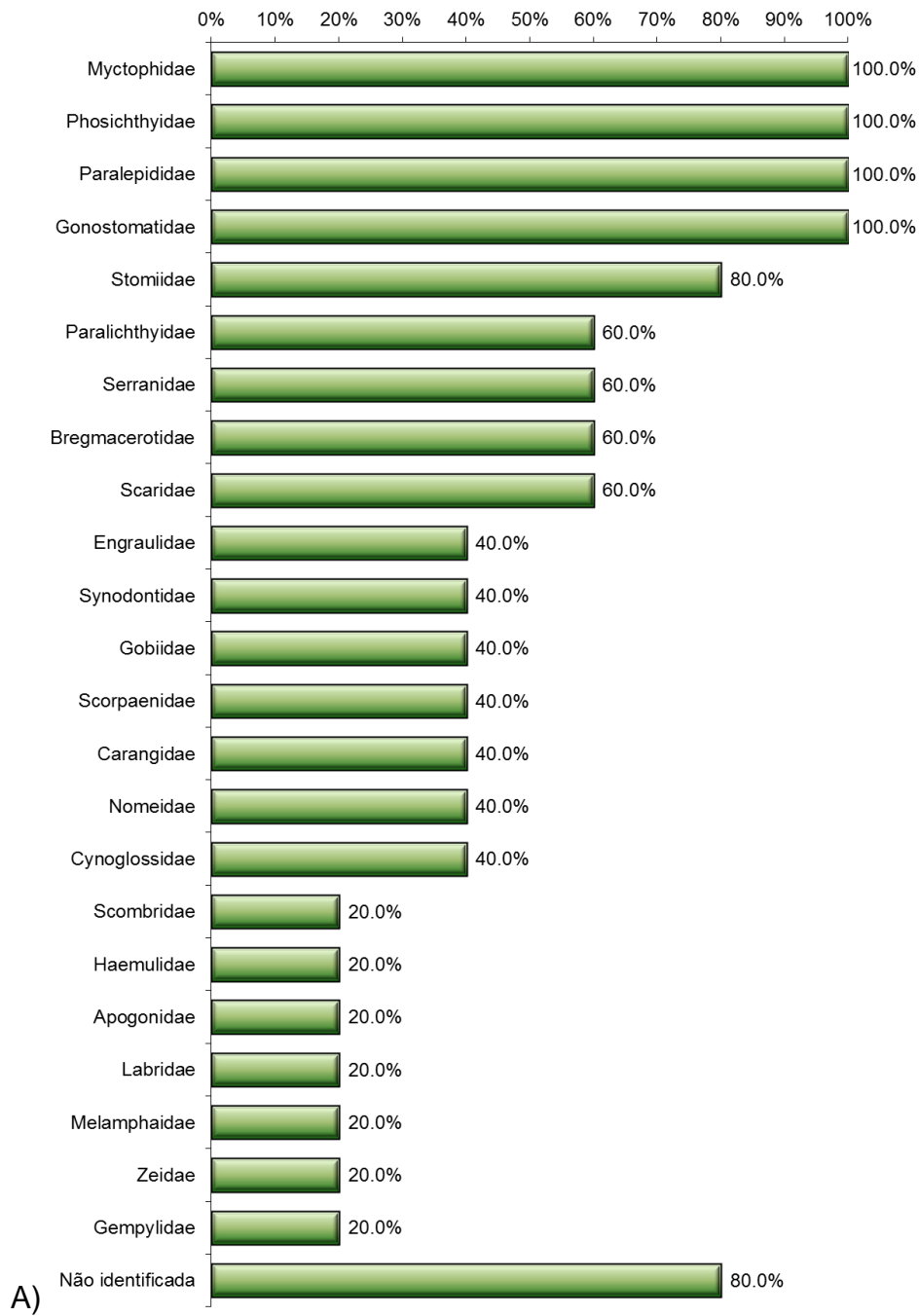
As espécies epipelágicas são aquelas que habitam ou se alimentam na coluna d'água, desde a superfície até os 200 metros. Nesta campanha estiveram representadas principalmente por larvas de Scombridae (cavala, bonito, atum) - importantes comercialmente - e Engraulidae (manjubas), além de uma pequena contribuição de Carangidae (xaréu), Nomeidae (rombudo) e Gempylidae (lanceta).

O grupo dos demersais ocorre associado a substrato inconsolidado como lama, areia e cascalho, tendo sido representado nesta campanha por larvas de Bothidae, Cynoglossidae, Callionymidae, Zeidae e Paralichthyidae.

As famílias Myctophidae, Phosichthyidae, Paralepididae e Gonostomatidae (malha 300µm) e Myctophidae (malha 500µm) apresentaram 100% de ocorrência (FO%) nas estações amostradas, seguidas de Stomiidae (malha 300µm) e Serranidae (malha 500µm), com FO=80,0%. Bregmacerotidae (malhas 300 e 500µm), Monacanthidae, Muraenidae, Scorpaenidae (malha 300µm), Phosichthyidae, Engraulidae (malha 500µm) apresentaram FO=60,0%. As demais famílias (24) apresentaram ocorrência inferior a 60% (Figura 5.3.3-2).



<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº	<b>RT - MA02/2011</b>	REV.: <b>0</b>
			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			FOLHA: <b>71 de 95</b>
TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>




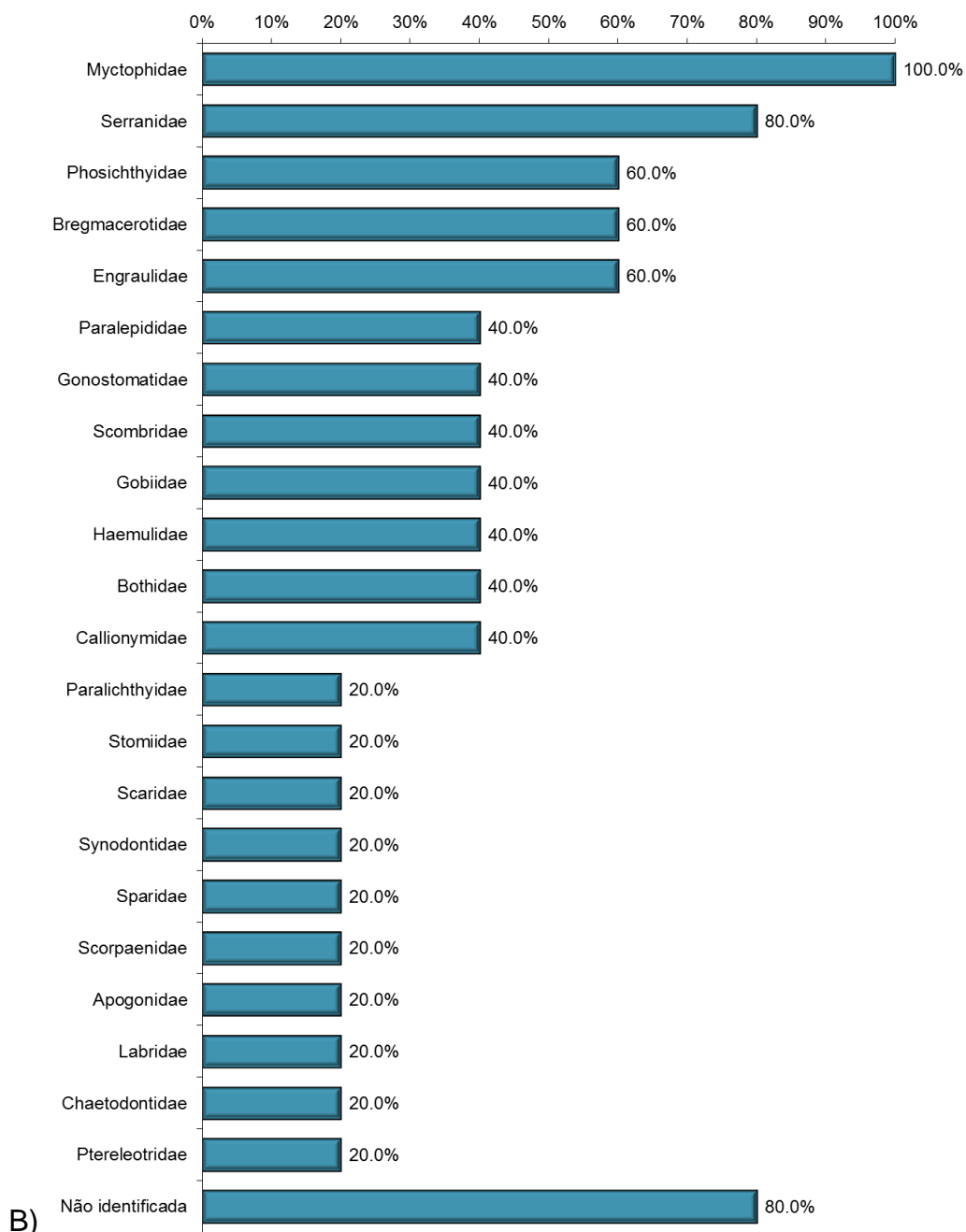
Coordenador da Equipe

Monitoramento da Qualidade da Água no Mar  
Local



Técnico Responsável


	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 72 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2

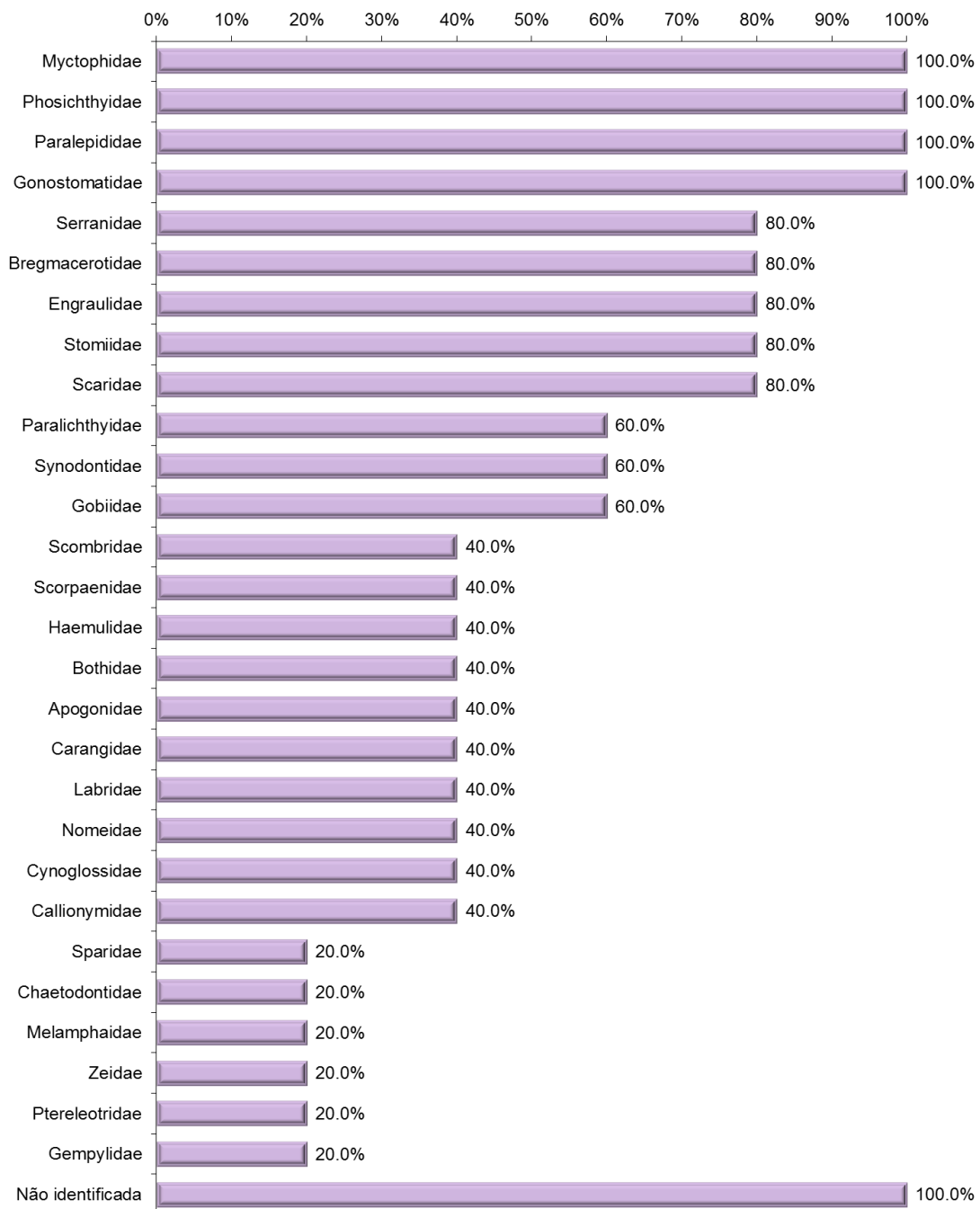


**Figura 5.3.3-2:** Frequência de ocorrência (FO%) das famílias coletadas com malha de (A) 300 e (B) 500µm na área do Campo de Frade - Campanha 2.

As famílias que apresentaram as maiores abundâncias relativas também ocorreram mais frequentemente no entorno do FPSO Frade. De acordo com a escala de Neumann-Leitão (1994) e considerando as duas malhas amostradas (300 e 500µm), as famílias Myctophidae, Phosichthyidae, Paralepididae, Gonostomatidae, Serranidae, Bregmacerotidae, Engraulidae, Stomidae e Scaridae foram consideradas muito frequentes (FO >70%) (Figura 5.3.3-3).



	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		FOLHA: <b>73 de 95</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

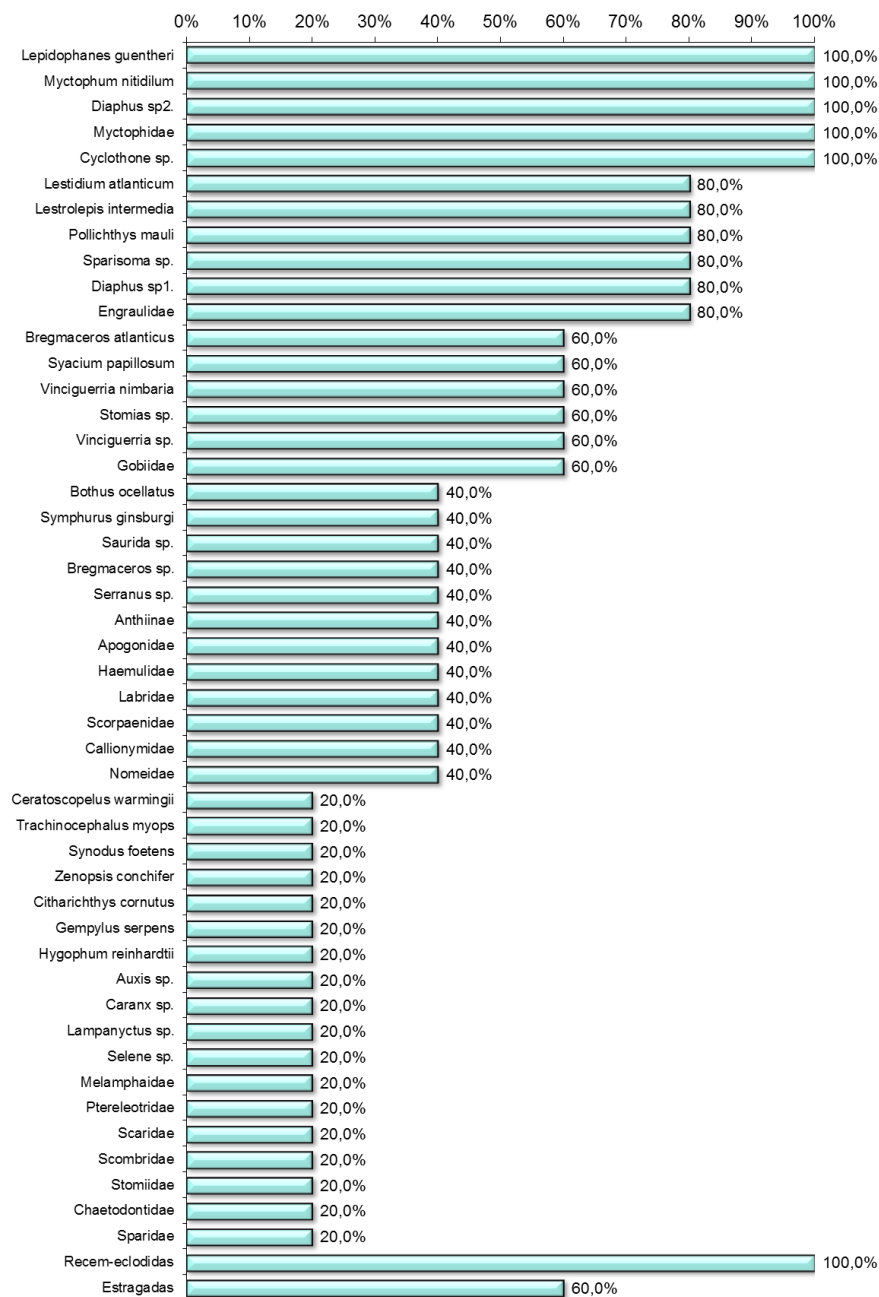


**Figura 5.3.3-3:** Frequência de ocorrência (FO%) das famílias coletadas com as duas malhas (300 e 500µm) na área do Campo de Frade - Campanha 2.

Considerando ainda as duas malhas amostradas, os exemplares identificados ao menor nível taxonômico (espécies/gêneros), que ocorreram em todas as estações (FO=100%) foram *Lepidophanes guentheri*, *Myctophum nitidulum*, *Diaphus* sp2., *Cyclothone* sp. e espécies não identificadas (larvas vitelínicas e/ou estragadas) da família Myctophidae. Os taxa que apresentaram FO=80,0% foram *Lestidium atlanticum*, *Lestrolepis intermedia*,

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	74 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

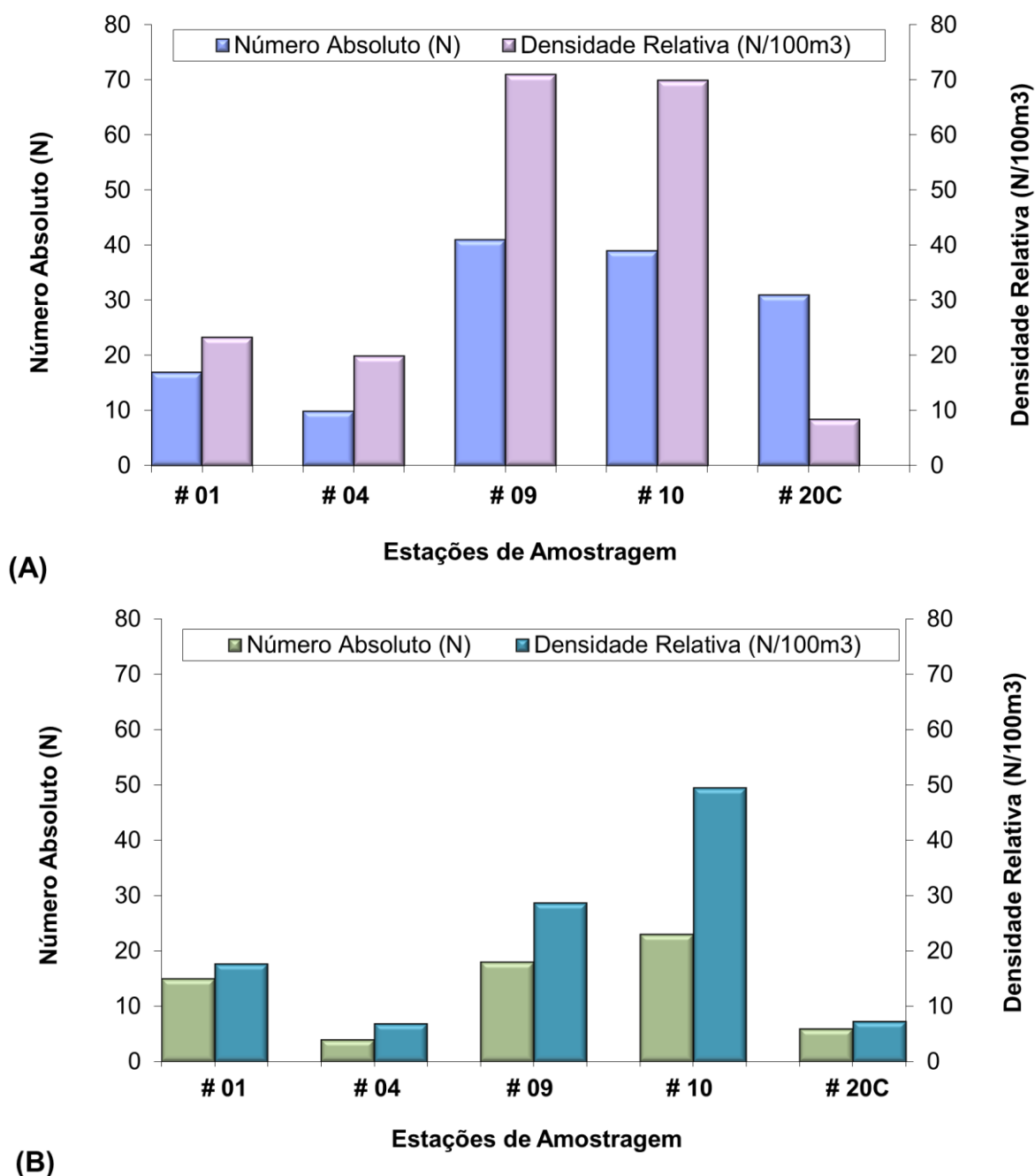
*Pollichthys mauli*, *Sparisoma* sp., *Diaphus* sp1. e representantes da família Engraulidae. *Bregmaceros atlanticus*, *Syacium papillosum*, *Vinciguerria nimbaria*, *Stomias* sp., *Vinciguerria* sp. e Gobiidae apresentaram FO= 60,0%. Os demais taxa apresentaram ocorrência inferior a 60%, ressaltando que 18 deles apresentaram FO=20,0%, portanto, consideradas espécies raras. Larvas não identificadas - recém-eclodidas e estragadas - obtiveram FO=100,0% e 60,0%, respectivamente (Figura 5.3.3-4).



**Figura 5.3.3-4:** Frequência de ocorrência (FO%) das espécies coletadas com as duas malhas (300 e 500µm) na área do Campo de Frade - Campanha 2.

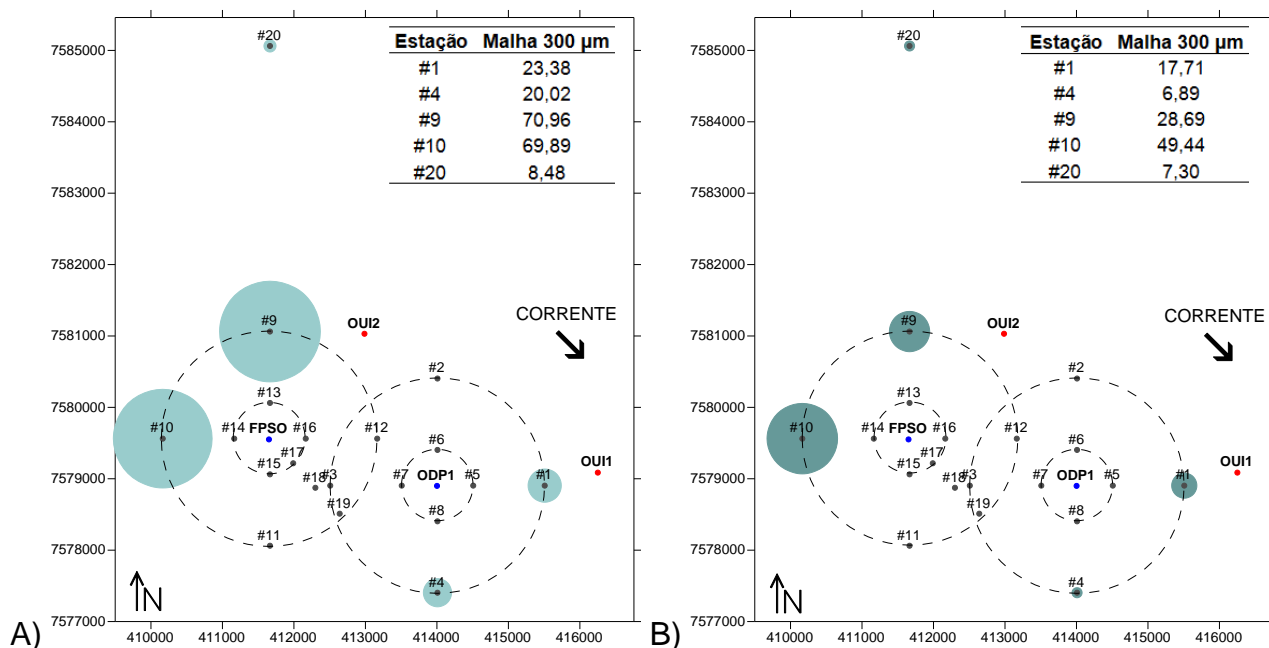
	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>75 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>	

A densidade dos ovos de peixes (valores absolutos e em 100m<sup>3</sup>) encontrados nas estações de amostragem foi baixa, com valores relativos variando entre 15,8 (#20C) e 119,3/100m<sup>3</sup> (#10), com uma média de 60,6/100m<sup>3</sup> (Figuras 5.3.3-5 e 5.3.3-6).



**Figura 5.3.3-5:** Número absoluto (N) e densidade relativa (N/100m<sup>3</sup>) dos ovos de peixes coletados com malha de (A) 300 µm e (B) 500 µm na área do Campo de Frade - Campanha 2.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>76 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

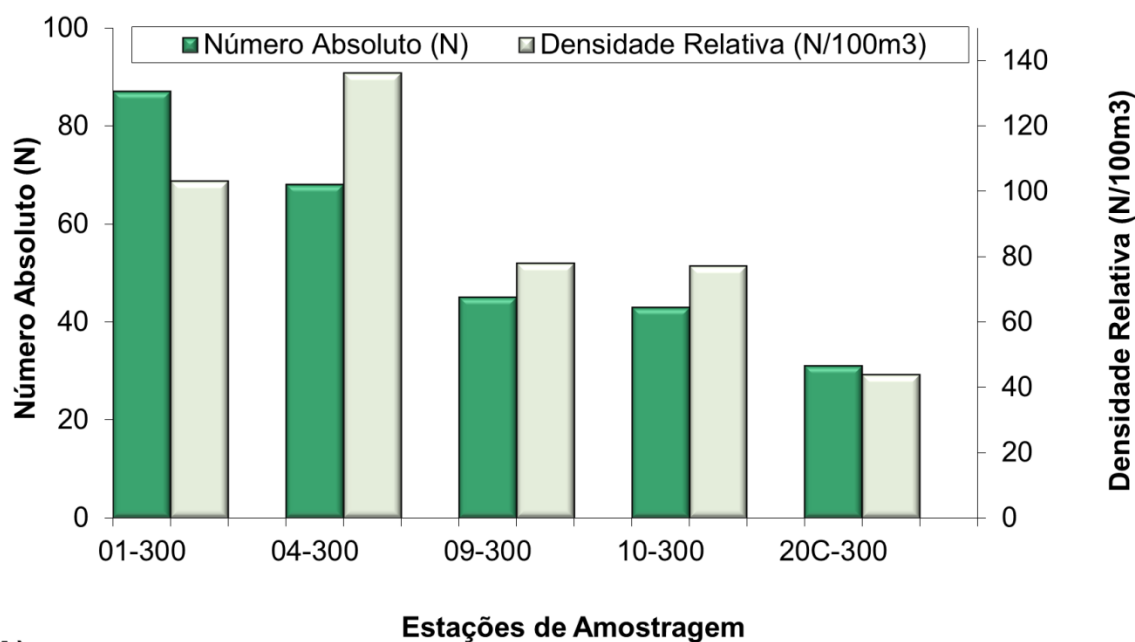


**Figura 5.3.3-6:** Densidade de ovos de peixes coletadas com (A) Malha de 300 µm e (B) 500 µm na área do Campo de Frade - Campanha 2. Os círculos expressam valores proporcionais de densidade de ovos ( $N/100\text{ m}^3$ ) entre as estações.

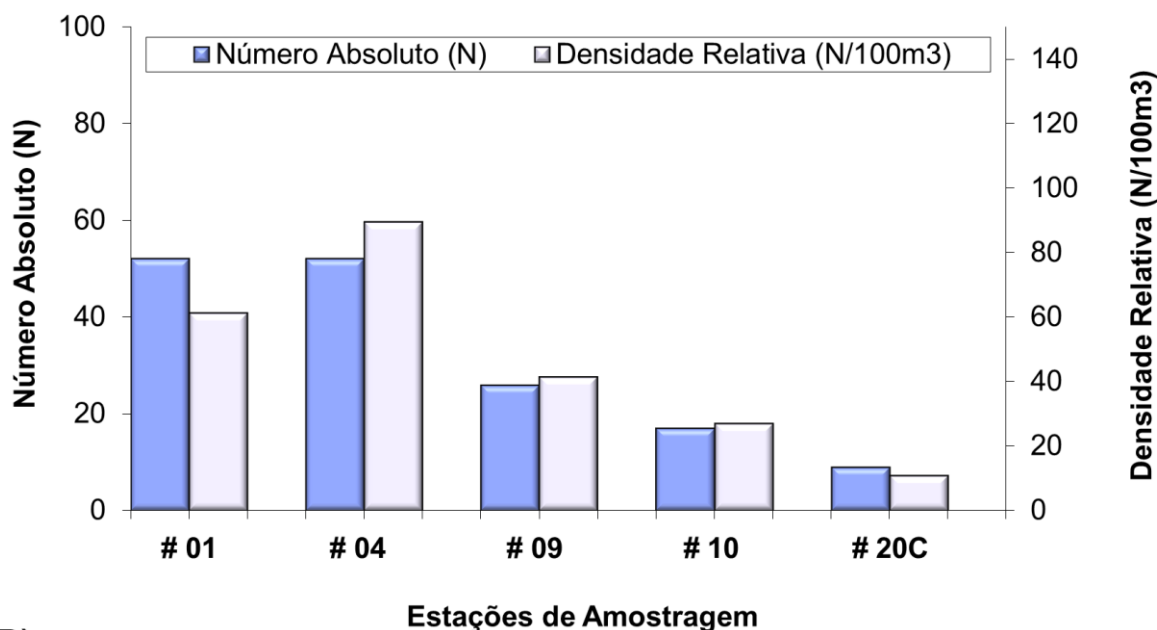
Os resultados apresentados no diagnóstico ambiental da Bacia de Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002) reportam que foram encontrados ovos de peixes em 75% das estações coletadas (81 estações, de um total de 108). A densidade média de ovos encontrada foi de 13,6 ovos/ $100\text{ m}^3$ , inferior à média registrada na presente campanha. As maiores densidades registradas foram superiores às do presente monitoramento (entre 50 e 174 ovos/ $100\text{ m}^3$ ). Contudo, essas ocorrências foram observadas em profundidades inferiores a 100 metros, ao largo da costa norte da Bacia de Campos. Este aumento da densidade de ovos em direção à costa, sobre a plataforma continental, é o típico esperado para regiões oceânicas tropicais, uma vez que as regiões costeiras são mais produtivas que as oceânicas.

Na presente campanha, a densidade de larvas de peixes (valores absolutos e em  $100\text{ m}^3$ ) encontrados nas estações de amostragem foi mais expressiva, com valores relativos variando entre 54,7 (#20C) e 225,7/ $100\text{ m}^3$  (#04), com uma média de 133,7/ $100\text{ m}^3$  (Figuras 5.3.3-7 e 5.3.3-8).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>77 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>



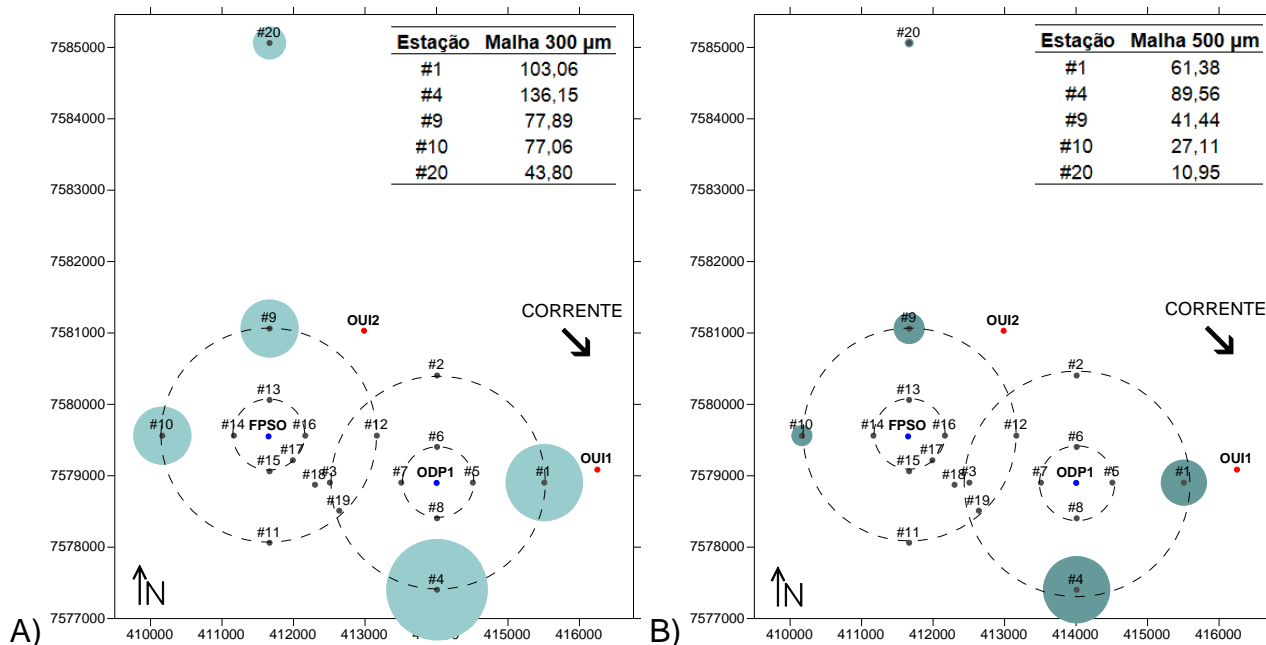
(A)



(B)

**Figura 5.3.3-7:** Número absoluto (N) e densidade relativa (N/100 m<sup>3</sup>) de larvas de peixes coletados com malha de (A) 300 µm e (B) 500 µm na área do Campo de Frade - Campanha 2.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	78 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2



**Figura 5.3.3-8:** Densidade de larvas peixes coletadas com (A) Malha de 300 µm e (B) 500 µm na área do Campo de Frade - Campanha 2. Os círculos expressam valores proporcionais de densidade de larvas ( $N/100\text{ m}^3$ ) entre as estações.

O diagnóstico ambiental da Bacia de Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002) relata que foram coletadas larvas de peixes em 94% das estações estudadas. A densidade larval média observada foi de  $17,97\text{ larvas}/100\text{ m}^3$ , sendo a maior densidade de  $146,04\text{ larvas}/100\text{ m}^3$ , valores inferiores ao registrado na presente campanha de monitoramento.

A família mais abundante na presente campanha foi Myctophidae, com 52,8% ( $353,0\text{ larvas}/100\text{ m}^3$ ). Com uma densidade bastante inferior à Myctophidae, a segunda família em dominância numérica foi Phosichthyidae, com 5,8% ( $39,0\text{ larvas}/100\text{ m}^3$ ) do total de larvas coletadas.

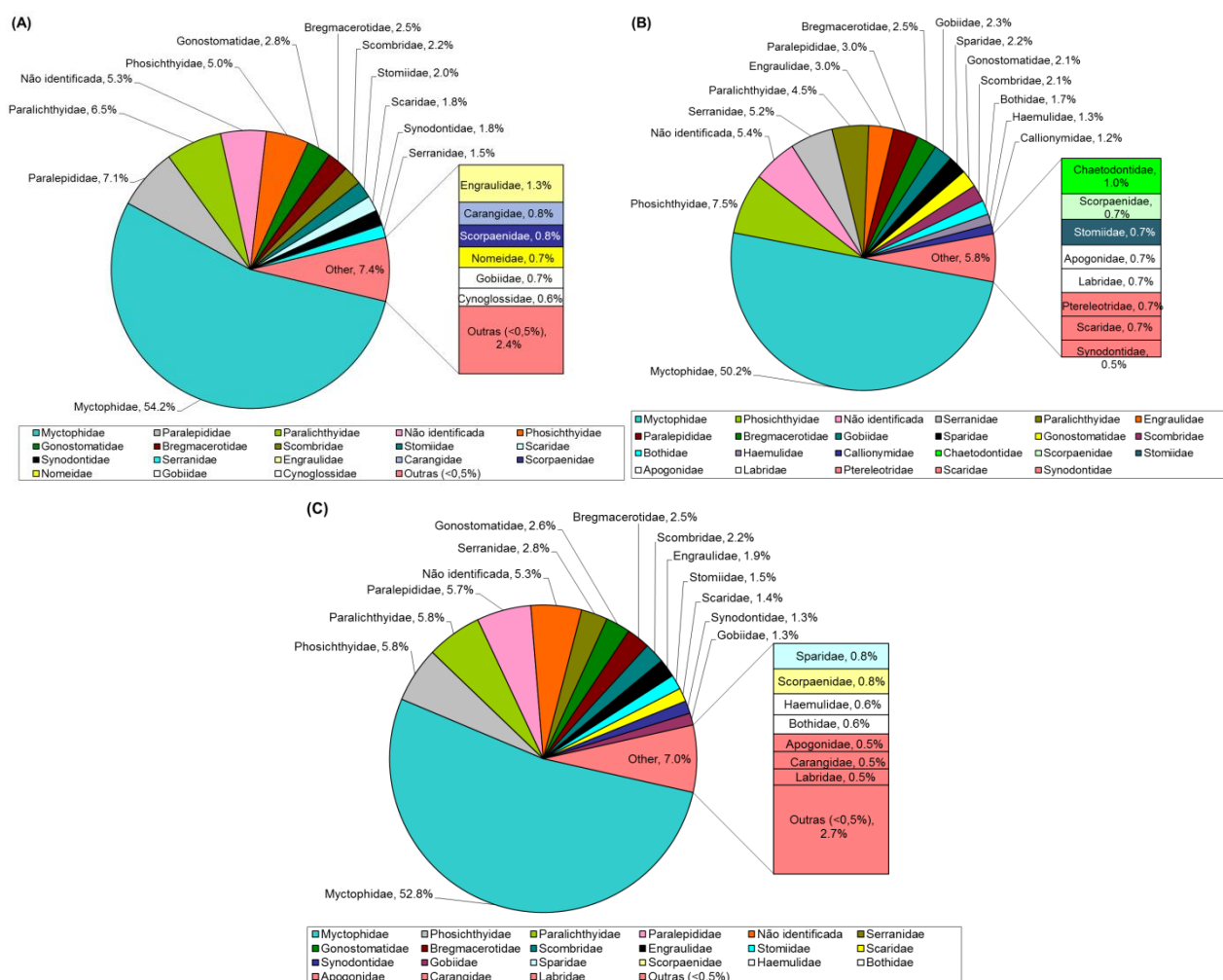
A família Myctophidae é dominante nos ecossistemas oceânicos, e a sua biomassa, estimada em mais de 600 milhões de toneladas, é usualmente maior do que a de todas as outras famílias de vertebrados marinhos. As larvas desta família também estão entre as mais abundantes nos oceanos (Moser & Watson, 2001; Weitzman, 1997), sendo frequentemente registrada entre as mais abundantes em trabalhos em áreas oceânicas do Brasil, como os de Bonecker *et al.* (1992), Nonaka *et al.* (2000), Franco & Muelbert (2003) e Mafalda Jr *et al.* (2004). Em amostras de ictioplâncton coletadas nas regiões oceânicas da costa sul-sudeste do Brasil, ovos e principalmente larvas de peixes mesopelágicos são comumente encontrados, especialmente os Myctophiformes sendo a família Myctophidae a mais representativa.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	79 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2

Dentre os Stomiiformes, ocorrem larvas pertencentes às famílias Phosichthyidae, Sternoptychidae e Gonostomatidae (Moser & Watson, 1996; Richards, 2006). Por problemas taxonômicos e falta de interesse comercial direto, esse grupo tem sido pouco estudado na costa do Brasil (Katsuragawa *et al.*, 2006).

A terceira família em dominância numérica foi Paralicthyidae, com 5,8% (38,9 larvas/100m<sup>3</sup>), seguida de Paralepididae, com 5,7% (38,3 larvas/100m<sup>3</sup>) do total de larvas coletadas. De um total de 28 famílias identificadas, essas quatro (Myctophidae, Phosichthyidae, Paralicthyidae e Paralepididae) foram responsáveis por 70,2% do total.

As larvas das famílias Serranidae, Gonostomatidae, Bregmacerotidae, Scombridae, Engraulidae, Stomiidae, Scaridae, Synodontidae e Gobiidae apresentaram abundância relativa entre 2,8% e 1,3%. Outras 15 famílias (7%) contribuíram individualmente com menos de 1% de abundância relativa. Famílias não identificadas apresentaram abundância relativa de 5,3% (**Figura 5.3.3-9**).

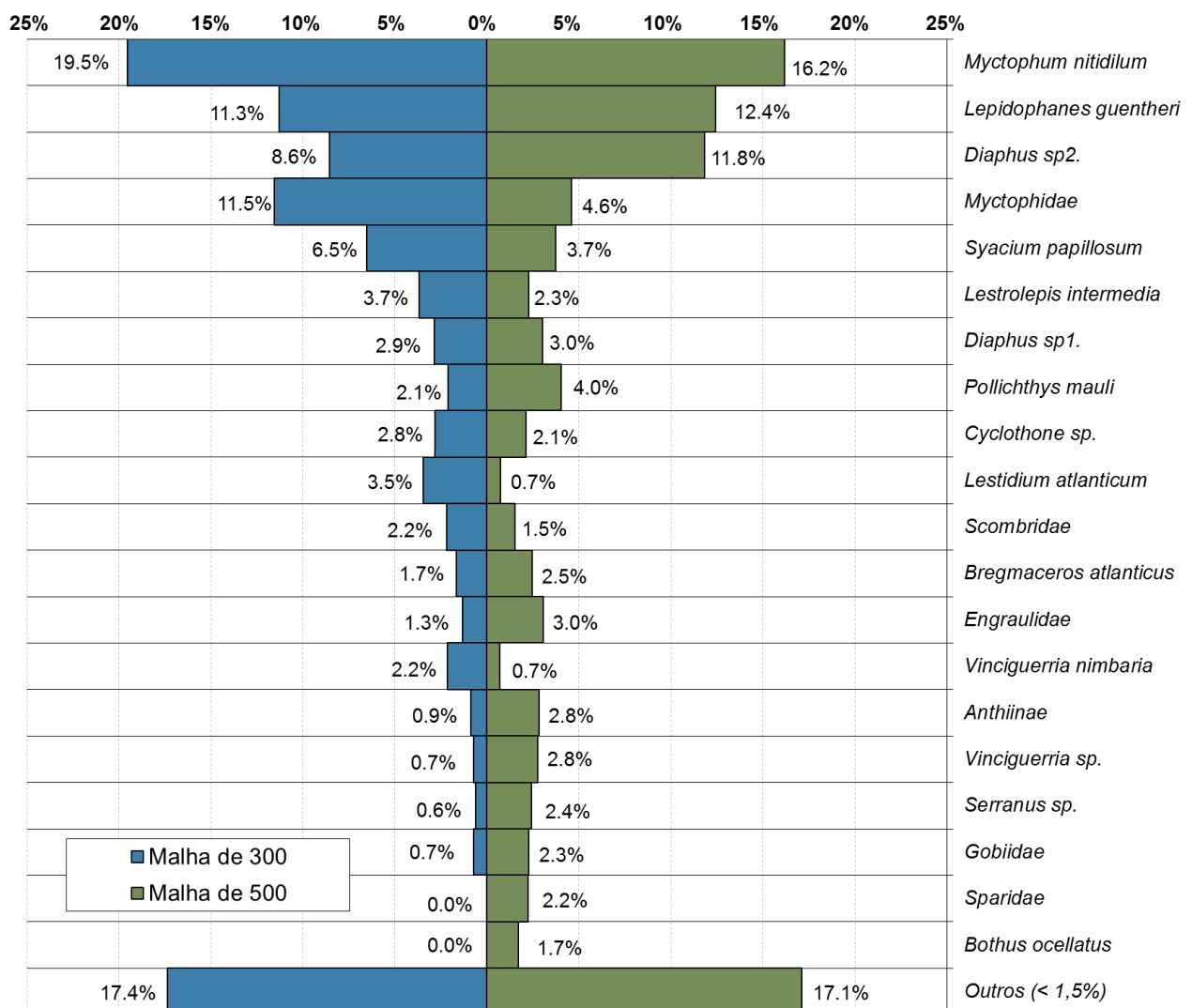


	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)			FOLHA:	80 de 95
				CAMPANHA:	CAMPANHA 2


**Figuras 5.3.3-9:** Densidade relativa (%) das famílias identificadas na área do Campo de Frade - Campanha 2, coletadas com (A) Malha de 300 µm, (B) 500 µm e (C) Total das malhas.

A densidade específica das larvas (N/100 m<sup>3</sup>), nas diferentes estações amostradas na área do Campo de Frade pode ser visualizada no **Anexo 5.3.3-2**.

Analisando os diferentes taxa identificados (família/gênero/espécie), as larvas foram representadas em ordem decrescente de densidade por *Myctophum nitidulum* (18,4%), *Lepidophanes guentheri* (11,7%), *Diaphus* sp2. (9,7%), Myctophidae não identificados (9,1%), *Syacium papillosum* (5,6%), *Lestrolepis intermedia* (3,2%), *Diaphus* sp1. (2,9%), *Pollichthys mauli* (2,8%), *Cyclothone* sp. (2,6%), *Lestidium atlanticum* (2,5%), Scombridae (2,0%). As demais densidades, bem como a variação na coleta entre as malhas podem ser observadas na **Figura 5.3.3-10**.





	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		FOLHA: <b>81 de 95</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

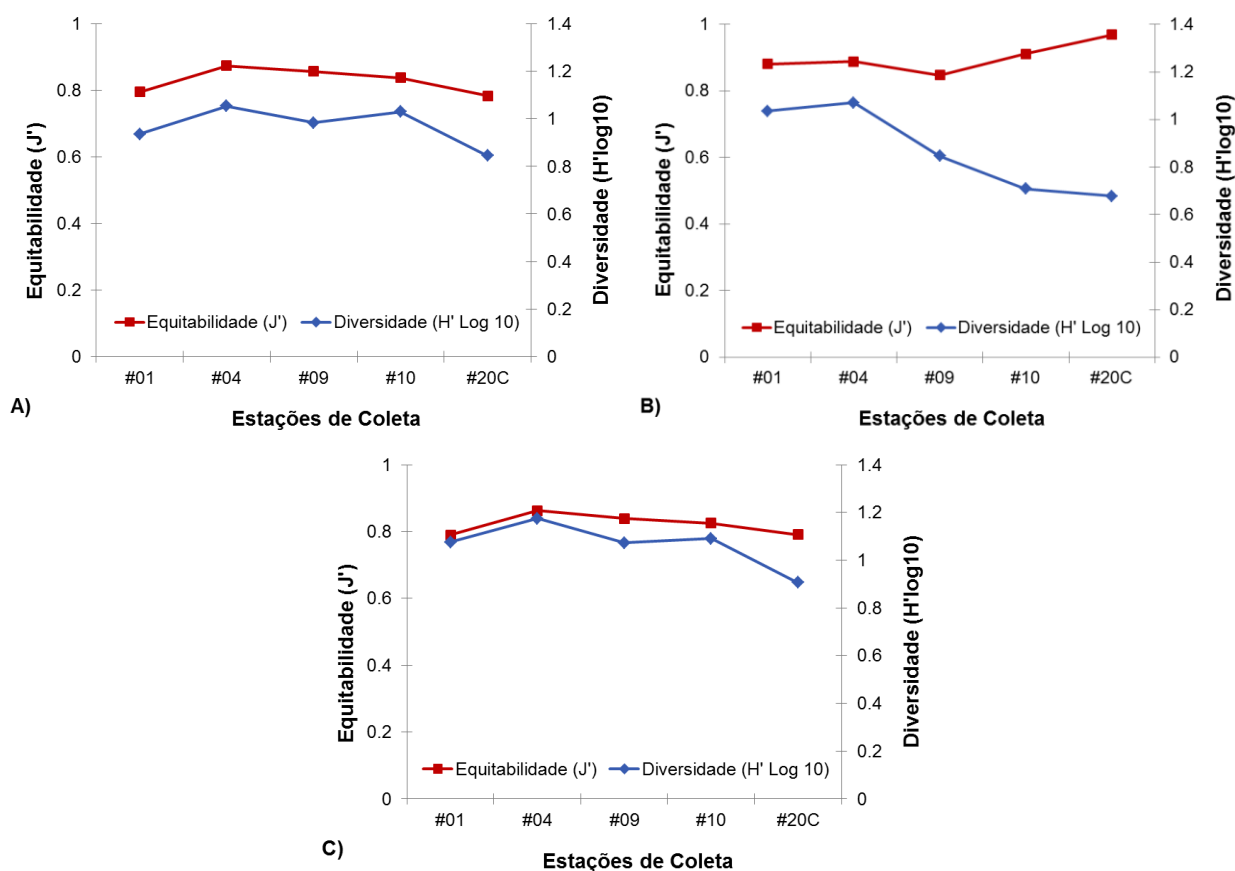
**Figura 5.3.3-10:** Composição específica das larvas (%) na área do Campo de Frade - Campanha 2. Outros= larvas com densidade relativa menor que 1,5%.

As larvas de Myctophidae que permaneceram identificadas em nível de família devem pertencer a um ou mais dos 6 gêneros identificados neste monitoramento, porém não puderam ser identificadas, seja por estarem estragadas e/ou serem “recém-eclodidas”. Em ordem decrescente de abundância, os principais gêneros coletados entre os Myctophidae foram *Myctophum*, *Lepidophanes*, *Diaphus*, *Ceratoscopelus*, *Lampanyctus* e *Hygophum*. Segundo Nafpaktitis *et al.* (1977), essa família é dominante no oceano Atlântico, e as larvas desses gêneros são as mais abundantes nas coletas de plâncton do Atlântico (Richards, 1984).

Na Bacia de Campos, os dados apresentados no diagnóstico ambiental (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002) reporta que a Família Myctophidae, “peixe-lanternas”, foi o terceiro táxon em abundância larval, atingindo em média 6,77 larvas/100 m<sup>3</sup>. Em termos de frequência de ocorrência, essa família apresentou a maior frequência entre os táxons coletados, sendo amostrada em 70% das estações. A distribuição larval dessa família foi predominantemente oceânica, cobrindo a maior parte da região oceânica analisada.


Com relação ao Índice de Shannon (H') da presente campanha, as amostras coletadas com a rede de 300 µm apresentaram-se ligeiramente mais diversas em relação às coletadas com rede de 500 µm. Os valores de diversidade encontrados para as amostras de 300 µm variaram entre 0,85 (#20C) e 1,05 (#04) e, para as amostras de 500 µm, os valores variaram entre 0,68 (#20C) e 1,07 (#04), destacando-se que os mínimos e máximos foram registrados nas mesmas estações. Quanto ao índice de equitabilidade, acompanhou o que foi observado para o de diversidade para a malha de 300 µm, apresentando o mesmo padrão de distribuição. Para a malha de 500 µm, houve uma inversão, com a #04 apresentando-se menos equitativa do que a #20C (**Figura 5.3.3-11**).

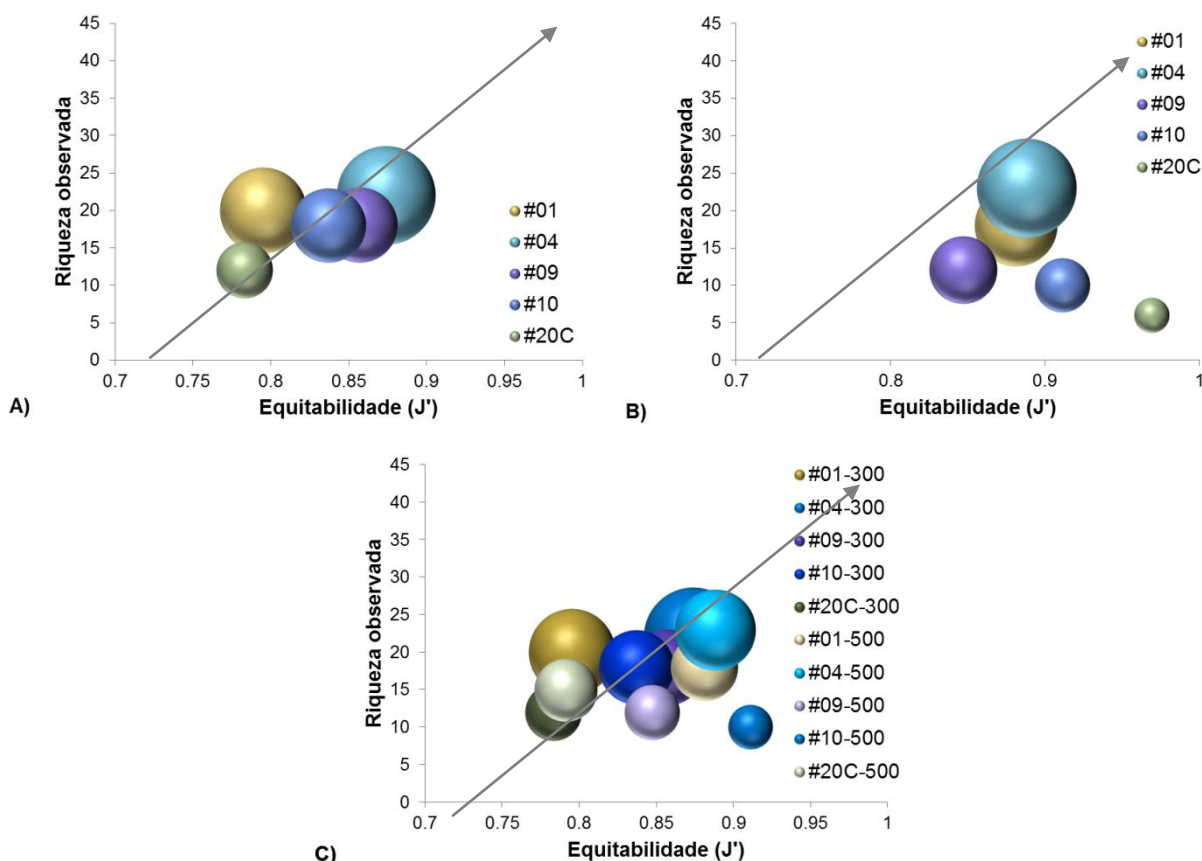
	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>82 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>



**Figura 5.3.3-11:** Diversidade e equitabilidade das amostras coletadas com distintas malhas (A) Malha de 300 µm, (B) 500 µm e (C) Total na área do FPSO FRADE (segunda campanha).

A **Figura 5.3.3-12** representa graficamente os componentes da diversidade (Riqueza e Equitabilidade) das estações amostradas. Na malha 300µm, a riqueza variou entre 12 (#20C) e 22 (#04); a equitabilidade entre 0,783 (#20C) a 0,874 (#04); e a densidade entre 43,8/100m<sup>3</sup> (#20C) e 136,15/100m<sup>3</sup> (#04). Na malha 500µm, a riqueza variou entre 6 (#20C) e 23 (#04); a equitabilidade entre 0,847 (#09) a 0,969 (#20C); e a densidade entre 10,95/100m<sup>3</sup> (#20C) e 89,56/100m<sup>3</sup> (#04).

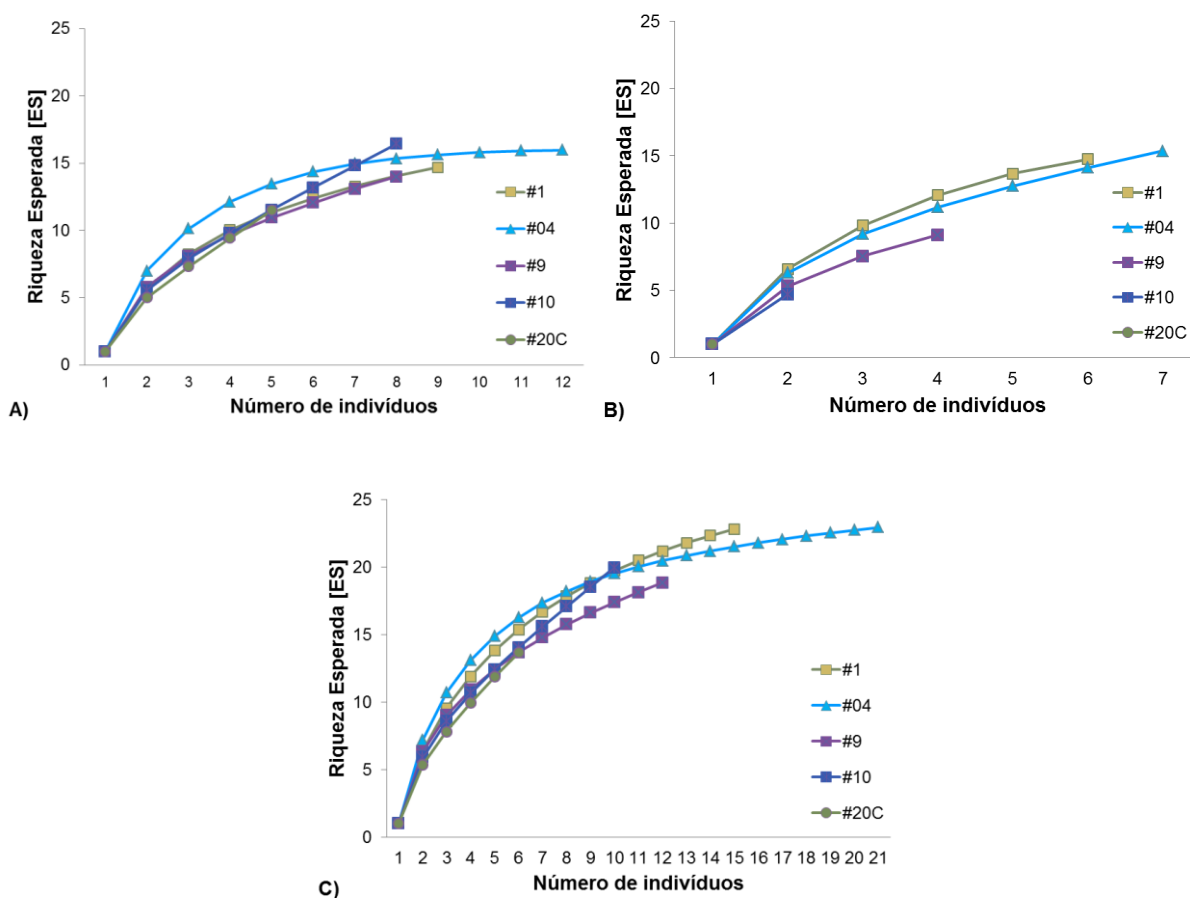
	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>83 de 95</b>
				CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>



**Figura 5.3.3-12:** Componentes da diversidade (Riqueza-E[S] e Equitabilidade-J') do ictiopâncton das estações de amostragem coletadas com (A) Malha de 300 µm, (B) 500 µm e (C) Total na área do FPSO FRADE (segunda campanha). A densidade larval está proporcionalmente representada pelos tamanhos dos círculos. A seta representa a tendência de aumento de diversidade (componentes) nas estações.

A técnica de rarefação, empregada nesta análise, permite inferir comentários sobre se uma determinada amostra é ou não mais rica em relação à outra, quando as curvas de espécies esperada não se cruzarem ou se tocarem. Ou seja, a análise desta técnica nos permite afirmar que não há predominância de uma estação que se destaque em riqueza de espécies, pois todas se cruzam e/ou se tocam (Figura 5.3.3-13).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 84 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2

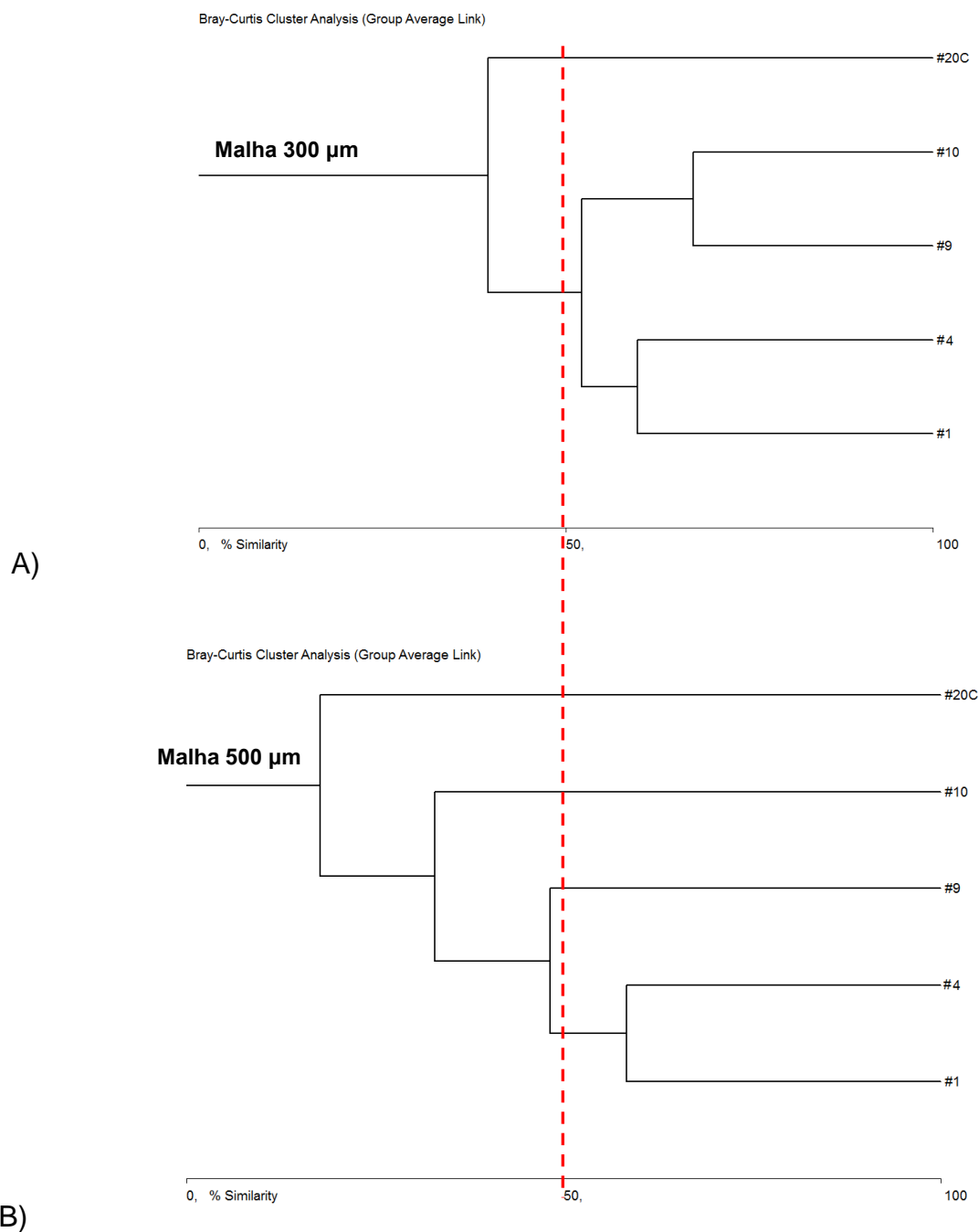


**Figura 5.3.3-13:** Curvas de Rarefação da diversidade de espécies ou riqueza esperada (E[S]) do ictioplâncton coletado com (A) Malha de 300 µm, (B) 500 µm e (C) Total nas amostras coletadas na área do FPSO FRADE (segunda campanha).

O resultado da análise de agrupamento (cluster) das estações amostradas com base na densidade larval demonstra baixa similaridade entre as estações. Ao nível de 50% de similaridade, com a malha de 300 µm é formado um grupo com a maioria das estações e com a malha de 500 µm apenas um grupo (**Figura 5.3.3-14**):

- Com a malha de 300 µm: agrupamento formado pela #01, #04, #09 e #10.
- Com a malha de 500 µm: agrupamento formado pela #01 e #04.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)		FOLHA: 85 de 95



**Figura 5.3.3-14:** Análise de agrupamento (cluster) do ictioplâncton para as estações de amostragem (malha de 300 e 500 µm) do monitoramento marinho na área do FPSO FRADE (segunda campanha).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA:	<b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>	
	TÍTULO:	<b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>	FOLHA: <b>86 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nenhuma não conformidade foi registrada pela equipe de coleta e supervisor de qualidade, durante as operações a bordo (coleta / manuseio / acondicionamento / preservação), bem como na entrega das amostras para o transporte aos laboratórios responsáveis.

Os registros meteoceanográficos, hidroquímicos e ecológicos sobre a comunidade planctônica, apresentados na 2ª Campanha de Monitoramento na área do Campo de Frade devem ser considerados como de situação sazonal de inverno, especificamente numa pós-passageira de um forte sistema frontal que atingiu a região da Bacia de Campos, na ocasião desta campanha. As correntes registradas nesta campanha apresentaram um sentido preferencial para o quadrante SE-S, com velocidade de até 2,0 m/s, com predomínio de 85% até 0,49 m/s.

A área do Campo de Frade foi caracterizada principalmente pela presença da Água Tropical (AT), com 96% de representatividade e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), com 4% (abaixo dos 100 metros de profundidade).

Na presente campanha de monitoramento, procurou-se identificar as concentrações dos parâmetros físico-químicos da água do mar no entorno do FPSO Frade e do poço produtor ODP1, a fim de caracterizar a qualidade ambiental no entorno da unidade numa situação em que não houve descarte de água produzida. Posteriormente, a partir de novos monitoramentos na área, inclusive sob a influência de descarte de água de produção, uma avaliação comparativa da qualidade da água poderá ser conduzida.

Embora a região monitorada seja classificada como águas salinas da Classe 1 (CONAMA Nº 357/05), o balizamento efetuado para comparação analítica dos níveis de concentração dos parâmetros hidroquímicos utilizou como referência adicional os valores registrados nas amostras coletadas na Estação Controle # 20, visto que a unidade FPSO Frade, como informado, não estava descartando água de produção ou outro efluente não tratado.

Os valores de OD e pH, bem como do agregado orgânico representado pelo Carbono Orgânico Total, mostraram concentrações normalmente encontrados para regiões oceânicas da Bacia de Campos. Para os hidrocarbonetos analisados, os teores de HPA e TPH encontrados nesta campanha apresentaram variações desde abaixo do limite de quantificação do método até maiores de 2,00 µg/L, o que já se refere à áreas impactadas por hidrocarbonetos de petróleo, como é o caso da Bacia de Campos.

Não foram detectadas concentrações de Fenóis, BTEX, Sulfetos, Clorofila e da maioria dos metais, exceto pelo Zinco que, apesar de registrado, seus valores foram considerados normais e coerentes ao observado em campanhas pretéritas realizadas nesta região. Dentre os nutrientes inorgânicos (Nitrato, Fosfato e Silicato), somente o Nitrato

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		FOLHA: 87 de 95
		CAMPANHA: CAMPANHA 2	

apresentou concentrações acima do valor máximo estipulado pela CONAMA Nº 357/05, incluindo a própria estação #20-controle, mas que pode estar relacionado a processos de demanda biológica pela biomassa fitoplanctônica, especificamente pela importante presença da cianofícea *Trichodesmium erythraeum* nas amostras analisadas nesta campanha.

A estrutura das comunidades planctônicas (fito-, zoo- e ictioplâncton), as quais puderam ser retratadas através das análises quali-quantitativas e de diversidade apresentaram valores bastante modestos, porém compatíveis para a região oceânica, conforme diagnósticos e programas de monitoramento ambiental conduzidos na Bacia de Campos. A presente avaliação da comunidade planctônica, no entorno do FPSO Frade, é a caracterização de uma situação sazonal de inverno, não devendo ser tomada como definitiva para a região. Isso se deve ao fato notório de que tanto a concentração quanto a diversidade do plâncton mostram grande variabilidade sazonal, sem considerar as variações espaciais (nictemerai e regionais correlacionadas à massas d'água).

Finalmente, independente das constatações obtidas na Campanha 2, o ecossistema desta região ainda encontra-se relativamente preservado e que os resultados aqui apresentados retratam o estado da arte do entorno do FPSO Frade, permitindo apenas uma avaliação relativa às condições oceanográficas naturais reinantes no momento da coleta. Sendo assim, considera-se de fundamental importância a manutenção deste *Programa de Monitoramento Ambiental*, de forma a aumentar o conhecimento técnico-científico da região do Campo de Frade, no que tange ao acompanhamento hidrodinâmico aliado aos parâmetros ambientais (hidroquímicos e biológicos) que eventualmente podem refletir como indicadores de impacto da atividade de um futuro descarte da água de produção.


## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHLSTROM, E. H. 1971. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific, based on collections made on EASTROPAC I. **Fish. Bull.** 69(1):3-77.
- AHLSTROM, E. H. 1972. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific on the second multivessel EASTROPAC survey, and observations on the annual cycle of larval abundance. **Fish. Bull.** 70(4):1153-1242.
- AIDAR, E.; GAETA, S. A.; GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F.; KUTNER, M. B. B. & TEIXEIRA, C. 1993. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publ. Esp. Inst. Oceanogr.**, S Paulo, (10): 9-43.
- AMINOT, A. & CHAUSSEPIED, M., 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Brest: **Centre National pour l'Exploration des Océans**, 395 p.
- ANALYTICAL SOLUTIONS/TEXACO. 2001. Caracterização Ambiental do Bloco BM-C-5, Bacia de Campos - Campanha anterior à perfuração. **Relatório Técnico** 47/01.

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº	<b>RT - MA02/2011</b>	REV.:	<b>0</b>	
				DATA.:	<b>JANEIRO DE 2012</b>	
	PROGRAMA:	<b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			FOLHA:	<b>88 de 95</b>
	TÍTULO:	<b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			CAMPANHA:	<b>CAMPANHA 2</b>

- ANALYTICAL SOLUTIONS/TEXACO. 2002a. Monitoramento Ambiental do POÇO 1-TXCO-1D-RJS, Bacia de Campos - Campanhas após a perfuração e análise integrada dos resultados. **Relatório Técnico** 026M/01.
- ANALYTICAL SOLUTIONS/TEXACO. 2002b. Monitoramento Ambiental dos Poços 3-FR-2D-RJS E 4-FR-1D-RJS, Campo de Frade, Bacia de Campos - Campanhas após a perfuração e análise integrada. **Relatório Técnico** 027M/02.
- 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, Amsterdam, Elsevier, p. 39-79.
- AVILA, L.R.M.; ARRUDA, M.R. & BONECKER, S.L.C. 2006. Chaetognatha. *In*: BONECKER, S.L.C. (ed.) **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**, Série de livros n. 21, Museu Nacional, p 165 - 185.
- BALECH, E. 1988. **Los Dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental**. Madrid, Instituto Español de Oceanografía (Publicaciones especiales, nº 1) 310 p.
- BAUER, J., E. DRUFFEL, D. WOLGAST, and S. GRIFFIN. 2002. Temporal and regional variability in sources and cycling of DOC and POC in the northwest Atlantic continental shelf and slope. **Deep-Sea Research II:4387-4419**.
- BAUMGARTEN, M. G.; POZZA, S. A. Qualidade de águas. Descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: Ed. FURG, 2001. 166p.
- BONECKER, A. C. T. & CASTRO, M. S. 2006. **Atlas de larvas de peixes da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. 1. ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional. v. 1. 216 p.
- BONECKER, S. L. C.; NOGUEIRA, C. R.; BONECKER, A. C. T.; SANTOS, L. H. S.; REYNIER, M. V. & TENENBAUM, D. R. 1992. Estudo hidrográfico e planctonológico da região entre Cabo Frio (Rio de Janeiro) e o Arquipélago de Abrolhos (BA). **Nerítica**, v. 7, n. 1-2, p. 71-86.
- BONECKER, S. L. C.; QUINTAS, M. C. de C. 2006a. Doliolida. *In*: Bonecker, S.L.C. (Org.). **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. 1 ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional, , v. 21, p. 215-221.
- BONECKER, S. L. C.; QUINTAS, M. C. de C. 2006b. Salpida. *In*: Bonecker, S.L.C. (Org.). **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. 1 ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional, , v. 21, p. 203-214.
- BONECKER, S.L.C.; & CARVALHO, P.F. 2006. Appendicularia *In*: BONECKER, S.L.C. (ed.) **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Museu Nacional Série Livros n. 21, Rio de Janeiro. p 185 - 203.
- BOSCHI, E.E. 1981. Larvas de Crustacea Decapoda. *In*: Boltovskoy, D. (ed.) **Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com el zooplancton marino**. INIDEP, Mar del Plata, p: 699-758.
- BOYLE, P.W. 2002. Environmental factors controlling phytoplankton processes in Southern Ocean. **J. Phycology**, vol.38. I.5, p.844-861.




	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA:	<b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>	
	TÍTULO:	<b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>	FOLHA: <b>89 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>


- CLEVE-EULER, A. 1951-1955. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**, I, V, II-IV, K. Sv Vetens.-Akad, Fjåide Sei, 2 (1): 1-163; 3 (3): 1-153; 4 (1):1-158; 4 (5): 1-255; 5 (4) : 1-232.
- CUPP, E. E. 1943. **Marine plankton diatoms of the west coast of North America**. Univ. Calif.
- DIAS, C. O. & ARAÚJO, A. V. , 2006. Copepoda. *In: Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira* / editor Sérgio Luiz Costa Bonecker. – Rio de Janeiro: Museu Nacional, 21-100.
- DUURSMA, E. K.; DAWSON R. 1981. **Marine Organic Chemistry: evolution, composition, interactions and chemistry of organic matter in seawater**. Amsterdam: Elsevier. 521 p.
- DRUFFEL, E., P. WILLIAMS, J. BAUER, and J. ERTEL. 1992. Cycling of dissolved and particulate organic matter in the open ocean. **Journal of Geophysical Research** **97:15539-15659**.
- ECOLOGUS/CHEVRONTEXACO. 2006. Atividade de Produção de Petróleo no Campo de Frade, Bacia de Campos. Estudo de Impacto Ambiental – EIA.
- ESNAL, G.B. 1999. Appendicularia. *In: Boltovskoy, D. (ed.) South Atlantic zooplankton*. Holanda, Backhuys Publishers, p: 1375-1398.
- ESNAL, G.B. & DAPONTE, M.C. 1999. Thaliacea: Doliolidae. *In: Boltovskoy, D. (ed.) South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, p.1375-1395.
- FAHAY, M.P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the southern Scotian Shelf. **Journal of Northwest Atlantic Fishery Science**, 4:1-423.
- FERNANDES, L.D.A.; ALMEIDA, E.V.; PEIXOTO, B.J.F.S; & SOUZA, M.F. 2006. Larvas de Decapoda. *In: BONECKER, S.L.C. (ed.) Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Museu Nacional Série Livros n. 21, Rio de Janeiro. p 101 - 165.
- FERNANDES, L. D. A.; SOUZA, M. F. ; BONECKER, S. L. C. 2007. Larval stages of Pasiphaeidae, Oplophoridae and Disciadidae from the plankton of western Atlantic Ocean. *In: IV Plankton Symposium & I Congresso Brasileiro de Plancton, 2007, João Pessoa. Abstract Book*. IV Plankton Symposium & I Congresso Brasileiro de Plancton.
- FLORES-COTO, C., & U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ. 1991. Larval distribution and abundance of Myctophidae, Gonostomatidae, and Sternoptychidae from the southern Gulf of Mexico. U.s. Dep. Commer., **NOAA Tech. Rep.**, NMFS 95:55-64.
- FRANCO, B.C. & MUELBERT, J.H. 2003. Distribuição e composição do ictioplâncton na quebra de plataforma do sul do Brasil. **Atlantica**, Rio Grande, 25(1): 75-86.
- FRAGOSO, M. R. 2004. Um modelo numérico da circulação oceânica para as bacias leste e sudeste do Brasil. **Tese de Doutorado**. Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 191 pp.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	PROGRAMA:	<b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>	
	TÍTULO:	<b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>	FOLHA: <b>90 de 95</b>
			CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>


- FRASER, J.H. 1968. The history of plankton sampling. *In*: Tranter, D.J. (ed.) **Zooplankton sampling**. Paris, Unesco Press. p: 11-18.
- FRONTIER, S. 1981. Cálculo del error em el recuento de organismos zooplanctónicos. *In*: Boltovskoy, D. (ed.). **Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. INIDEP, Mar del Plata, p. 163-167.
- GABARDO, I.T. 2007. Caracterização química e toxicológica da água produzida descartada em plataformas de óleo e gás na costa brasileira e seu comportamento dispersivo no mar. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Química. 261pp.
- GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F.; COSTA, M. P. F. & KUTNER, M. B. 1995. *Bloom de Oscillatoria (Trichodesmium) erythraea* (Ehr.) Kutz. in coastal waters of the Southwest Atlantic. **Publ. Esp. Inst. Oceanograf.**, 11, 133-140.
- GISKE J., D.L. AKSNES; B.M. BALIÑO; S. KAARTVEDT; U. LIE; J.T. NORDEIDE; A.G.V. SALVANES; S.M. WAKILI & A. AADNESEN. 1990. Vertical distribution and trophic interactions of zooplankton and fish in Masfjorden, Norway. **Sarsia** 75:65-81.
- GLOBAL INVASIVE SPECIES PROGRAMME - GISP. 2007. Disponível em <http://www.gisp.org>. Acessado em 2010.
- HENDEY, N.I. 1964. An introductory account of the smaller algae of the British coastal waters. Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). **Fishery investigations**, ser.4. Her Majesty's Stationery Office, London, 317 pp.
- IBAMA/MMA/PUC-RJ & PETROBRAS UN-RJ. 2002. Diagnóstico Ambiental das áreas de Exploração e Produção das Bacias de Santos, Campos e Espírito Santo. **Relatório Técnico**.
- JOHNSEN, S., UTVIK, T.R., GARLAND, E., VALS, B., CAMPBELL, J. 2004. Environmental fate and effect of contaminants in produced water. **Proceedings: The Swedish SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production**. Society of Petroleum Engineers, Calgary, SPE 86708, 9p.
- KATSURAGAWA, M.; MUELBERT, J.H.; DIAS, J. F. 2006. O Ictioplâncton na região entre o cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). *In*: ROSSI – WONGTSCHOWSKI C. L. D. B.; MADUREIRA L. S. P. (Org.). 2006. **O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil**. São Paulo: EDUSP, p. 359 – 446.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K.2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. *In*: B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl (eds.). *Sübwasserflora von Mitteleuropa*. Elsevier: **Spektrum Akademischer Verlag**, Munique, pp. 759.
- KREBS, C. J. 1989. **Ecological Methodology**. Harper and Row, Publishers. New York. 654 pp.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: JANEIRO DE 2012
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		FOLHA: <b>91 de 95</b>
TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>	


- KUTNER, M. B. & SASSI, R. 1978. Dinoflagellates from the Ubatuba region (Lat. 20°30'S - 45°60' W). *In*: Brandini, F. P., Lopes, R. M.; Gutseit, K. S.; Spach, H. L and Sassi, R. (1997), **Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil**. Revizee - Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva.
- LAMBSHEAD, P.J.D., H.M. PLATT & K.M. SHAW, 1983. Detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. **J. Nat. Hist.** 17: 859-874.
- LEIS, J.M. & L. TRNSKI, 1989. **The larvae of Indo-Pacific shorefishes**. New South Wales University Press, 371p.
- LEVINTON, J. 1995. **Marine Biology: function, biodiversity, ecology**. New York: Oxford University Press, 420p.
- LIBES, S. M. 1992. **An Introduction to Marine Biogeochemistry**, John Wiley & Sons, Inc., USA.
- LUND, J. W. G., KIPLIND, C. & LE CREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimating by counting. **Hydrobiol.**, v. 11, p. 143 - 170.
- MAFALDA JR., P.O.; SINQUE, C.; MUELBERT, J.H. & SOUZA, C.S. 2004. Distribuição e abundância do ictioplâncton na costa norte da Bahia, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife: 32 (1): 69-88.
- MARGALEF, R. 1978 Life forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. **Oceanol. Acta.** 1: 493-510.
- MATSUURA, Y. & M.P. OLIVAR 1999. Fish larvae. *In*: Boltovskoy, D. (ed.). **South Atlantic zooplankton**. Backhuys Publication, 1445-1496.
- MCEWEN, G. F., JOHNSON, M. W. & FOLSOM, T. R. 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom plankton sample splitter band upon test observations. **Arch. Met. Geophys. Bioklim.** (Sec. A), 7: 502-527.
- MIRANDA, L.B. 1982. Análise de massa de água da plataforma continental e da região adjacente: Cabo São Tomé (RJ) a Ilha de São Sebastião (SP). **Tese de Livre-Docência**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 123 pp
- MIRANDA, L.B., 1991. "Análise de massas d'água dos oceanos." **Notas de aula do curso**, Univ. de São Paulo, São Paulo.
- MOSER, H.G. & WATSON, W. 1996. Stomiiformes. *In*: MOSER, H.G. 1996. **The Early Stages of Fishes in The California Current Region**. CALCOFI., v. 33, p. 244 - 269.
- MOSER, H.G. & W. WATSON. 2001. Preliminary guide to the identification of the early life history stages of myctophiform fishes of the western central Atlantic. U.S. Dep. Commer., **NOAA Tech. Memo.**, NOAA-TM-NMFS-SEFSC-453, 118 p.
- MOSER, H.G.; W.J. RICHARDS,; D.M. COHEN,; M.P. FAHAY; A.W. KENDALL Jr & S.L. RICHARDSON, (eds.) 1984. Ontogeny and systematics of fishes. **American Society of Ichthyologists and Herpetologists, special publication 1**. 760p.

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº	<b>RT - MA02/2011</b>	REV.:	<b>0</b>	
				DATA.:	<b>JANEIRO DE 2012</b>	
	PROGRAMA:	<b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			FOLHA:	<b>92 de 95</b>
	TÍTULO:	<b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			CAMPANHA:	<b>CAMPANHA 2</b>

- NAFPAKTITIS, B.G.; R.H. BACKUS,; J.E. CRADDOCK,; R.L. HAEDRICH,; B.H. ROBISON, & C. KARNELLA, 1977. Family Myctophidae. *In: Fishes of the western North Atlantic*. Sears Foundation for Marine Research, Memoir 1(7): 13-265.
- NAVARRO, J.N. 1981. A Survey of the Marine diatoms of Puerto Rico. II. Subordem Biddulphiineae: Families Biddulphiaceae, Lithodesmiaceae and Eupodiscaceae. **Bot. Mar.** 24(12):615-630.
- NAVARRO, J.N. 1982. **A Survey of the Marine diatoms of Puerto Rico**. III. Subordem Biddulphiineae: Family Chaetoceraceae. **Bot. Mar.** 25(7):305-319.
- NAVARRO, J.N. 1983. A Survey of the Marine diatoms of Puerto Rico. VII. Subordem Raphidineae: Families Auriculaceae, Epithemiaceae, Nitzschiaceae and Surirellaceae. **Bot. Mar.** 26(8):393-408.
- NELSON, J. S. 2006. **Fishes of the world**. John Wiley and Sons, Inc. New York. 4th edition. 601 pp.
- NEUMANN-LEITÃO, S. 1994. Impactos antrópicos na comunidade zooplanctônica estuarina. Porto de Suape - PE - Brasil. São Carlos. Recife. **Tese de Doutorado**, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 273pp.
- NIENCHESKI, L.F.; BAUMGARTEN, M. da G.Z.; ROSO, R.H. & BASTOS, L.A.P. 1999. Oceanografia Química. **Levantamento Bibliográfico e Identificação do Estado Atual do Conhecimento**. Rio de Janeiro: FEMAR, 172p.
- NONAKA, R.H., Y. MATSUURA & K. SUZUKI. 2000. Seasonal variation in larval fish assemblages in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. **Fish. Bull.**, 98: 767-784.
- OKIYAMA, M. 1971. Studies on the early history of the gonostomatid fish, *Maurolicus muelleri* (Gmelin), in the Japan Sea. **Bull. Sea Reg. Fish Res. Lab.** 23, p. 21-53.
- OKIYAMA, M. (Ed.). 1988. **An atlas of the early stage fishes in Japan**. Tokai University Press. 1154p.
- OLIVAR, M.P. & J. M. FORTUÑO 1991. Guide to ichthyoplankton of the southeast Atlantic (Benguela Current Region). **Scientia Marina**, 55(1):1-383.
- OSAWA, T. (ed.). 1986. **Studies on the oceanic ichthyoplankton in the Western North Pacific**. Kyushu University Press, 425p.
- PERAGALLO, M. 1965. **Atlas: Diatomees marines de France**. A. Asher & CO., Amsterdam. Planche 137.
- POHLE, G.; FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & MANTELATTO, F.L.M. 1999. Larval Decapoda (Brachyura). *In: BOLTOVSKOY, D. (ed.) South Atlantic Zooplankton*, Backhuys Publishers, p. 1281-1352.
- RICARD, M. 1987. Diatomophycées. **Atlas du Phytoplankton Marin**. CNRS, Paris, Vol.2.
- RICHARDS, W.J. 1984. Kinds and abundances of fish larvae in the Caribbean Sea and adjacent regions. **NOAA Technical Report NMFS SSRF 776:1-54**.
- RICHARDS, W.J. (Ed.) 2006. **Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for the Western North Atlantic**. Taylor & Francis Group. 2640 p.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: <b>0</b>
		RT - MA02/2011	DATA.: JANEIRO DE 2012
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos	
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)	FOLHA: 93 de 95
			CAMPANHA: CAMPANHA 2

- ROMAN, M. R. & GAUZENS, A.L. 1997. Copepod grazing in the equatorial Pacific. **Limnol. Oceanogr.**, 42: 623-634.
- ROSA, Z.M. & BUCELATO, T.C. 1981. Sobre a ocorrência de floração de *Gyrodinium aureolum* Hulburt (Dinophyceae) no litoral sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Iheringia - Botânica**, 21, 169-179.
- SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; AGUJARO, L.F.; CARVALHO, M.C.; CARVALHO, L.R. & SOUZA, R.C.R. 2006. Manual ilustrado para identificação e contagem de cianofíceas planctônicas de águas continentais brasileiras. **Interciência**, Rio de Janeiro, 58p.
- SATÔ, S.; PARANAGUÁ, M. N. & ESKINAZI, E. 1963. On the mechanism of the red tide *Trichodesmium*. In: Recife northeastern Brazil, with some considerations of the relation to the human disease "Tamandaré Fever". **Trab. Oceanogr. Univ. Fed.**, PE, 5, 7-49.
- SHANNON, C. E. & W. WEAVER. 1949. **The mathematical theory of communication**. Urbana Univ. Press Illinois ed.: 117p.
- SILVA, L. C. F., HANSEN, M. P., CARVALHEIRO, W. W., 1984: Gabarito Tentativo para as Massa de Água da Costa Sudeste Brasileira. **Anais Hidrográficos**. DHN - Rio de Janeiro: v.XLI, pp.261 - 312.
- SIMBERLOFF, D. S. 1972. Properties of the rarefaction diversity measurement. **Am. Natur.** 106: 414-418.
- SIQUEIRA, A.; KOLM, H. E.; BRANDINI, F.P. 2006. Offshore distribution patterns of the cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg and associated phyto and bacterioplankton in the southern Atlantic coast (Paraná, Brasil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 2, p. 323-337.
- STEIDINGER, K.A. & WILLIAMS, J. 1970. **Dinoflagellates**. Mem. Hourgl@ass Cruises, 2:1-251.
- TENENBAUM, D. R. 2006 (Org.). **Dinoflagelados e tintinídeos da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira: guia de identificação**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 1. 288 p.
- UEHLINGER, V. 1964. Étude statistiq ue dês méthodes de dénobrement planctonique. **Arch. Sci.**, 17 (2): p. 121 -123.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton - methodik. Mitt. Int. Verein.Theor. **Angew. Limnol.**, v. 9: p.1 - 38.
- VALENTIN, JL, FE MACEDO-SAIDAH, DR TENENMAUM & NML SILVA. 1991. A diversidade específica para a análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao ecossistema da ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Neritica**. 6 (1-2): 7-26.
- WEITZMAN, S. H. 1997. Systematics of deep-sea fishes. In: RANDALL, D.J.; FARREL, A.P. (Ed.). **Deep-Sea Fishes**. San Diego: Academic Press. 388 p.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT - MA02/2011	REV.: 0
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>		DATA.: JANEIRO DE 2012
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>		FOLHA: 94 de 95
		CAMPANHA: CAMPANHA 2	

ZAVALA-CAMIN, L.A. 1981. Hábitos alimentares e distribuição dos atuns e afins (Osteichthyes - Teleostei) e suas relações ecológicas com outras espécies pelágicas das regiões sudeste e sul do Brasil. **Tese de Doutorado**. Instituto Bociências, Universidade de São Paulo.

## 8. EQUIPE TÉCNICA

**ÁREA/FUNÇÃO:** Avaliação Técnica | Interpretação dos Resultados

**Responsável Técnico:** André Augusto Gonçalves

**Formação:** Oceanógrafo, MSc.

**CTF:** 275030 (Anexo 8-1)

**Órgão de Classe:** Não aplicável

**ÁREA/FUNÇÃO:** Biota (Ictioplâncton) | Interpretação dos Resultados

**Responsável Técnico:** Adriana Silva Ibagy

**Formação:** Oceanógrafa, MSc.

**CTF:** 298388 (Anexo 8-1)

**Órgão de Classe:** Não aplicável

**ÁREA/FUNÇÃO:** Verificação do Relatório

**Responsável Técnico:** Camila Wandeck Silva

**Formação:** Oceanógrafa.

**Órgão de Classe:** Não aplicável

**ÁREA/FUNÇÃO:** Hidroquímica

**Responsável Técnico:** Ana Paula Ahualli

**Formação:** Química

**Órgão de Classe:** CRQ 4a Região nº 04121814

**ÁREA/FUNÇÃO:** Biota (Fitoplâncton)

**Responsável Técnico:** Christina Thereza Bassani Teixeira

**Formação:** Bióloga, PhD

**CTF:** 204757

**Órgão de Classe:** CRBIO: 02184/02

**ÁREA/FUNÇÃO:** Biota (Zooplâncton)

**Responsável Técnico:** Maria Luisa Motta Schutze

**Formação:** Bióloga, PhD.

**CTF:** 183929

**Órgão de Classe:** CRBio 12673/02

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT - MA02/2011	REV.: <b>0</b>
	PROGRAMA: <b>Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos</b>			DATA: <b>JANEIRO DE 2012</b>
	TÍTULO: <b>Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA)</b>			FOLHA: <b>95 de 95</b> CAMPANHA: <b>CAMPANHA 2</b>

## 9. ANEXOS DIGITAIS

**Anexo 4.4.4-1:** Boletins diários com previsões meteoceanográficas para a área do Campo de Frade.

**Anexo 5.1.1-1:** Dados brutos de correntometria - Campo de Frade - Campanha 2.

**Anexo 5.1.2-1:** Dados brutos de temperatura e salinidade - Campo de Frade - Campanha 2.

**Anexo 5.2-1:** Concentrações dos parâmetros ambientais, seus limites e valores de alerta indicados em vermelho (CONAMA Nº 357/05 - Água Salina - Classe 1) - Campo de Frade - Campanha 2.

**Anexo 5.2-2:** Laudos analíticos de água - Campo de Frade - Campanha 2.

**Anexo 5.3.1-1:** Composição específica e densidades (cel/l) do fitoplâncton nas estações e estratos coletadas - Campo de Frade - Campanha 2.

**Anexo 5.3.1-2:** Inventário fitoplanctônico.

**Anexo 5.3.2-1:** Composição específica e densidades (ind/m<sup>3</sup>) do zooplâncton nas estações e estratos coletadas - Campo de Frade - Campanha 2.

**Anexo 5.3.2-2:** Inventário zooplanctônico.

**Anexo 5.3.3-1:** Composição específica e densidades (ind/100m<sup>3</sup>) do ictioplâncton nas estações e malhas coletadas - Campo de Frade - Campanha 2.

**Anexo 5.3.3-2:** Inventário ictioplanctônico.

**Anexo 8-1:** Cadastro Técnico Federal / IBAMA.