

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

Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial

SUBPROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA QUALIDADE NO MAR REGIONAL

CAMPANHA PÓS INCIDENTE
Relatório Preliminar



Abril 2012



	RELATÓRIO TÉCNICO					Nº RT – MA_POS INCIDENTE/2011				
	CLIENTE: CHEVRON Brasil Upstream Ltda					FOLHA: 2 de 89				
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos									
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Bacia de Campos									
SUB-TÍTULO: Subprojeto de Monitoramento da Qualidade da Água no Mar Regional					CAMPANHA: Campanha POS INCIDENTE Relatório Preliminar					
REF: "Relatório Técnico_MA01_2010" e "Relatório Técnico_MA02_2011"					- Contratada: E3 Serviços de Meio Ambiente e Segurança S/A					
MS-WORD® 2007					- Contrato Nº: CW 754093					
					- Responsável Técnico: Daniel Dias Loureiro - Oceanógrafo, PhD.					
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	19/4/2012									
EXECUÇÃO	Daniel									
VERIFICAÇÃO	Camila									
APROVAÇÃO	Henrique									
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA CHEVRON, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.										

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 3 de 89
			CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar	

CONTEÚDO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	OBJETIVOS	8
3.	ÁREA DE INTERESSE	9
4.	METODOLOGIA	9
4.1.	Malha Amostral	9
4.2.	Embarcação de Coleta	14
4.3.	Parâmetros de Análise	15
4.4.	Metodologia de Coleta	17
4.4.1.	Parâmetros Oceanográficos	17
4.4.2.	Água	18
4.4.3.	Biota Planctônica	25
4.4.4.	Previsões Meteoceanográficas	29
4.5.	Metodologia Analítica	30
4.5.1.	Parâmetros Oceanográficos	30
4.5.2.	Água	30
4.5.3.	Biota Planctônica	32
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1.	Parâmetros Oceanográficos	35
5.1.1.	Parâmetros físicos da coluna d'água (CTD)	35
5.2.	Água	41
5.2.1.	Parâmetros Registrados in Situ	42
5.2.2.	Carbono Orgânico Total e Dissolvido – COT e COD	47
5.2.3.	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPA	48
5.2.4.	Hidrocarbonetos Totais de Petróleo - HTP	52
5.2.5.	Fenóis	55
5.2.6.	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos - BTEX	55
5.2.7.	Sulfetos	56
5.2.8.	Metais	57
5.2.9.	Clorofila-a	58
5.3.	Análises ecotoxicológicas	59
5.4.	Biota Planctônica	62
5.4.1.	Fitoplâncton	62
5.4.2.	Zooplâncton	67
5.4.3.	Ictioplâncton	72
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
8.	EQUIPE TÉCNICA	88
9.	ANEXOS	89

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 4 de 89
			CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Campo de Frade.....	9
Figura 2. Previsão da deriva para o dia 19/11. As partículas pretas representam o óleo ao longo da coluna d'água e a área destacada em vermelho contém partículas cinzas que representam o óleo em superfície.	10
Figura 3. Malha amostral definida para campanha.....	12
Figura 4. GSO Marechal Rondon.	15
Figura 5. CTD Seabird 911 Plus utilizado durante a campanha.	17
Figura 6. Lançamento de CTD/Rossete em cada estação de coleta.....	18
Figura 7. Coleta de popa das amostras superficial e subsuperficial.	20
Figura 8. Retirada das amostras das garrafas na rossete.	21
Figura 9. Retirada das amostras das garrafas utilizadas na coleta de popa.	21
Figura 10. Sondas multiparamétricas utilizadas durante a campanha.....	23
Figura 11. Bureta digital utilizada para titulação de oxigênio dissolvido.	24
Figura 12. Kits de filtração e bomba de vácuo no laboratório seco.	24
Figura 13. Arrasto horizontal realizado nos pontos de coleta.	26
Figura 14. Arrasto oblíquo realizado nos pontos de coleta.	28
Figura 15. Perfis de temperatura obtidos nas estações de coleta.	35
Figura 16. Perfis de salinidade obtidos nas estações de coleta.	36
Figura 17. Diagrama TS obtido em todas as estações de coleta.....	37
Figura 18. Distribuição da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) nas camadas amostradas.....	39
Figura 19. Distribuição da salinidade nas camadas amostradas.	40
Figura 20. Concentração de Oxigênio Dissolvido por estação e estrato de profundidade na Bacia de Campos. Valor mínimo conforme CONAMA Nº 357/05.	43
Figura 21. Distribuição do oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) nas camadas amostradas nas 29 estações de coleta.....	44
Figura 22. pH por estação e estrato de profundidade na Bacia de Campos. Valor máximo conforme CONAMA Nº 357/05.	45
Figura 23. Distribuição do pH nas camadas amostradas das 29 estações de coleta.	46

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 5 de 89

Figura 24. Concentrações de HPA totais por estação e estrato de profundidade na Bacia de Campos.....	49
Figura 25. Distribuição dos HPAs (ng.L ⁻¹) totais nas camadas amostradas das 11 estações de coleta.....	50
Figura 26. Distribuição dos HTPs (ng.L ⁻¹) nas camadas amostradas das 11 estações de coleta.....	53
Figura 27. Análise de componentes principais dos parâmetros.....	61
Figura 28. Análise de componentes principais das amostras.....	61
Figura 29. Riqueza total dos organismos fitoplanctônicos encontrados durante a campanha.....	62
Figura 30. Riqueza total dos organismos fitoplanctônicos encontrados em cada ponto de coleta.....	63
Figura 31. Densidade fitoplanctônica total encontrada em cada ponto de coleta.....	64
Figura 32. Densidade fitoplanctônica de cada grupo encontrada nos pontos de coleta...	64
Figura 33. Composição específica do fitoplâncton na Bacia de Campos.....	65
Figura 34. Ocorrência das espécies do fitoplâncton na Bacia de Campos.....	66
Figura 35. Riqueza dos organismos holoplanctônicos.....	68
Figura 36. Riqueza dos organismos meroplanctônicos.....	68
Figura 37. Densidade zooplanctônica de cada grupo encontrada nos pontos de coleta. .	69
Figura 38. Densidade zooplanctônica das principais espécies coletadas.....	70
Figura 39. Riqueza zooplanctônica das principais espécies coletadas.....	71
Figura 40. Riqueza dos organismos ictioplanctônicos (larvas).....	72
Figura 41. Densidade ictioplanctônica (larvas) de cada grupo encontrada nos pontos de coleta.....	73
Figura 42. Densidade ictioplanctônica das principais larvas coletadas.....	74
Figura 43. Riqueza ictioplanctônica das principais larvas coletadas.....	75
Figura 44. Densidade ictioplanctônica (ovos) de cada grupo encontrada nos pontos de coleta.....	76

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA:	6 de 89
			CAMPANHA:		CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coordenadas geográficas (WGS 84) das estações.	13
Tabela 2. Características da embarcação GSO Marechal Rondon.....	14
Tabela 3. Lista de parâmetros analisados nas amostras e laboratórios utilizados.....	16
Tabela 4. Profundidades dos estratos definidos pelo CTD.	19
Tabela 5. Valores de profundidade (m) da coleta das amostras fitoplanctônicas.	25
Tabela 6. Dados de volume filtrado pela rede de zooplâncton durante os arrastos.....	27
Tabela 7. Dados de volume filtrado pela rede de ictioplâncton durante os arrastos.	29
Tabela 8. Protocolo Analítico utilizado na campanha.....	31
Tabela 9. Protocolo Analítico utilizado na campanha.....	41
Tabela 10. Valores de oxigênio dissolvido (OD), em mg.L ⁻¹ , de trabalhos realizados na região ultraprofunda da Bacia de Campos.	42
Tabela 11. Valores de oxigênio dissolvido (OD), em mg.L ⁻¹ , das campanhas realizadas pela Chevron no campo de Frade.	43
Tabela 12. Valores de pH de trabalhos realizados na região ultraprofunda da Bacia de Campos.	45
Tabela 13. Valores de pH das campanhas realizadas pela Chevron no Campo de Frade.	47
Tabela 14. Valores de Carbono Orgânico Total (COT), em mg.L ⁻¹ , de trabalhos realizados na região ultraprofunda da Bacia de Campos.	48
Tabela 15. Valores de Carbono Orgânico Dissolvido (COD), em mg.L ⁻¹ , das campanhas realizadas pela Chevron no campo de Frade.....	48
Tabela 16. Comparação dos resultados de HPA totais deste estudo com a literatura.....	51
Tabela 17. Valores de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA), em ng.L ⁻¹ , das campanhas realizadas pela Chevron no campo de Frade.....	52
Tabela 18. Resultados das análises de hidrocarbonetos totais e n-alcenos nas amostras.	54
Tabela 19. Limites de detecção dos metais pesados.....	57

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA:	7 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 20. Comparação dos valores de concentração (mg.L^{-1}) de metais obtidos nas camadas superficiais das proximidades do campo de Frade. 58

Tabela 21. Correlação de Spearman entre os resultados..... 60

LISTA DE ANEXOS DIGITAIS

Anexo 1: Dados brutos de temperatura e salinidade - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 2: Boletins diários com previsões meteoceanográficas para a área do Campo de Frade.

Anexo 3: Laudos analíticos de água ANATECH - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 4: Laudos analíticos de água PUC-RJ - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 5: Laudo de fitoplâncton - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 6: Laudo zooplâncton - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 7: Laudo ictioplâncton - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 8: Cadastro Técnico Federal / IBAMA

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA:	8 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a primeira parte dos resultados de campo e laboratório obtidos na expedição oceanográfica realizada para avaliar as possíveis alterações físico-químicas e biológicas da água ocasionadas pelo derramamento de óleo cru, iniciado no dia 08 de novembro de 2011 no Campo de Frade, a cerca de 120 km da costa e 1.200 m de profundidade. Neste vazamento foram derramados cerca de 2.400 barris de petróleo através de uma fissura geológica na lateral do poço, que foi posteriormente cimentado e abandonado. Ressalta-se que este documento contempla a interpretação de todos os dados coletados nessa campanha, exceto os resultados dos testes de ecotoxicidade, os quais estão sendo criteriosamente analisados para que sejam enviados posteriormente.

A coleta das amostras foi realizada entre os dias 11 e 19 de dezembro de 2011, a bordo da embarcação GSO Marechal Rondon, sendo percorridas estações de coleta que abrangeram grande parte da Bacia de Campos, com a finalidade de identificar possíveis impactos decorrentes do derramamento de óleo em uma escala regional.

O vazamento de óleo no mar é um dos principais impactos ambientais associados à indústria do petróleo, pois causam diferentes alterações na qualidade da água e em diversos tipos de organismos marinhos.

Sempre que possível, foi verificado o enquadramento dos resultados nos padrões definidos pela Resolução CONAMA Nº 357/05, que classificam as águas oceânicas na área da Bacia de Campos como salinas - Classe 1 e estabelece 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 identificar a ocorrência de possíveis alterações na qualidade da água e na biota planctônica na área atingida pelo vazamento de óleo, que iniciou em 08 de Novembro de 2011 no Campo de Frade, durante a atividade de perfuração de um poço produtor da Chevron Brasil Upstream.

Neste projeto será considerada a avaliação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos na coluna d'água, que compreende desde a superfície até a profundidade abaixo da haloclina (cerca de 800 m de coluna d'água).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 9 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

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 1**).



Figura 1. Localização do Campo de Frade.

4. METODOLOGIA

4.1. Malha Amostral

A localização das estações de coleta e dos estratos amostrados na coluna d'água considerou os resultados obtidos pela modelagem matemática de dispersão do óleo fornecida pela Chevron durante as reuniões de pré-campanha, iniciadas 6 dias após a constatação do incidente. Para o planejamento da malha amostral, além dos dados da modelagem matemática, foram utilizados derivadores e imagens de satélite com o percurso da mancha, conforme a figura 2.

A modelagem considerou como dados de entrada informações como, (i) os perfis de correntes superficiais e ao longo da coluna d'água, (ii) o vazamento observado a cerca 1.200 metros de profundidade e 120 m da locação do poço, (iii) as características do óleo

	RELATÓRIO TÉCNICO	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 10 de 89
			CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

vazado, (iv) processos de dispersão/espalhamento, evaporação, foto-oxidação, degradação do óleo, entre outros.

Os resultados apresentaram um deslocamento na direção Norte do óleo à medida que o mesmo ascende na coluna d'água até a haloclina. Em seguida, o óleo ainda em seu movimento de elevação na coluna d'água, tem sua direção alterada em função da corrente, tomando direção preferencial para sul a partir da haloclina até a superfície, onde aflora nas imediações da plataforma. Após o afloramento do óleo, a modelagem indicou movimentação na direção sul, com leve afastamento da costa, seguindo a tendência esperada, sendo carregado pela corrente do Brasil.

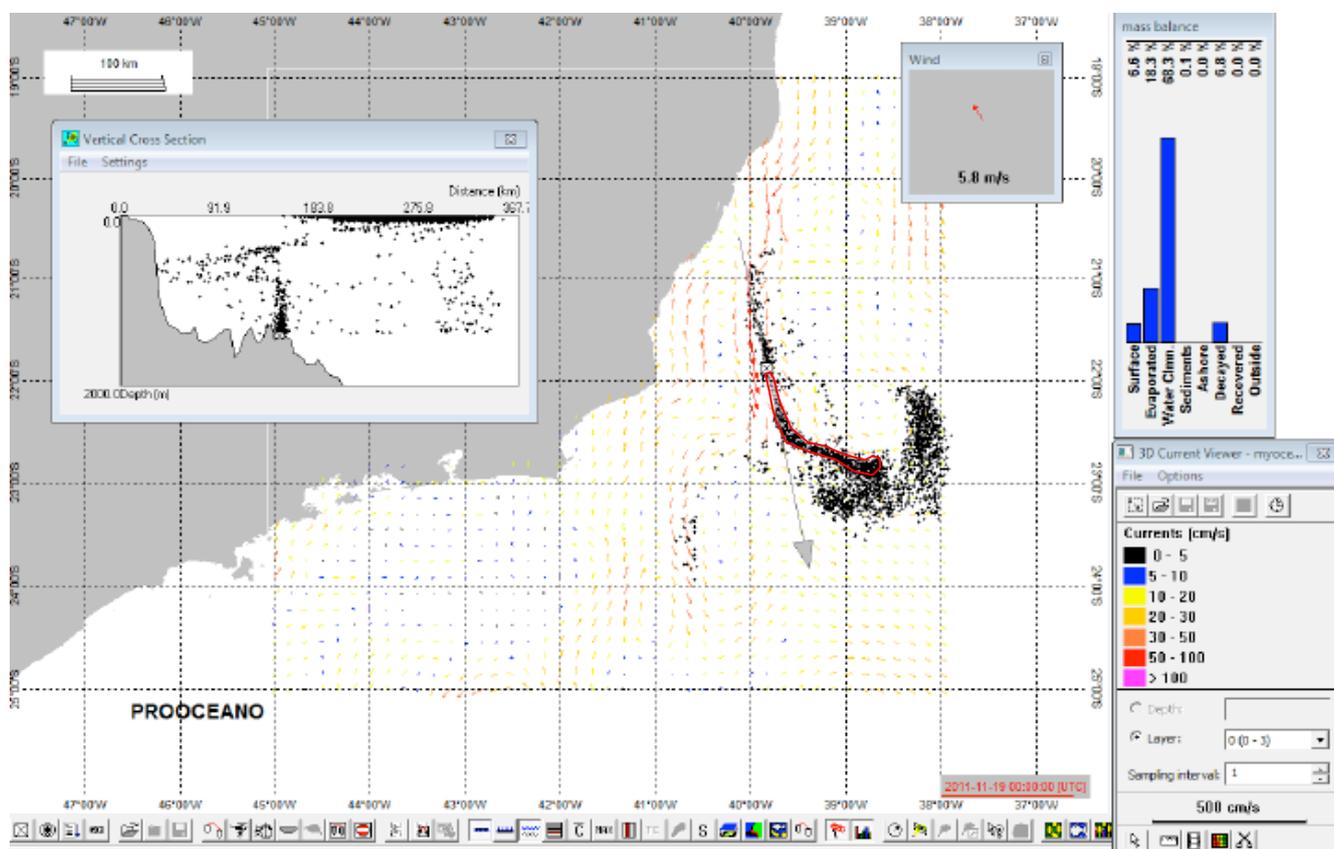


Figura 2. Previsão da deriva para o dia 19/11. As partículas pretas representam o óleo ao longo da coluna d'água e a área destacada em vermelho contém partículas cinzas que representam o óleo em superfície.

Dessa forma, o transecto principal foi definido em função do principal eixo de deslocamento modelado para a mancha, sendo planejados outros dois transectos para avaliação da dispersão lateral dos resultados observados no modelo, sendo eles.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA:	11 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

- Transecto de orientação NW/SE, comprimento de 330 Km, composto por 17 estações, sendo a CHV08 a estação mais próxima da plataforma SEDCO-706. Partindo desse ponto, foram distribuídas outras 7 estações a Norte (30km, 20km, 20km, 20km 10km, 5km e 5km) e 9 estações a Sul (55km, 55km, 30km, 20km, 20km, 20km 10km, 5km e 5km), com espaçamento irregular, sendo este maior nas extremidades do transecto, diminuindo à medida que se aproxima da plataforma, para o maior adensamento.
- Transecto de orientação W-E, 20km ao sul da plataforma SEDCO-706, com comprimento de 80 Km, composto por 6 estações perpendiculares ao transecto NW/SE, sendo este a referência central, onde foram distribuídas 3 estações a leste e 3 a oeste, com espaçamento de 10km, 10km e 20km em direção as extremidades.
- Transecto de orientação W-E, 220km ao sul da plataforma SEDCO-706 (estação CHV 24, na extremidade oeste desse transecto, latitude de 24° S), paralelo ao descrito anteriormente, composto por 6 estações perpendiculares ao transecto NW/SE, sendo esse a referência central, onde foram distribuídas 3 estações a leste e 3 a oeste, com espaçamento de 40km, 40km e 40km.

Após elaborar o planejamento das 29 estações de coleta, definiu-se, em conjunto com a Chevron, que 11 dentre estes pontos contemplariam todos os parâmetros sugeridos para essa campanha (amostragem completa). Nos demais pontos de coleta foram realizadas amostragens básicas, sendo analisados os principais parâmetros de avaliação da presença de óleo na água do mar. A localização das estações de coleta está apresentada na figura 3 e as coordenadas planejadas de cada uma das estações estão sumarizadas na tabela 1.

Quanto aos estratos da coluna d'água amostrados durante o levantamento, foi definida a coleta de água na camada superficial, subsuperficial (~1-2m), a 10 metros e a 40 metros abaixo da superfície. Além destes, foi também avaliada a região mais profunda da coluna d'água, onde a modelagem indicou certa diminuição da velocidade de ascensão do óleo, definida neste estudo como haloclina, conforme descrito anteriormente. Assim, foram realizadas coletas de amostras na zona de menor salinidade (abaixo da haloclina), na zona de inflexão do perfil de salinidade (haloclina) e na zona acima da haloclina.

Destaca-se que a figura 2 representa a previsão da deriva para o dia 19/11 utilizada no plano de trabalho da campanha pós incidente e que durante a coleta não foi observado óleo em superfície, bem como no equipamento lançado a profundidade aproximada de 1000 m, em toda área de coleta (figura 3).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
				DATA:	ABRIL DE 2012
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		FOLHA:	12 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

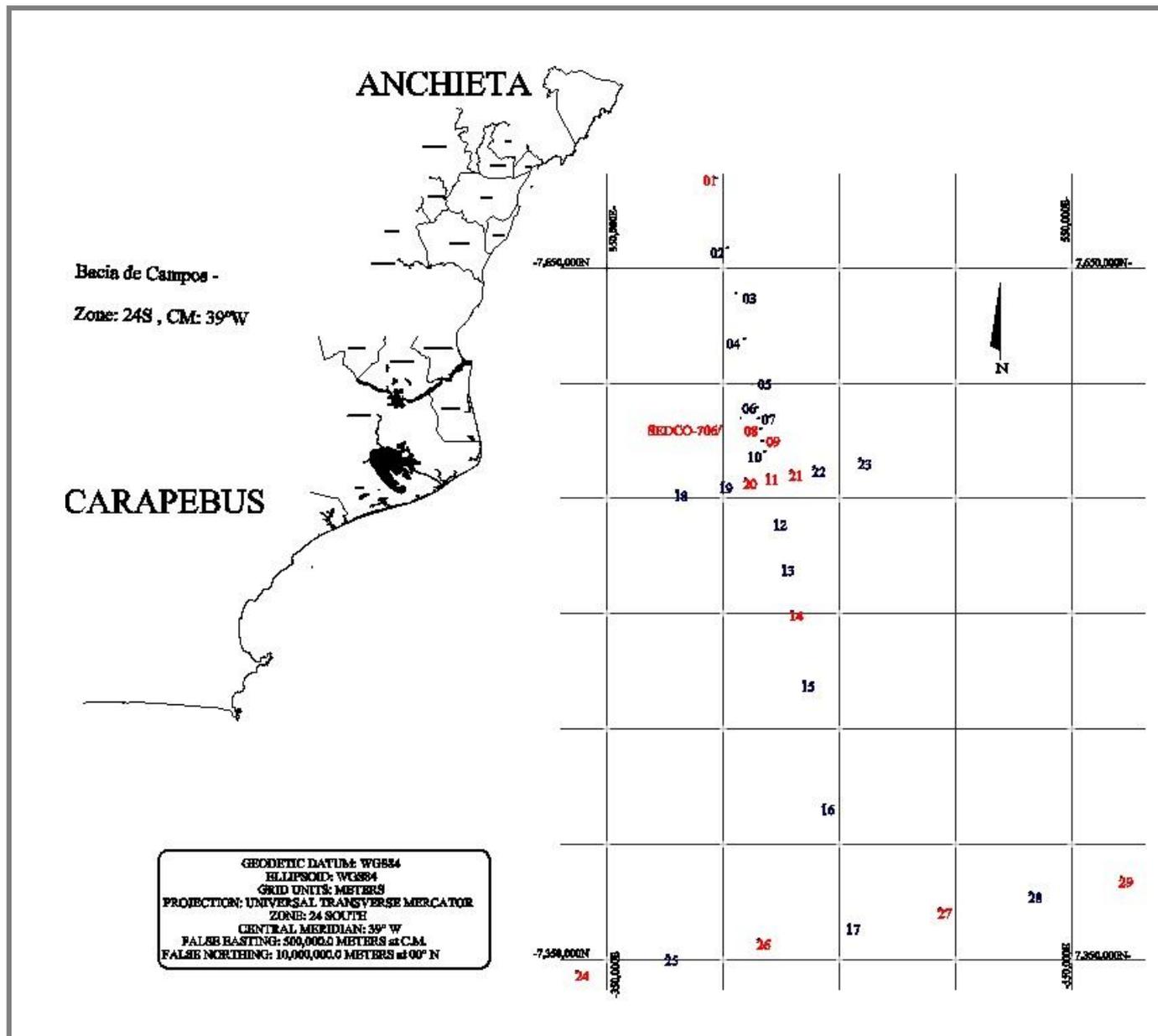


Figura 3. Malha amostral definida para campanha. As estações em vermelho são as denominadas completas e em cor azul as básicas.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 13 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 1. Coordenadas geográficas (WGS 84) das estações.

Estações	Coordenadas Geográficas Planeadas	
CHV01**	-20° 53' 57.2"	-039° 59' 51.0"
CHV02	-21° 10' 16.8"	-039° 56' 57.4"
CHV03	-21° 20' 57.7"	-039° 54' 59.5"
CHV04	-21° 31' 38.5"	-039° 53' 01.4"
CHV05	-21° 42' 19.3"	-039° 51' 02.9"
CHV06	-21° 47' 52.6"	-039° 49' 58.4"
CHV07	-21° 50' 19.6"	-039° 49' 32.5"
CHV08**	-21° 53' 00.0 "	-039° 49' 04.2"
CHV09**	-21° 55' 40.3"	-039° 48' 35.3"
CHV10	-21° 58' 20.6"	-039° 48' 06.4"
CHV11**	-22° 03' 41.2"	-039° 47' 08.5"
CHV12	-22° 14' 22.4"	-039° 45' 12.5"
CHV13	-22° 25' 03.5"	-039° 43' 16.1"
CHV14**	-22° 35' 44.7"	-039° 41' 19.5"
CHV15	-22° 52' 13.5"	-039° 38' 19.1"
CHV16	-23° 21' 17.0"	-039° 33' 32.0"
CHV17	-23° 49' 24.4"	-039° 27' 16.1"
CHV18	-22° 07' 23.3"	-040° 10' 04.4"
CHV19	-22° 05' 32.7"	-039° 58' 36.3"
CHV20**	-22° 04' 37.1"	-039° 52' 52.3"
CHV21**	-22° 02' 46.3"	-039° 41' 24.5"
CHV22	-22° 01' 51.3"	-039° 35' 40.5"
CHV23	-22° 00' 00.5"	-039° 24' 12.9"
CHV24**	-23° 59' 56.5"	-040° 36' 27.6"
CHV25	-23° 56' 29.2"	-040° 13' 22.6"
CHV26**	-23° 52' 58.4"	-039° 50' 18.8"
CHV27**	-23° 45' 44.8"	-039° 04' 15.1"
CHV28	-23° 42' 01.8"	-038° 41' 15.3"
CHV29**	-23° 38' 15.6"	-038° 18' 16.8"

Nota: ** - Pontos de amostragem completa; Demais pontos - amostragem básica

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	14 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

4.2. Embarcação de Coleta

A tabela 2 refere-se às principais características da embarcação GSO Marechal Rondon (Figura 4), utilizada nesta expedição oceanográfica para avaliação ambiental regional no Campo de Frade.

Tabela 2. Características da embarcação GSO Marechal Rondon

CARACTERÍSTICAS DA EMBARCAÇÃO	
Nome da embarcação	RV GSO Marechal Rondon
Bandeira	Panamá
Classificadora	DNV
Ano de Fabricação	1974 – <i>Rebuilt</i> 2010
Tipo da embarcação	<i>Supply</i>
Velocidade de cruzeiro	7,0
Propulsão	2 motores de 2990 HP
Motores Auxiliares	Thruster 300 HP (popa) e 400 HP (proa)
Material do Casco	Aço
Comprimento Total	59 m
Largura	12 m
Calado Moldado de Projeto	6,20 m
Limitações Operacionais	Operação mínima em 7,0 m de profundidade
Acomodações	28 pessoas
Tripulação	14 pessoas

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	15 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar



Figura 4. GSO Marechal Rondon.

4.3. Parâmetros de Análise

Conforme mencionado anteriormente, foram coletadas alíquotas de cada grupo analítico (tabela 3) em sete (7) estratos pré-definidos de profundidade: Superfície, Subsuperfície, 10 metros, 40 metros, acima da haloclina, na haloclina e abaixo da haloclina.

Os parâmetros avaliados em todas as estações foram coletados em duplicata, sendo eles: COT, COD, HPA, HTP, n-alcanos, Fenóis, BTEX, Sulfetos e metais, os quais foram analisados pelo laboratório ANATECH, sendo este certificado e de referência em análises dos parâmetros químicos citados.

Em 11 das 29 estações foram coletadas amostras extras de HTP, HPA, n-alcanos, BTEX e Fenóis (estações completas) para análises no laboratório LABMAM da PUC-Rio, que é referência em análise de hidrocarbonetos. Nessas estações completas foram realizadas também avaliações das comunidades planctônicas e análises ecotoxicológicas.

Como não é esperada a ocorrência de fitoplâncton nas amostras de água profunda, os estratos “Acima da haloclina”, “Haloclina” e “Abaixo da Haloclina” não foram coletados para esta análise. Em contrapartida, realizou-se em outros dois estratos coletas para análise do fitoplâncton, sendo estes definidos na termoclina e acima da termoclina.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 16 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 3. Lista de parâmetros analisados nas amostras e laboratórios utilizados.

Ponto	CTD	OD/pH	ANATECH								PUC			INLET			LABTOX	
			COT	COD	HTP/HPA/ n-alcenos	Fenóis	BTEX	Sulfetos	Metais	Clorofila	HTP/HPA/ n-alcenos	Fenóis	BTEX	Fitoplâncton	Zooplâncton	Ictioplâncton	<i>Mysidopsis juniae</i>	<i>Lytechinus variegatus</i>
CHV01**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHV02	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV03	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV04	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV05	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV06	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV07	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV08**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHV09**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHV10	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV11**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHV12	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV13	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV14**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHV15	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV16	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV17	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV18	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV19	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV20**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHV21**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHV22	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV23	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV24**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHV25	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV26**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHV27**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHV28	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
CHV29**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Nota: ** - Pontos de amostragem completa

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	17 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Cabe ressaltar que nas estações CHV18 e CHV19 não foram coletados os estratos definidos como “Acima da Haloclina”, “Haloclina” e “Abaixo da Haloclina”, devido a menor profundidade local, cerca de 200 m.

4.4. Metodologia de Coleta

4.4.1. Parâmetros Oceanográficos

Dados de temperatura e salinidade foram adquiridos em todas as 29 estações de coleta (Anexo 1), através de perfilagem com CTD (Seabird 911 - Plus), desde a superfície até 1.000 m de profundidade, aproximadamente. A figura 5 apresenta o CTD utilizado para as perfilagens realizadas nessa campanha, acoplado a rossete.



Figura 5. CTD Seabird 911 Plus utilizado durante a campanha.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	18 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

4.4.2. Água

Após a chegada nas estações de coleta foi realizado, primeiramente, o lançamento do CTD/Rossete para perfilagem da temperatura e salinidade da água (Figura 6). Enquanto o equipamento descia a profundidade aproximada de 1000 m, eram definidos na embarcação: (i) o ponto da coluna d'água de menor valor de salinidade (definido como "Abaixo da Haloclina"), (ii) o ponto da coluna d'água onde há inflexão da curva de salinidade (definido como "Haloclina") e (iii) a diferença da distância entre os estratos citados anteriormente subtraído da haloclina (definido como "Acima da Haloclina"). A tabela 4 apresenta os valores de profundidade de coleta dos estratos supracitados em cada uma das estações.

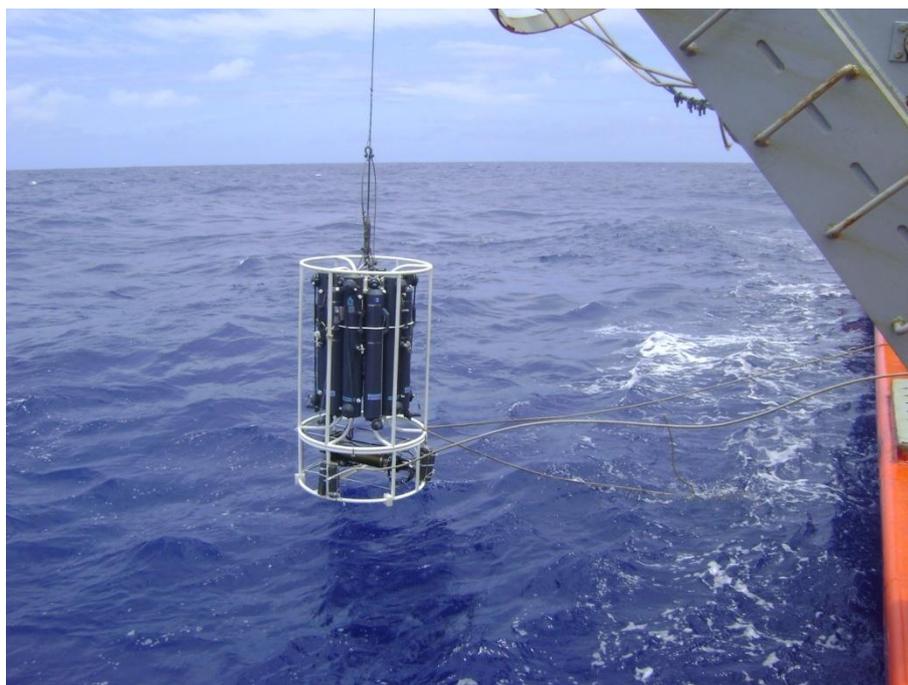


Figura 6. Lançamento de CTD/Rossete em cada estação de coleta.

	RELATÓRIO TÉCNICO	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 19 de 89
			CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 4. Profundidades dos estratos definidos pelo CTD.

Ponto	Acima da Haloclina	Haloclina	Abaixo da Haloclina
CHV01	500	650	800
CHV02	520	660	800
CHV03	560	670	780
CHV04	540	670	800
CHV05	550	690	830
CHV06	570	680	790
CHV07	570	680	790
CHV08	590	700	810
CHV09	520	700	880
CHV10	520	700	880
CHV11	530	670	810
CHV12	500	650	800
CHV13	500	650	800
CHV14	450	600	750
CHV15	540	690	840
CHV16	510	660	810
CHV17	480	630	780
CHV18	Profundidade local rasa, não apresentando feição no perfil de salinidade		
CHV19	Profundidade local rasa, não apresentando feição no perfil de salinidade		
CHV20	490	660	830
CHV21	540	710	880
CHV22	540	660	780
CHV23	510	700	880
CHV24	500	650	800
CHV25	546	696	846
CHV26	540	690	840
CHV27	500	650	800
CHV28	485	635	785
CHV29	500	650	800

Nas profundidades de 10m, 40m, Acima da Haloclina, Haloclina e Abaixo da Haloclina, as coletas de água foram realizadas com o auxílio da rossete, através do fechamento de uma garrafa Go-Flo (10 L) e uma Garrafa Niskin (12L) em cada uma das profundidades de interesse.

Para amostragem das camadas superficial (0m) e subsuperficial (1-2m) foi realizado o lançamento de popa das garrafas supracitadas (Figura 7), com auxílio de cabos e lastros, e o fechamento das mesmas foi realizado através do lançamento de mensageiro. Esta

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	20 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

estratégia foi adotada devido ao descarte de água de refrigeração do motor, sendo este lançado a meia-nau, o que poderia alterar a composição das amostras coletadas durante o lançamento da rossete nessas camadas superficiais.



Figura 7. Coleta de popa das amostras superficial e subsuperficial.

A retirada das alíquotas nas garrafas Niskin e Go-Flo ocorreu de duas maneiras: diretamente na rossete (Figura 8), no caso das amostras coletadas utilizando este equipamento (estratos a partir de 10m de profundidade) e através de um suporte colocado em local abrigado (Figura 9), para os estratos coletados na popa da embarcação (superfície e subsuperfície).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 21 de 89



Figura 8. Retirada das amostras das garrafas na rossete.



Figura 9. Retirada das amostras das garrafas utilizadas na coleta de popa.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 22 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Independente da profundidade e do tipo de amostragem (rossete ou coleta de popa) realizadas nas estações de avaliação básica, as amostras foram retiradas na seguinte ordem:

- a partir da garrafa Go-Flo:
 - BTEX (2 frascos de 40 mL);
 - Fenóis (2 frascos de 200 mL);
 - Sulfetos (2 frascos de 200 mL);
 - Metais (2 frascos de 200 mL);
 - Hidrocarbonetos (2 frascos de 1 L).

- a partir da garrafa Niskin:
 - Oxigênio dissolvido Winkler (2 frascos de 60 mL)
 - pH, Salinidade, oxigênio dissolvido sonda (100 mL);
 - COD (2 frascos de 500mL);
 - COT (2 frascos de 250mL);

Nos pontos de coleta de avaliação completa, as amostras foram retiradas na seguinte ordem:

- a partir da garrafa Go-Flo:
 - BTEX (2 frascos de 40 mL);
 - BTEX (4 frascos de 40 mL);
 - Fenóis (2 frascos de 200 mL);
 - Fenóis (1 frasco de 1 L);
 - Sulfetos (2 frascos de 200 mL);
 - Metais (2 frascos de 200 mL);
 - Hidrocarbonetos (1 frasco de 4 L);
 - Hidrocarbonetos (2 frascos de 1 L).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	23 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

- a partir da garrafa Niskin:
 - Oxigênio dissolvido Winkler (2 frascos de 60 mL);
 - pH, Salinidade, oxigênio dissolvido sonda (100 mL);
 - COD (2 frascos de 500mL);
 - COT (2 frascos de 250mL);
 - Fitoplâncton (1 frasco de 1 L);
 - Ecotoxicologia (6 frascos de 1 L);
 - Clorofila (1 frasco de 3 L).

Na embarcação foram realizadas as determinações *in situ* de: (i) temperatura, salinidade e pH, através da utilização de sondas multiparamétricas (Figura 10), (ii) fixação e titulação das amostras destinadas às análises de oxigênio dissolvido com auxílio de bureta digital (Figura 11) e (iii) filtração das amostras para determinação da clorofila-a, sendo utilizados filtros com malha igual a 0,045 mm de acetato de celulose e um sistema de filtração acoplado a uma bomba a vácuo (Figura 12), com pressão máxima de 20 psi. A filtração ocorreu em local escuro com lâmpada verde, para evitar a degradação das moléculas de clorofila. Após a filtração, o filtro foi imediatamente congelado e assim armazenado até a chegada ao laboratório.

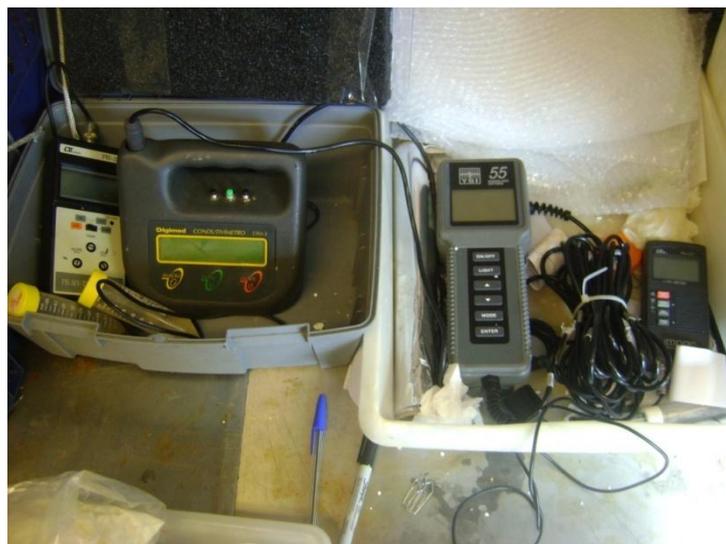


Figura 10. Sondas multiparamétricas utilizadas durante a campanha.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	24 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar



Figura 11. Bureta digital utilizada para titulação de oxigênio dissolvido.



Figura 12. Kits de filtração e bomba de vácuo no laboratório seco.

A preservação das amostras e o tipo de acondicionamento das mesmas seguiram os protocolos definidos pelos laboratórios responsáveis pelas análises químicas.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	25 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

4.4.3. Biota Planctônica

✓ Fitoplâncton

Para a amostragem da comunidade fitoplanctônica foi utilizada a garrafa Niskin em 6 diferentes estratos, nas 11 estações de coleta completas.

Os estratos definidos para a coleta de fitoplâncton foram realizados de forma particular, diferente dos demais parâmetros amostrados nessa campanha, onde foi identificada a termoclina ao invés da haloclina para os pontos de coleta de maior profundidade, além dos estratos de superfície, subsuperfície (1-2m), 10m e 40m, comum a todos os parâmetros. Esta última profundidade foi constantemente observada bem próxima a termoclina e, de forma geral, adotada como sendo a mesma. A tabela 5, a seguir, apresenta as profundidades de coleta das amostras destinadas às análises fitoplanctônicas nas proximidades da termoclina.

Esse procedimento foi adotado para que houvesse uma amostragem mais representativa e consistente desse parâmetro, uma vez que essa comunidade ocorre preferencialmente na zona fótica.

Tabela 5. Valores de profundidade (m) da coleta das amostras fitoplanctônicas.

Ponto	Acima da termoclina	Termoclina	Abaixo da Termoclina
CHV01	25	50(40)	75
CHV08	25	50(40)	75
CHV09	25	50(40)	75
CHV11	26	52(40)	78
CHV14	20	40	60
CHV20	25	50(40)	75
CHV21	22	45(40)	68
CHV24	40	60	90
CHV26	40	60	90
CHV27	23	45(40)	68
CHV29	22	45(40)	68

✓ Zooplâncton

A amostragem da comunidade zooplanctônica foi realizada através de arrastos verticais e horizontais, com rede de malha de 200 µm, aro simples e fluxômetro acoplado (Figura 13). Os arrastos horizontais tiveram duração de 10 minutos (velocidade máxima de 2 nós). Os arrastos verticais foram realizados através da descida e subida da rede desde a

	RELATÓRIO TÉCNICO	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 26 de 89
			CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

superfície até a profundidade da termoclina. Os dados de volume filtrado estão sumarizados na tabela 6.



Figura 13. Arrasto horizontal realizado nos pontos de coleta.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	27 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 6. Dados de volume filtrado pela rede de zooplâncton durante os arrastos.

Ponto	Tipo de arrasto	Fluxômetro inicial	Fluxômetro final	Volume filtrado (m ³)	Prof. máxima	Hora inicial	Hora final
CHV01	Vertical	262971	268360	13,99	50 m	02:00	00:03
	Horizontal	268360	290455	57,35	superfície	02:10	02:20
CHV08	Vertical	297556	300837	8,52	50 m	17:09	17:12
	Horizontal	290468	297556	18,40	superfície	16:51	17:01
CHV09	Vertical	317385	319576	5,69	50 m	20:56	20:59
	Horizontal	300859	317385	42,90	superfície	20:41	20:51
CHV11	Vertical	373714	376510	7,26	52 m	16:30	16:33
	Horizontal	350302	373714	60,77	superfície	16:12	16:22
CHV14	Vertical	256932	262966	15,66	40 m	21:40	21:54
	Horizontal	240360	256932	43,02	superfície	21:25	21:35
CHV20	Vertical	399656	402270	6,79	50 m	19:02	19:07
	Horizontal	376517	399656	60,06	superfície	18:43	18:53
CHV21	Vertical	348330	350240	4,96	45 m	12:48	12:51
	Horizontal	329337	348383	49,44	superfície	12:24	12:27
CHV24	Vertical	186285	189691	8,84	60 m	20:47	20:51
	Horizontal	189691	197666	20,70	superfície	21:12	21:22
CHV26	Vertical	197637	201791	10,78	60 m	10:28	10:32
	Horizontal	201791	214251	32,34	superfície	10:37	10:47
CHV27	Vertical	214258	216626	6,15	45 m	02:12	02:15
	Horizontal	216626	221998	13,94	superfície	02:30	02:40
CHV29	Vertical	222012	225713	9,61	45 m	15:07	15:10
	Horizontal	225713	240390	38,10	superfície	15:22	15:32

✓ Ictioplâncton

A amostragem da comunidade ictioplanctônica foi realizada através de arrasto oblíquo, com redes de malha de 330 e 500 µm, aro tipo bongô e fluxômetro acoplado (Figura 14). Os dados de volume filtrado estão apresentados na tabela 7.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 28 de 89
			CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar



Figura 14. Arrasto oblíquo realizado nos pontos de coleta.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA:	29 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 7. Dados de volume filtrado pela rede de ictioplâncton durante os arrastos.

Ponto	Tipo de arrasto	Fluxômetro inicial	Fluxômetro final	Volume filtrado (m ³)	Prof. máxima	Hora inicial	Hora final
CHV01	300 µm	248209	255863	19,53	50	02:27	02:29
	500 µm	935528	942300	17,14			
CHV08	300 µm	255869	264054	20,89	50	16:41	16:45
	500 µm	942301	950016	19,53			
CHV09	300 µm	264059	274590	26,88	50	20:29	20:34
	500 µm	950012	956862	17,34			
CHV11	300 µm	294041	310858	42,92	50	15:54	16:04
	500 µm	976184	993316	43,37			
CHV14	300 µm	239875	248178	21,19	40	21:13	21:16
	500 µm	927832	935517	19,45			
CHV20	300 µm	310860	320097	23,57	50	18:30	18:35
	500 µm	993333	002785	23,93			
CHV21	300 µm	274594	294034	49,61	45	11:45	11:55
	500 µm	956850	976171	48,91			
CHV24	300 µm	207563	214895	18,71	60	21:29	21:35
	500 µm	904148	911806	19,38			
CHV26	300 µm	221008	227097	15,54	60	11:08	11:12
	500 µm	914751	915571	2,08			
CHV27	300 µm	227128	232614	14,00	45	02:51	02:56
	500 µm	915607	920793	13,13			
CHV29	300 µm	232613	239868	18,52	45	15:40	15:42
	500 µm	920782	927831	17,84			

4.4.4. Previsões Meteoceanográficas

Boletins diários com previsões de corrente, vento e onda, disponibilizados pelo 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 (Anexo 2). Também foram efetuados registros diretos a bordo do GSO Marechal Rondon, durante o período de operação.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 30 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

4.5. Metodologia Analítica

4.5.1. Parâmetros Oceanográficos

4.5.1.1. Parâmetros físicos da coluna d'água (CTD)

Os dados brutos de temperatura e salinidade foram extraídos a partir do *software* Sea Soft. Posteriormente os dados foram analisados e filtrados a fim de editar os valores que não apresentavam consistência oceanográfica, devido ao tempo de estabilização do equipamento na água (subsuperfície).

4.5.2. Água

4.5.2.1. OD e pH

A bordo foram efetuadas determinações, em duplicata, de Oxigênio Dissolvido (OD), onde a primeira subamostra drenada da garrafa oceanográfica foi preservada em um frasco de DBO e imediatamente fixada para titulação segundo o Método de Winkler. Alíquotas para determinação de pH (5 minutos no máximo) foram retiradas a partir dessa primeira subamostra, e para determinação desse parâmetro foi utilizado um potenciômetro (Lutron ou Hanna).

4.5.2.2. Análises Laboratoriais (Hidroquímica)

A Tabela 8 apresenta os métodos e os protocolos analíticos utilizados para a avaliação hidroquímica.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	31 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 8. Protocolo Analítico utilizado na campanha.

Grupos Analíticos	Parâmetros	Protocolos
Oceanográfico	Temperatura	CTD
	Salinidade	CTD
	Corrente	Correntômetro
Inorgânico	OD	Duplica analítica - Winkler (<i>in situ</i>)
	OD	Oxímetro
	pH	Potenciômetro
	COT	SM 5310
	COD	SM 5310B similar a USEPA 425.1
Contaminantes Orgânicos	HPA	USEPA-8270D* I EPA-3510 (extração), EPA-8270D (cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas)**
	HTP	USEPA 8015C * I EPA-3510 (extração), EPA-8015B (cromatografia gasosa com detector de ionização por chama)**
	n-alcanos	USEPA 8015C* I EPA-3510 (extração), EPA-8015B (cromatografia gasosa com detector de ionização por chama)
	Fenóis	SM 5530D* I EPA-3510 (extração), EPA-8270D (cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas)**
	BTEX	USEPA-8021B* I EPA-3810 (determinação por Headspace) e EPA-8260 CG/MS (para quantificação)**
Contaminantes Inorgânicos	Sulfetos	USEPA 9056A
	Metais	USEPA 6010C e Mercúrio USEPA 7473
Pigmento	Clorofila-a	Espectrofluorimetria
Plâncton	Fitoplâncton	Microscópio estereoscópico, óptico e invertido
	Zooplâncton	Microscópio estereoscópico e óptico
	Ictioplâncton	Microscópio estereoscópico e óptico
Ecotoxicológicos	<i>Mysidopsis juniae</i>	ABNT NBR 15308:2005
	<i>Lytechinus variegatus</i>	ABNT NBR 15350:2006

***Protocolos utilizados pela ANATECH / ** Protocolos utilizados pelo LABMAM**

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	32 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

4.5.2.3. Tratamento dos dados

Para os parâmetros que apresentaram valores superiores a 50% acima do limite de detecção analítico foram elaborados gráficos para cada uma das profundidades amostradas.

A partir dos resultados obtidos foram realizadas análises estatísticas multivariadas com o auxílio dos programas XLSTAT-Pro 7.0© e STATISTICA 6.0©. Primeiramente, foi testada a normalidade dos dados, onde a maioria não apresentou uma distribuição normal, o que determinou a necessidade de análises não paramétricas.

Para um entendimento integrado dos resultados de qualidade da água foi realizada a associação entre as variáveis através da correlação não paramétrica de Spearman entre todos os parâmetros em que mais que 50% dos dados foram obtidos acima do limite de detecção, sendo posteriormente realizadas análises de componentes principais (ACP) no programa XLSTAT 7.0.

4.5.3. Biota Planctônica

4.5.3.1. 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 63 horas 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 microfítolâncton. O somatório dessas duas frações constitui a densidade celular total, expressa em cel.L⁻¹.

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 microfítolplanctônica, 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 escala mais elevada (ordem, classe ou grupo) quando não foi possível serem discriminados em função das suas dimensões diminutas ou formas duvidosas, sendo agrupados em categorias mais amplas como dinoflagelados, coccolitofóridos e fitoflagelados não identificados.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA: ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 33 de 89 CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

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 microfitoplâncton foi avaliado em um menor aumento (250X) em 1/2 câmara e com 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).

4.5.3.2. Zooplâncton

Os organismos zooplancctônicos 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 zooplancctônicos foi padronizada em indivíduos por m³ de água filtrada (ind.m⁻³), 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 (m³);

N = número de rotações realizadas pelo fluxômetro;

C = fator de calibração do fluxômetro para 1 m³, onde:

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

a = área da boca da rede em m² e

k = constante do fluxômetro em metro por rotação.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 34 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Os grupos zooplanctônicos Copepoda e 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.

4.5.3.3. 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 m³, a partir do volume de água filtrada pela rede Bongô, que foi calculado pela expressão $V = N * C$ apresentada acima. A composição e distribuição do ictioplâncton foram analisadas através da densidade expressa pelo número de indivíduos (N) por 100 m³ (N/100 m³).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	35 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros Oceanográficos

5.1.1. Parâmetros físicos da coluna d'água (CTD)

Os resultados observados nos perfis de CTD foram obtidos através da coleta de dados desde a superfície até a profundidade aproximada de 1000 m, com o objetivo de identificar a haloclina. Os valores de temperatura variaram de 3,52 a 25,22°C, enquanto a salinidade variou de 34,32 a 37,24. Os gráficos de temperatura e salinidade estão apresentados nas figuras 15 e 16, respectivamente.

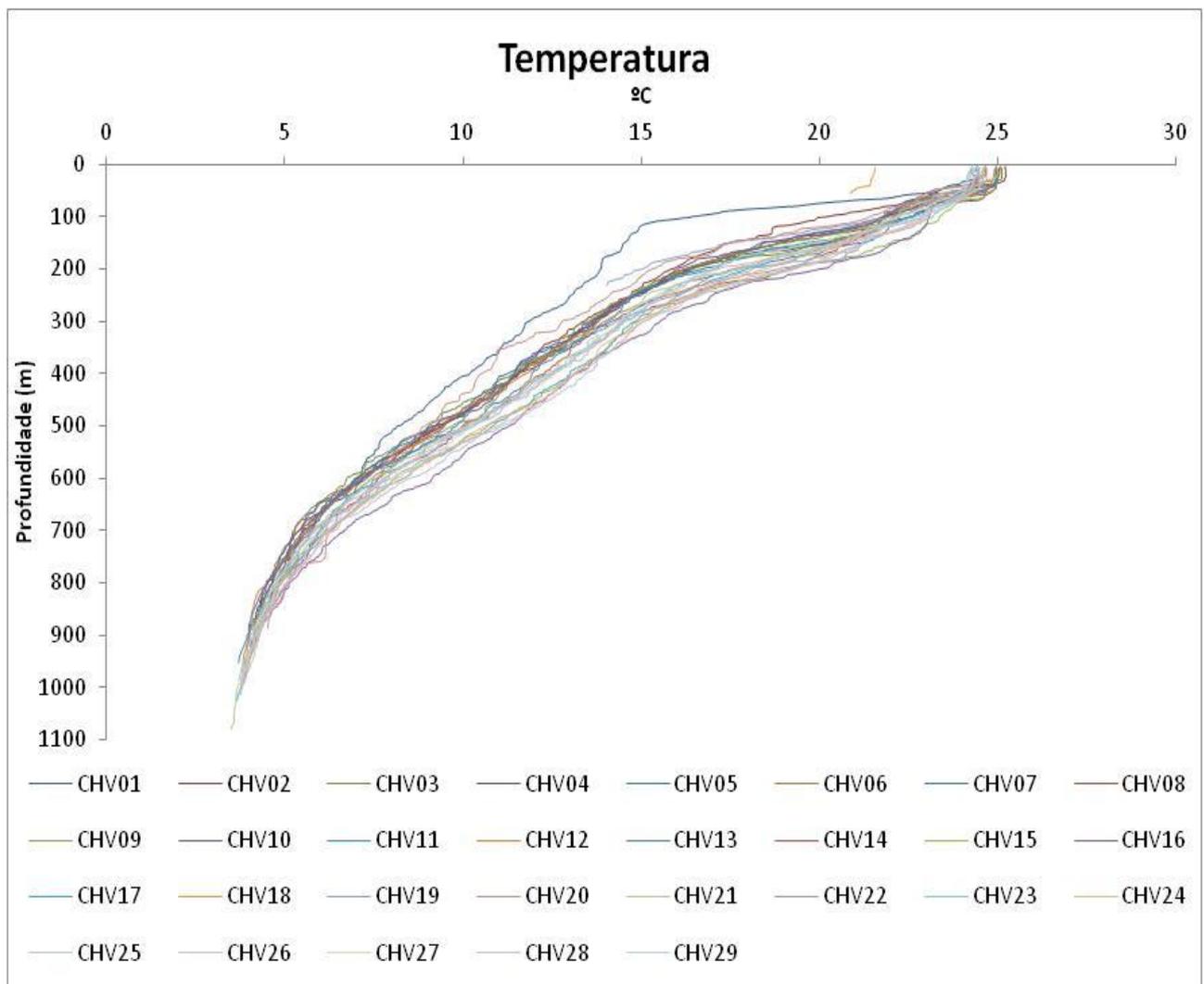


Figura 15. Perfis de temperatura obtidos nas estações de coleta.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: 0
		RT – MA_POS INCIDENTE	DATA.: ABRIL DE 2012
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos	
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade	
			FOLHA: 36 de 89
			CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

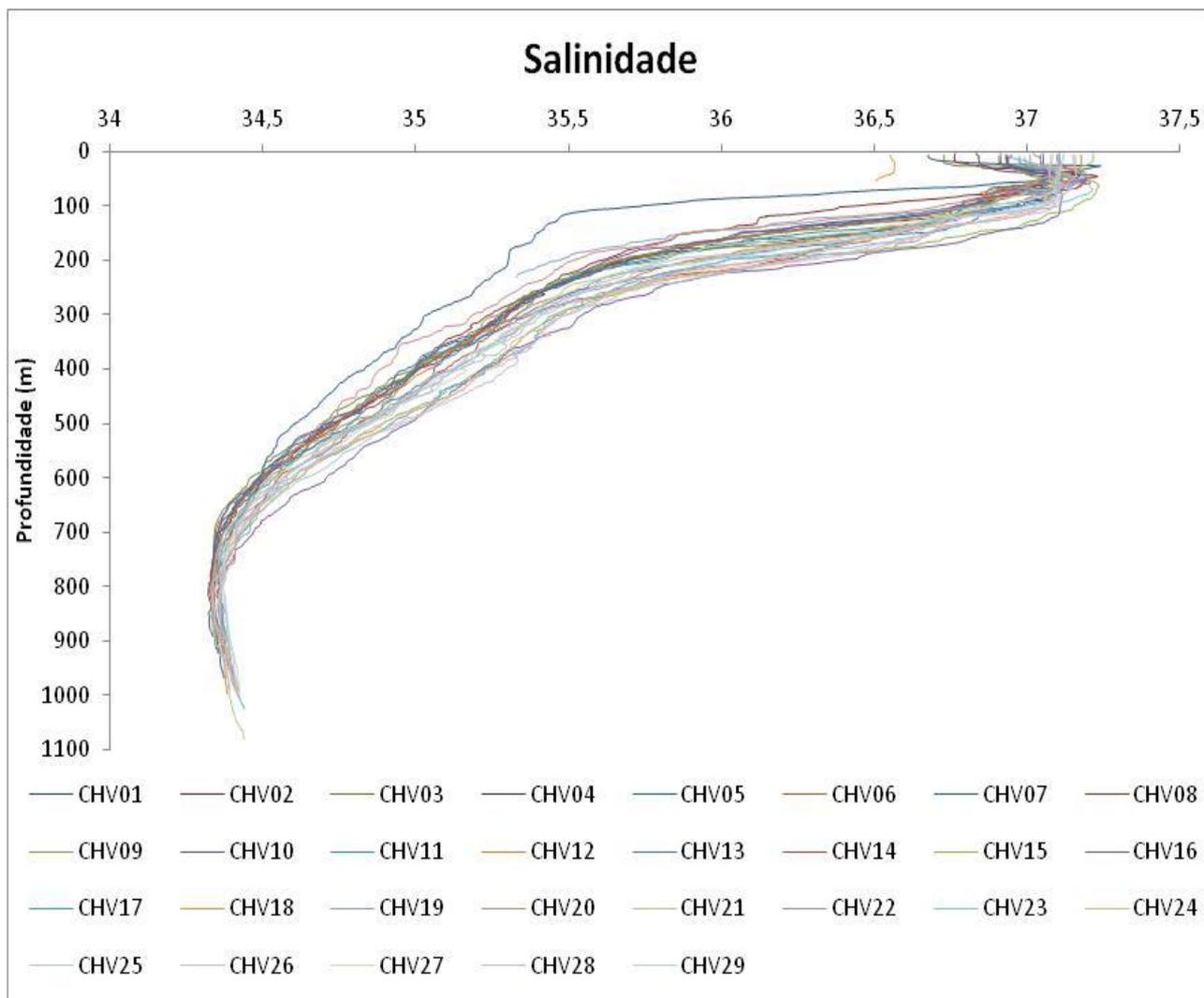


Figura 16. Perfis de salinidade obtidos nas estações de coleta.

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), os resultados dos diagramas TS (Figura 17) mostraram que a coluna d'água na zona batimétrica avaliada nesta expedição foi caracterizada principalmente pela presença da Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e Água Intermediária Antártica (AIA).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	37 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

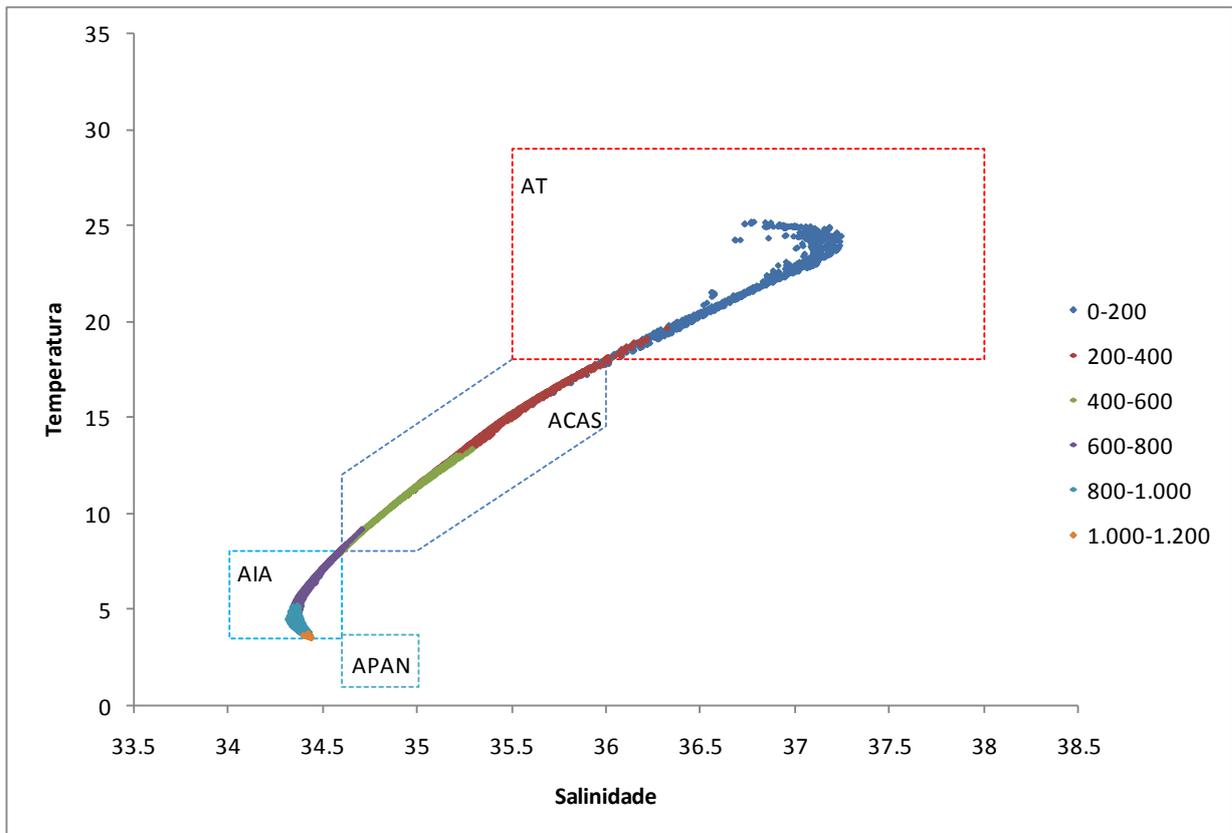


Figura 17. Diagrama TS obtido em todas as estações de coleta.

As principais características das massas d'água encontradas nesta expedição são:

Água Tropical (AT) – Formada em baixas latitudes, onde a taxa de evaporação é maior que a taxa de precipitação, caracterizada principalmente pelos altos valores de salinidade e temperatura. Essa massa é transportada para sul pela corrente do Brasil, ao longo deste trajeto a AT penetra na plataforma continental externa, onde forma uma frente na superfície com a Água Costeira (água de plataforma com salinidade inferior à AT devido à contribuição do Rio Paraíba do Sul). A AT situa-se acima da Água Central do Atlântico Sul e, por ter como limite superior a superfície do oceano, apresenta relação entre as variações de seus parâmetros termohalinos e as condições climáticas da região onde se encontra. A AT pode ser caracterizada pelos seguintes valores:

- ✓ Posicionamento (média): 0 a 170 m de profundidade
- ✓ Salinidade: > 36,0
- ✓ Temperatura: > 18°C

Água Central do Atlântico Sul (ACAS) – Esta massa se forma por afundamento das águas na região de Convergência Subtropical e subsequente espalhamento ao longo da superfície de densidade adequada (Sverdrup *et al.*, 1942). Normalmente ocupa a

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	38 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

termoclina principal da região oceânica adjacente à plataforma continental sendo caracterizada por uma reta no diagrama TS. O fluxo principal da ACAS é na direção Norte, no entanto a ACAS circula com as correntes do Atlântico Sul e Benguela e atinge a costa da América do Sul transportada pela corrente Sul Equatorial, onde se divide e parte flui rumo ao Equador enquanto a outra porção toma o rumo Sul. Este padrão de circulação é confirmado por autores como Tsuchya (1986), Reid (1989) e Stramma e England (1999) que mostram o movimento da ACAS na direção Sul em latitudes abaixo de 20°S ao largo da costa do sudeste brasileiro (Silveira et al., 2000). A localização exata da separação da ACAS é incerta, porém parece existir um consenso na literatura de que ao sul do Cabo de São Tomé (22°S), a ACAS flui para o Sul, ao largo da costa brasileira. Os primeiros a notarem esse padrão foram Wüst (1935) e Defant (1941).

- ✓ Limite Superior: Posicionamento (média): 170 m de profundidade
- ✓ Salinidade: 36,0
- ✓ Temperatura: 18°C
- ✓ Limite Inferior: Posicionamento (média): 580 m de profundidade
- ✓ Salinidade: 34,6
- ✓ Temperatura: 8°C

Água Intermediária Antártica (AIA) – Formada por misturas subsuperficiais na região da Convergência Antártica flui em direção ao norte na região de estudo e é caracterizada por apresentar um núcleo de mínima salinidade no diagrama TS. Seu valor de salinidade máxima corresponde às profundidades limite da AIA entre a ACAS (superior) e a APAN (inferior).

- ✓ Salinidade Máxima (média): 34,6
- ✓ Salinidade Mínima (média): 34,35
- ✓ Limite Superior: Posicionamento (média): 580 m
- ✓ Temperatura: 8°C
- ✓ Limite Inferior: Posicionamento (média): 1100 m
- ✓ Temperatura: 3,5°C

A distribuição espacial dos valores de temperatura e salinidade em cada camada estão apresentadas nas figuras 18 e 19, respectivamente, onde foi encontrada certa homogeneidade dos valores nas camadas superiores. Especialmente, foram encontradas águas superficiais (de 0 a 40 m) menos salgadas na porção NW da Bacia de Campos, possivelmente associado à influência continental.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 39 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

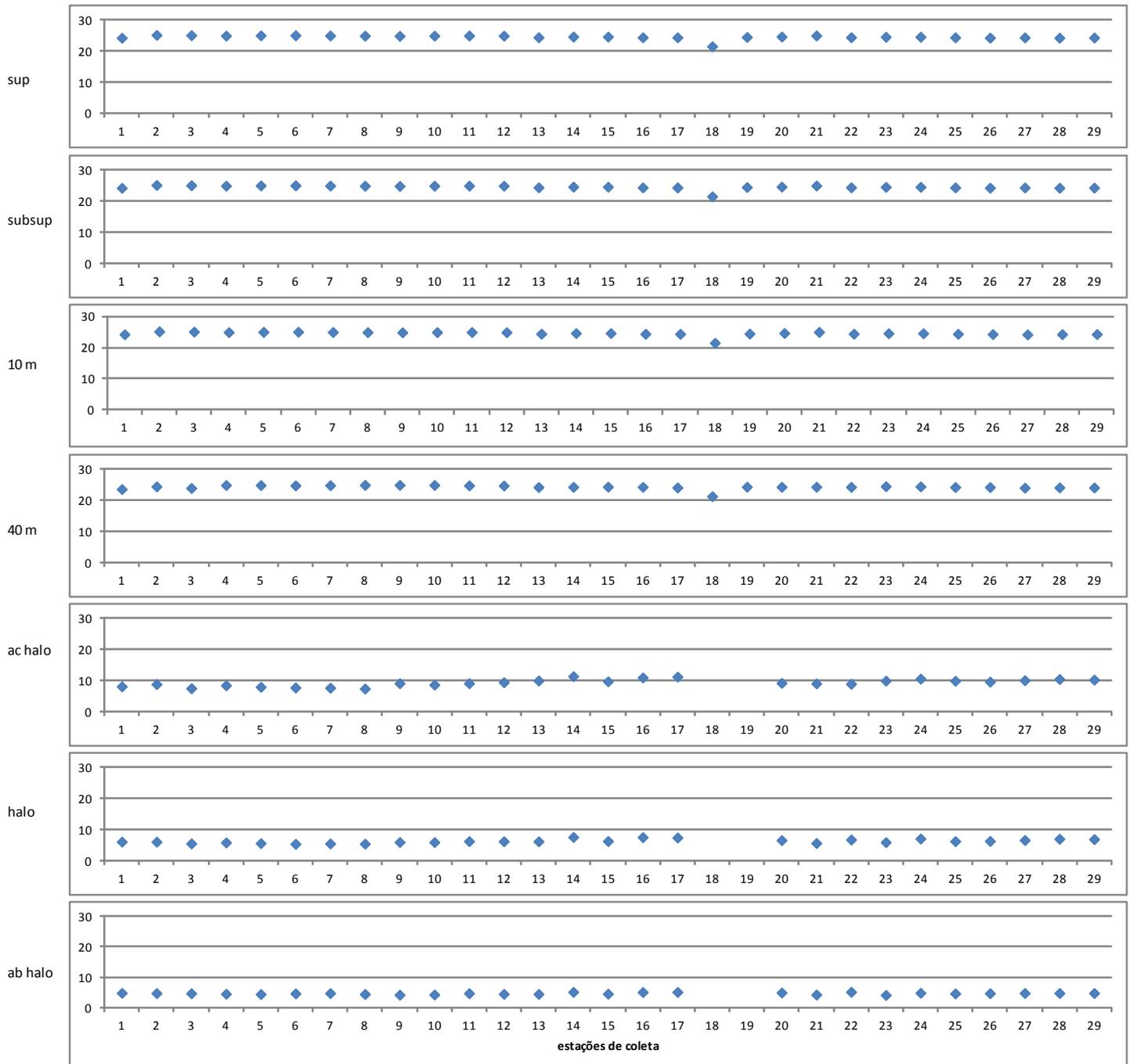


Figura 18. Distribuição da temperatura ($^{\circ}$ C) nas camadas amostradas.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA:	40 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

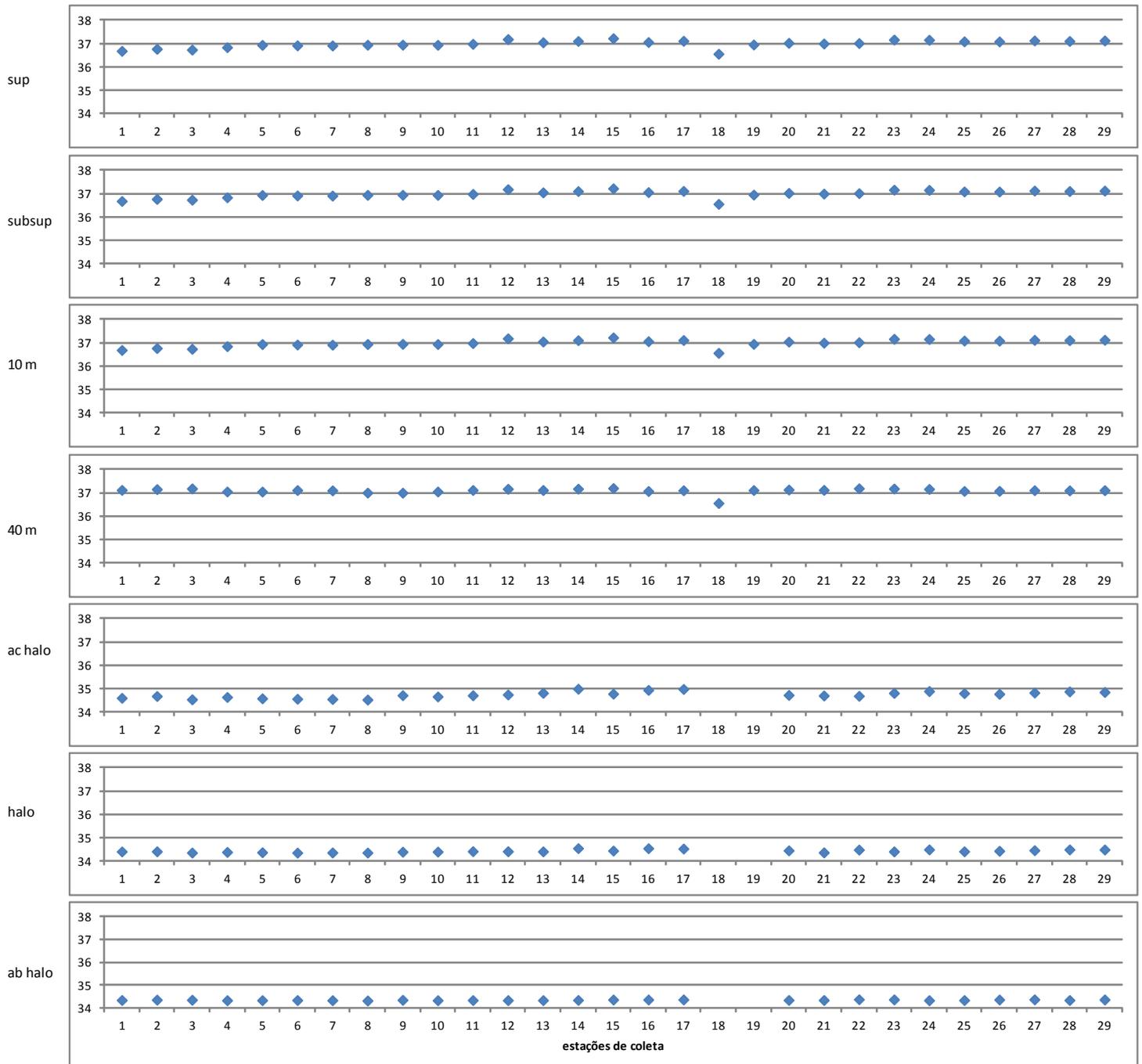


Figura 19. Distribuição da salinidade nas camadas amostradas.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	41 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

5.2. Água

As concentrações dos parâmetros ambientais avaliados nesta campanha estão descritas a seguir, e seus respectivos laudos analíticos estão apresentados no anexo 3. Os limites das concentrações dos parâmetros avaliados e os valores de alerta foram definidos de acordo com o padrão de águas salinas classe 1 (segundo a Resolução CONAMA Nº 357/05).

Os resultados obtidos foram comparados com outros estudos realizados na Bacia de Campos, em regiões de profundidades similares às observadas no Campo de Frade. Foram utilizados, para caracterização desse ambiente, os dados do Programa de Monitoramento Ambiental Oceânico da Bacia de Campos, que compreende a região entre 21°30' S e 23°30' S e 39°30' W e 42°00' W (FUNDESPA, 1994). Além deste estudo, que possui um caráter regional e exploratório, foram utilizados dados das campanhas oceanográficas de diversos programas, de abrangência local, para caracterização ou monitoramento ambiental de empreendimentos ligados à área petrolífera. O resumo dos estudos considerados está apresentado na tabela 9, a seguir.

Tabela 9. Protocolo Analítico utilizado na campanha.

Estudos / Referências	Malha Amostral	Período de Coleta
Bacia de Campos (FUNDESPA, 1994)	44 estações em profundidades variando de 10 e 200 metros.	Junho de 1991 a março de 1992
Barracuda e Caratinga (Petrobras/Cenpes, 2002a*)	11 estações entre as isóbatas de 900 e 1.200 metros.	Maio de 2002
P-40 (Petrobras/Cenpes, 2002b*)	4 estações no entorno da P-40, entre 1.000 e 1.100 metros de profundidade.	Novembro de 2001
Albacora (Petrobras/Cenpes, 2002c*)	12 estações de coleta entre 1.200 e 1.900 m.	Maio de 2002
Roncador (Petrobras/Cenpes, 2002d*)	5 estações dispostas entre as isóbatas de 1.200 e 1.700 metros.	Setembro de 2001
BC-4 (Ecologus/Chevron, 2006)	22 estações de coleta em aproximadamente 1.300 metros de profundidade	Abril e agosto de 2001

* *apud Petrobras/HabTec,2002.*

As duas campanhas realizadas anteriormente no Campo de Frade, referentes ao Programa de Monitoramento Ambiental, foram também comparadas com os dados obtidos no presente estudo. Todavia, esses monitoramentos foram direcionados a avaliação da qualidade da água do mar local, nas camadas superficiais (até 40m). Esses resultados, por terem uma abrangência restrita, foram comparados considerando apenas

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	42 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

as amostras coletadas nas camadas superficiais (até 40m) das estações do presente estudo, próximas ao campo de Frade (CHV-06, CHV-07, CHV-08, CHV-09 e CHV10).

5.2.1. Parâmetros Registrados *in Situ*

Os padrões de classificação da resolução CONAMA Nº 357/05, estabelecem que a região monitorada deve apresentar concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) superiores a 6,0 mg.L⁻¹ e de Potencial Hidrogeniônico (pH) entre 6,5 e 8,5.

O oxigênio dissolvido apresenta altas concentrações associadas às regiões de ressurgência no verão, representadas por pequenos vórtices de ocorrência do composto. Na coluna d'água, na faixa de profundidade da AIA (Água Intermediária Antártica), os valores também são altos (6,28 mg.L⁻¹), condição característica desta massa d'água. Ao norte do paralelo de 21º S, a AIA é substituída pela água equatorial pobre nesta variável, havendo portanto, um possível declínio no seu valor. Alguns estudos (Programa REVIZEE – Central III, apresentado em Cupelo, 2000 e Niencheski et al., 1999) indicam valores máximos de 7,84 mg.L⁻¹, durante a primavera, tendendo a diminuir abaixo da profundidade de 100m. Com o decréscimo das ressurgências no outono, os valores diminuem, reduzindo também os vórtices. A primavera é marcada pela presença de núcleos com concentrações decrescentes, com um máximo em 6,71 mg.L⁻¹.

Os valores de oxigênio dissolvido obtidos durante esta campanha variaram de 5,74 a 10,51 mg.L⁻¹, com valor médio obtido de 7,61 ± 1,08 mg.L⁻¹. Assim, de forma geral, os valores de oxigênio dissolvido tiveram variação esperada em função da abrangência espacial do estudo. Logo, pode-se considerar que essas diferenças encontradas, *a priori*, não retratam uma degradação ambiental, mas sim uma variação natural do ambiente, apesar de 6 valores (de 196 amostras) estarem abaixo do preconizado pela legislação CONAMA Nº 357/05 (Figura 20). É importante ressaltar que estes valores abaixo de 6,0 mg.L⁻¹ já foram amplamente reportados em estudos anteriores na Bacia de Campos (Tabela 10), sendo essa uma variação natural do sistema.

Tabela 10. Valores de oxigênio dissolvido (OD), em mg.L⁻¹, de trabalhos realizados na região ultraprofunda da Bacia de Campos.

Local	OD (mg.L ⁻¹)		
	n	Mínimo – Máximo	Média ± Desvio Padrão
Barracuda e Caratinga	18	6,05 – 6,61	6,37 ± 0,14
Albacora	60	5,94 – 7,09	6,48 ± 0,24
P-40	43	6,97 – 8,71	7,92 ± 0,34
Roncador	56	4,78 – 8,66	6,61 ± 0,97
BC-4	39	4,45 – 8,82	-
Este Estudo	196	5,74 – 10,51	7,60 ± 1,08

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
				DATA.:	ABRIL DE 2012
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	43 de 89
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

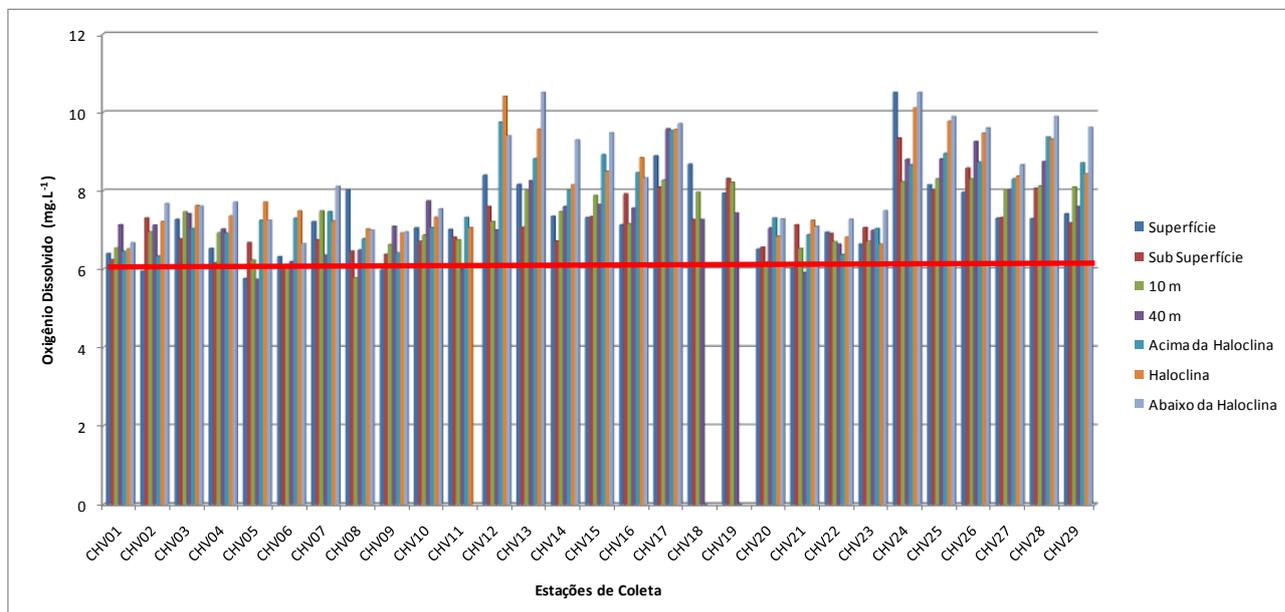


Figura 20. Concentração de Oxigênio Dissolvido por estação e estrato de profundidade na Bacia de Campos. Valor mínimo conforme CONAMA N° 357/05.

Comparando os dados das campanhas de monitoramento ambiental no Campo de Frade com os resultados obtidos no presente estudo, observa-se uma diferença significativa ($p < 0,05$ pelo teste de kruskal-Wallis), possivelmente associada com o período da coleta, onde a distribuição do oxigênio dissolvido é fortemente alterada pela sazonalidade. Os valores encontrados em cada campanha estão apresentados na tabela 11, a seguir.

Tabela 11. Valores de oxigênio dissolvido (OD), em $mg.L^{-1}$, das campanhas realizadas pela Chevron no campo de Frade.

Local	OD ($mg.L^{-1}$)		
	n	Mínimo – Máximo	Média ± Desvio Padrão
PMA – Janeiro de 2010	15	6,00 – 6,60	6,25 ± 0,21
PMA – Agosto de 2011	15	6,20 – 8,13	6,70 ± 0,48
Este estudo* - Dezembro de 2011	20	5,78 – 8,03	6,69 ± 0,60

* amostras superficiais (0-40m) nas estações CHV-06, CHV-07, CHV-08, CHV-09 e CHV-10

A distribuição espacial/estratal dos valores de concentração de oxigênio dissolvido (Figura 21) apresentara um padrão esperado para região, onde podem ser observados menores valores relativos na região norte. Os valores mais elevados foram identificados nas massas d'água mais profundasonde encontra-se a AIA.

	RELATÓRIO TÉCNICO	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 44 de 89
			CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

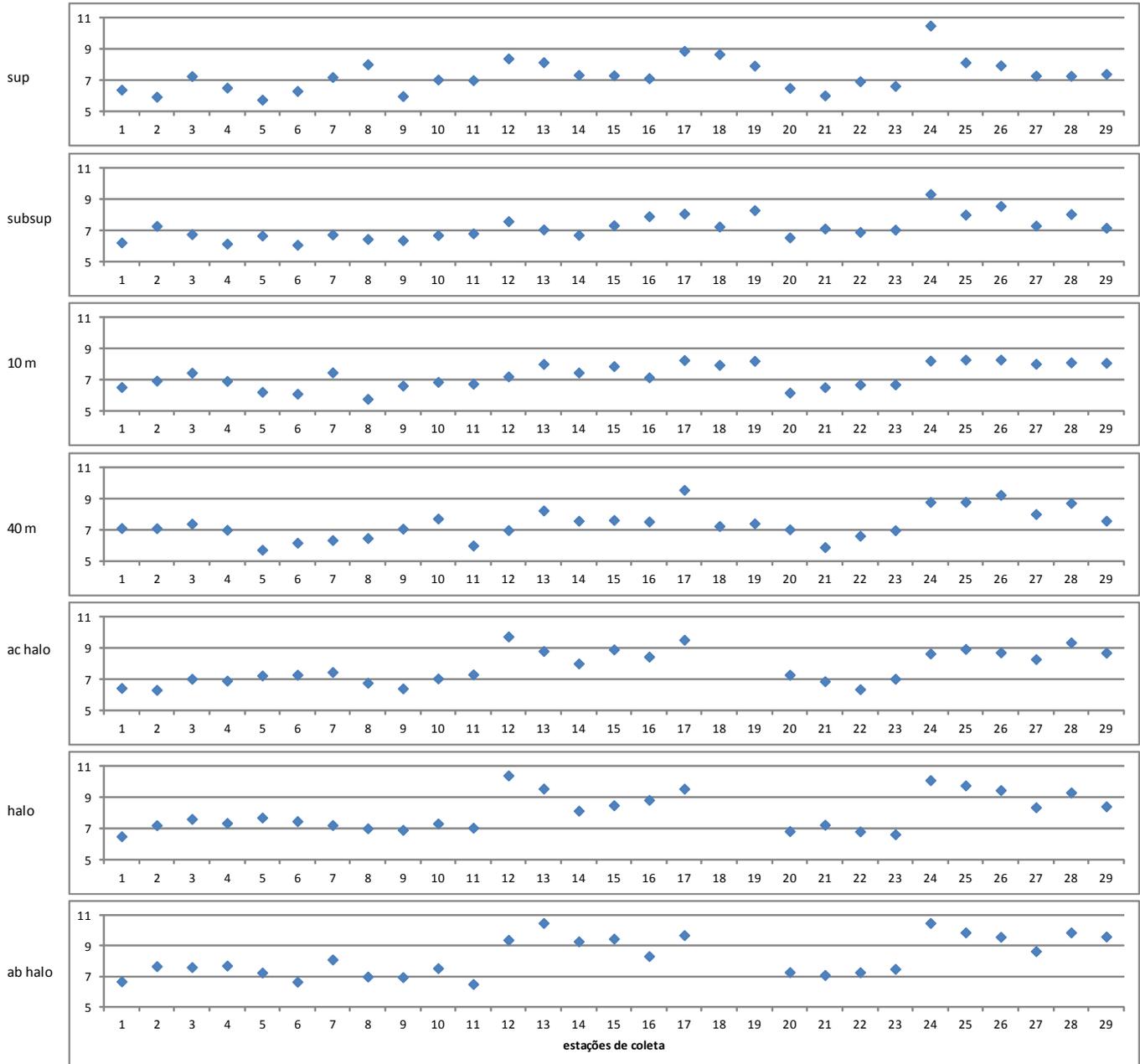


Figura 21. Distribuição do oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) nas camadas amostradas nas 29 estações de coleta.

O potencial hidrogeniônico (pH) da água do mar oscila em torno de 8,2. Este valor está relacionado à presença dos íons CO_2 , HCO_3^- e CO_3^{2-} . Modificações nas concentrações de CO_2 , em função da respiração, fotossíntese, trocas entre a atmosfera e o oceano ou nas concentrações de CO_3^{2-} decorrente de precipitações, poderiam modificar os valores de pH (Aminot & Chaussepied, 1983).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	45 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Em relação ao pH, os valores obtidos variaram de 7,34 a 8,98, com valor médio de $8,36 \pm 0,31$ (Tabela 12 e Figura 22). Cerca de 34% dos valores obtidos estiveram acima do preconizado pela legislação brasileira (CONAMA N° 357/05). Em comparação com outros estudos na Bacia de Campos, observar-se que os valores estão relativamente elevados (Tabela 12). Contudo, estes valores possivelmente não estão retratando uma condição de alteração do meio ambiente, *vis a vis* a distribuição espacial que apresenta maiores valores na região oceânica (Figura 23). Não obstante, os fatores que controlam a distribuição espacial e temporal do pH são extremamente dinâmicos, e fortemente alterados por variações naturais.

Tabela 12. Valores de pH de trabalhos realizados na região ultraprofunda da Bacia de Campos.

Local	pH		
	n	Mínimo – Máximo	Média ± Desvio Padrão
Barracuda e Caratinga	18	7,57 – 8,00	7,85 ± 0,17
Albacora	60	7,24 – 8,27	7,89 ± 0,23
P-40	43	7,31 – 8,24	8,06 ± 0,22
Roncador	56	7,00 – 8,00	7,74 ± 0,26
BC-4	39	7,99 – 8,34	-
Este Estudo	196	7,34 – 8,98	8,36 ± 0,31

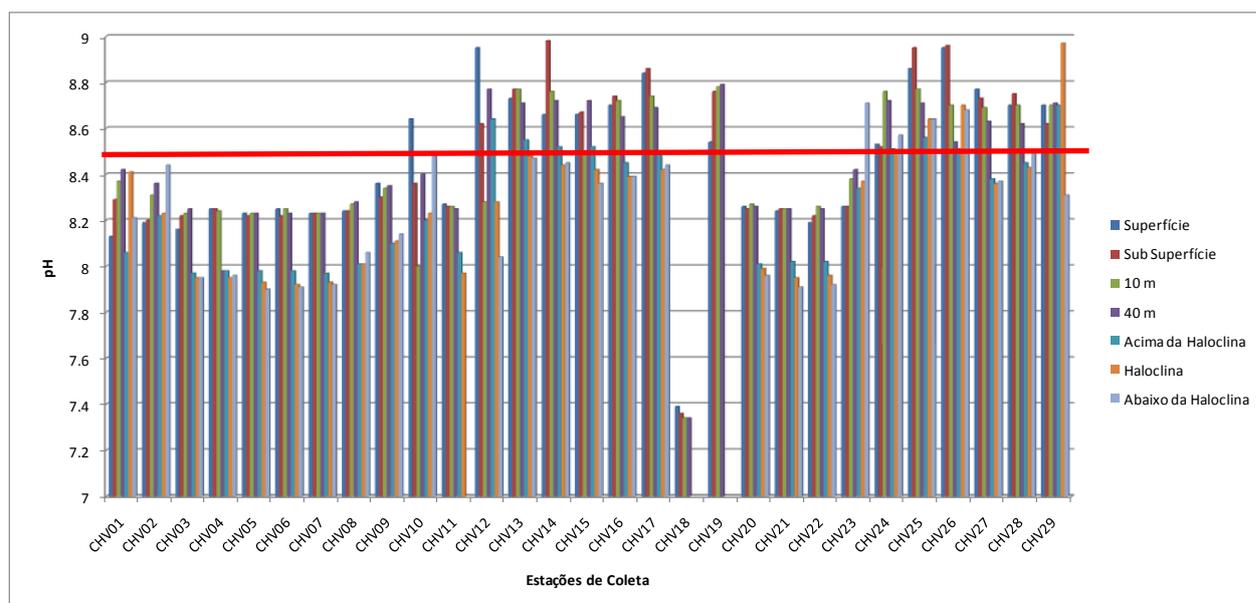


Figura 22. pH por estação e estrato de profundidade na Bacia de Campos. Valor máximo conforme CONAMA N° 357/05.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA:	46 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

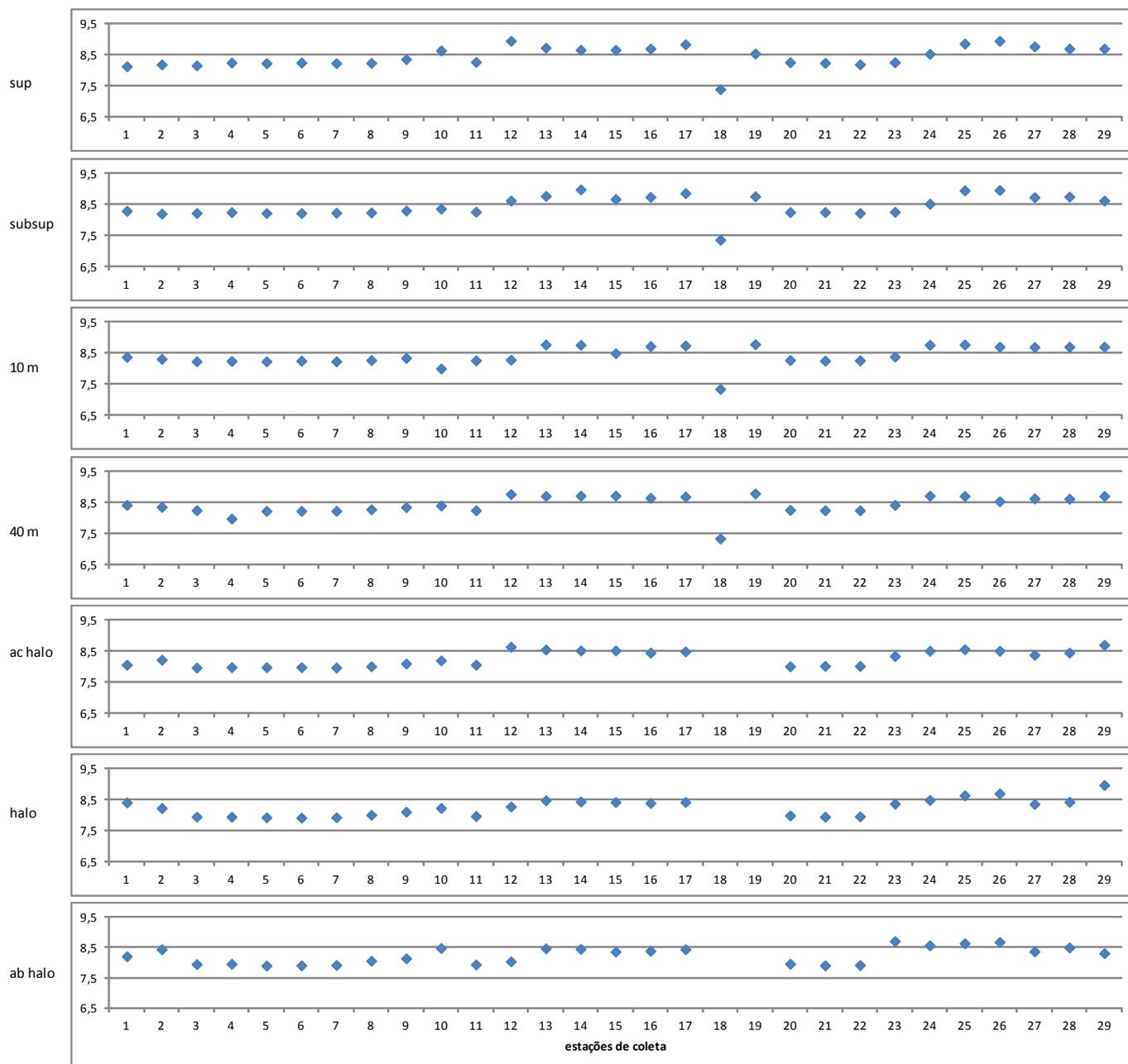


Figura 23. Distribuição do pH nas camadas amostradas das 29 estações de coleta.

É importante ressaltar que são esperadas reduções dos valores de pH em função do derramamento de petróleo no mar, conforme reportado por Reynier (2003), em estudos de simulações de derramamento de óleo controladas em mesocosmos. Assim, os valores relativamente elevados de pH, *a priori*, não possuem relação direta com o evento do derramamento.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 47 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Em comparação com as outras campanhas realizadas no campo de Frade (Tabela 13), os resultados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$ pelo teste de kruskal-Wallis), provavelmente associada com a variação natural do sistema.

Tabela 13. Valores de pH das campanhas realizadas pela Chevron no Campo de Frade.

Local	pH (mg.L ⁻¹)		
	n	Mínimo – Máximo	Média ± Desvio Padrão
PMA – Janeiro de 2010	15	7,68 – 7,94	7,79 ± 0,08
PMA – Agosto de 2011	15	8,24 – 8,33	8,29 ± 0,03
Este estudo* - Dezembro de 2011	20	8,00 – 8,64	8,28 ± 0,12

* amostras superficiais (0-40m) nas estações CHV-06, CHV-07, CHV-08, CHV-09 e CHV-10

5.2.2. Carbono Orgânico Total e Dissolvido – COT e COD

O COT é um indicador de 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 µm. Suas concentrações oscilam na faixa de 20 a 1000 µg 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 mg.L⁻¹ nestes ambientes (Duursma & Dawson, 1981).

Dados coletados na Bacia de Campos através do Programa REVIZEE – Central III demonstraram que as concentrações de COD na região oceânica brasileira, entre o Cabo de São Tomé (RJ) e a Baía de Todos os Santos, variaram entre 0,37 mg.L⁻¹ a 2,50 mg.L⁻¹ (CUPELO, 2000).

Outros dados da região ultraprofunda da Bacia de Campos foram comparados com os resultados obtidos nesta campanha. Estes apresentaram valores relativamente abaixo do encontrado na região (Tabela 14), onde as concentrações de COT foram menores que o limite de quantificação analítica (1,00 mg.L⁻¹) em todas as amostras. Ressalta-se que os valores observados para COT estão abaixo do limite preconizado na CONAMA 357-05, sendo este de até 3 mg.L⁻¹.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	48 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 14. Valores de Carbono Orgânico Total (COT), em mg.L⁻¹, de trabalhos realizados na região ultraprofunda da Bacia de Campos.

Local	COT (mg.L ⁻¹)		
	n	Mínimo – Máximo	Média ± Desvio Padrão
Barracuda e Caratinga	18	0,68 – 2,24	1,32 ± 0,41
Albacora	60	0,52 – 3,68	1,76 ± 0,64
P-40	43	1,16 – 6,52	2,70 ± 1,21
Este estudo	196	<1,00 (LQ)	-

Em comparação as campanhas anteriores, os valores de COD do presente estudo mostraram-se relativamente inferiores, sendo observados nas outras campanhas valores de até 4,09 mg.L⁻¹ (Tabela 15).

Tabela 15. Valores de Carbono Orgânico Dissolvido (COD), em mg.L⁻¹, das campanhas realizadas pela Chevron no campo de Frade.

Local	COD (mg.L ⁻¹)		
	n	Mínimo – Máximo	Média ± Desvio Padrão
PMA – Janeiro de 2010	15	1,76 – 4,09	2,94 ± 0,63
PMA – Agosto de 2011	15	1,20 – 1,70	1,30 ± 0,13
Este estudo* - Dezembro de 2011	20	<1,00 (LQ)	-

* amostras superficiais (0-40m) nas estações CHV-06, CHV-07, CHV-08, CHV-09 e CHV-10

Os valores de COD também foram observados abaixo do limite de quantificação (1,00 mg.L⁻¹), com exceção de uma amostra coletada a 10 m de profundidade na estação CHV05, localizada a 20 km ao norte da plataforma SEDCO-706, onde verificou-se o valor de 1,50 mg.L⁻¹. Esse valor não é coerente, podendo estar associado a alguma interferência durante as análises, uma vez que os valores de COD devem ser menores que os valores de COT, visto que estes são a soma de COD e COP.

5.2.3. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPA

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) são importantes indicadores de impactos ambientais relacionados a derramamento de óleo. Os resultados obtidos pela ANATECH não apresentaram concentrações acima do limite de detecção (12 ng.L⁻¹) em nenhuma das amostras, conforme laudo apresentado no anexo 4.

Os resultados apresentados pelo laboratório da PUC-Rio, referentes aos valores de HPA, variaram de menor que o limite de quantificação analítico (0,58 ng.L⁻¹) até 57,71 ng.L⁻¹, sendo encontrados valores acima deste limite em 62 das 77 amostras analisadas (figura 24). Os principais compostos aromáticos encontrados dentro da fração dos HPAs foram o

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	49 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

1 metilnaftaleno, 2 metilnaftaleno e o C2 naftaleno. Todos possuem dois anéis de benzeno ligados diretamente, e são basicamente derivados da queima de combustíveis fósseis. Estes compostos foram encontrados em concentrações relativamente elevadas nas camadas de 40 m e acima da haloclina (~600 m) conforme apresentado na figura 25.

Em comparação com outros ambientes sujeitos aos impactos da exploração e produção de petróleo na costa brasileira, especificamente na região sudeste, é possível identificar que os valores encontrados neste estudo estão dentro dos padrões encontrados pelos resultados de outros trabalhos realizados nessa região (tabela 16).

Ressalta-se que os HPAs não possuem limites máximos definidos pela Resolução CONAMA Nº 357/05 para águas salinas classe 1.

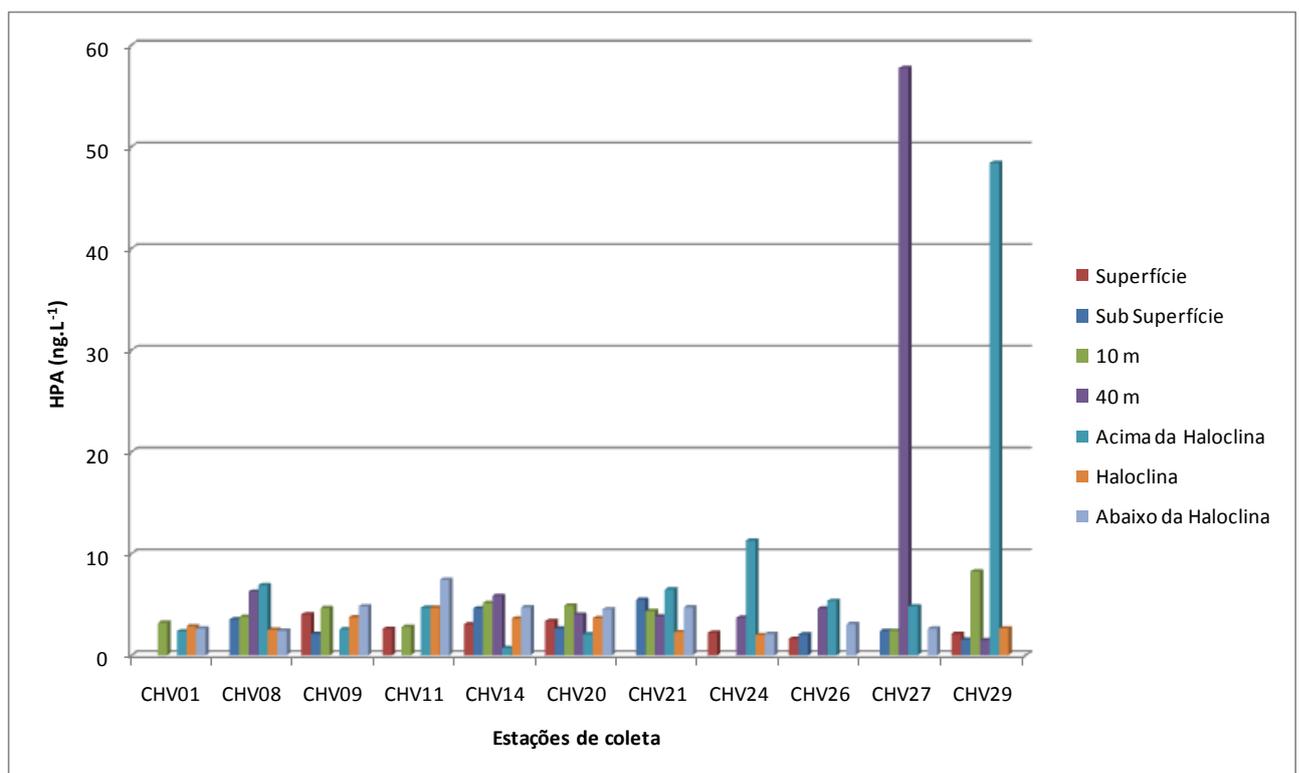


Figura 24. Concentrações de HPA totais por estação e estrato de profundidade na Bacia de Campos.

	RELATÓRIO TÉCNICO	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 50 de 89
			CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

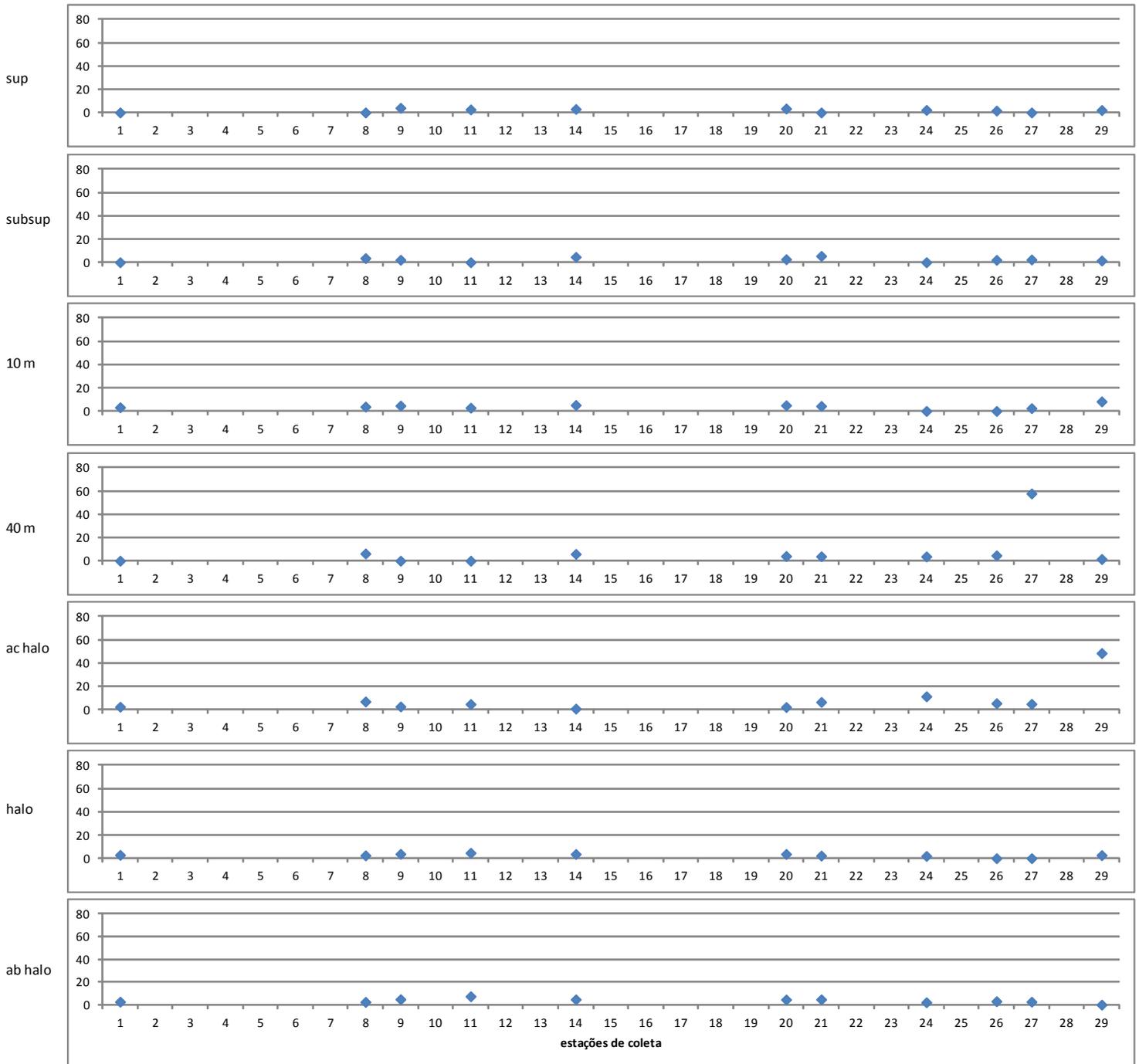


Figura 25. Distribuição dos HPAs (ng.L^{-1}) totais nas camadas amostradas das 11 estações de coleta.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	51 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 16. Comparação dos resultados de HPA totais deste estudo com a literatura.

Local	HPA (ng.L ⁻¹)	Referência
Cabiúnas	<10 – 2.404	BIO-RIO, 1993
Ilha Grande, RJ	<400 – 22.004	Melges-Figueiredo <i>et al.</i> , 1992
Plataforma Continental de SP	460 – 143.405	Bícego, 1988
Arraial do Cabo, RJ	1.370 – 43.905	IEAPM, 1997
Bacia de Campos	5,52	Wagener <i>et al.</i> , 2006
Bacia Potiguar	4,03	Wagener <i>et al.</i> , 2006
Bacia Ceará	<1 – 362	Wagener <i>et al.</i> , 2006
Bacia de Campos	<0,58 – 57,71 5,35 ± 9,00	Este estudo

Em estudos realizados na região ultraprofunda da Bacia de Campos, os níveis de concentração de HPAs máximos foram encontrados nas proximidades da plataforma P-40, chegando a 3.670 ng.L⁻¹. Nos demais estudos comparativos (Albacora, Barracuda e Caratinga) os níveis de concentração foram encontrados abaixo do limite de detecção analítico.

Outro levantamento ambiental importante foi realizado em 2001, na região da Bacia de Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002). Na ocasião foram amostradas 140 estações de água, dispostas em 18 transectos (20m 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 78.450 ng.L⁻¹, com média de 450 ± 4.210 ng.L⁻¹.

Em comparação com os resultados obtidos nas campanhas anteriores no Campo de Frade, os valores obtidos nesta expedição foram duas ordens de grandeza menores. Essa diferença pode estar embasada no fato das amostras obtidas nas campanhas do programa de monitoramento ambiental (PMA) terem sido realizadas no entorno do FPSO Frade, que pode estar influenciando fortemente os resultados. A tabela 17 apresenta os resultados obtidos de HPA nas diferentes campanhas no Campo de Frade.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	52 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 17. Valores de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA), em ng.L⁻¹, das campanhas realizadas pela Chevron no campo de Frade.

Local	HPA (ng.L ⁻¹)		
	n	Mínimo – Máximo	Média ± Desvio Padrão**
PMA – Janeiro de 2010	15	<50 – 470	147 ± 130
PMA – Agosto de 2011	15	<150 – 12.700	5.200 ± 4.200
Este estudo* - Dezembro de 2011	8	<0,58 – 6,24	4,04 ± 1,36

* amostras superficiais (0-40m) nas estações CHV-08 e CHV-09.

** média dos valores encontrados acima do limite de detecção.

De acordo com a literatura, as concentrações de HPA que alcançam até 2.000 ng.L⁻¹ são típicas de ambientes não contaminados por hidrocarbonetos de petróleo (Law, 1981; Weber e Bicego, 1991; FUNDESPA, 1994). Outros autores são mais restritivos e citam como limite para a indicação de contaminação por HPA em água, os níveis superiores a 1.000 ng.L⁻¹ (Knap *et al.*, 1986). Resultados de HPA totais acima de 10.000 ng.L⁻¹ referem-se a ambientes efetivamente afetados por introdução antrópica de hidrocarbonetos de petróleo (FUNDESPA, 1994), porém níveis de 10.000 a 30.000 ng.L⁻¹ foram encontrados próximos a plataformas de produção (UNEP, 1991).

5.2.4. Hidrocarbonetos Totais de Petróleo - HTP

Conforme descrito inicialmente as concentrações de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP) foram analisadas pelos laboratórios ANATECH e PUC-Rio. Os resultados obtidos pela ANATECH não apresentaram concentrações de HTP acima do limite de quantificação (1,5 µg.L⁻¹) analítico em nenhuma das estações de coleta. Os resultados das análises realizadas pela PUC-Rio detectaram concentrações de HTP acima do limite de detecção (1,206 µg.L⁻¹) em 34 das 77 amostras coletadas, com valor máximo de 5.964 µg.L⁻¹, encontrado na camada acima da haloclina.

Esse valor relativamente elevado na região profunda (acima haloclina) pode estar associado ao acúmulo de material orgânico, pois esta funciona como barreira de densidade na coluna d'água. Não são esperadas correlações desta concentração com o derramamento de óleo, uma vez que nesse ponto somente foram encontradas concentrações elevadas de HTP, e ausência de outros marcadores do derramamento de óleo, como HPA, Fenóis e alguns metais. Esse alto valor relativo pode representar algum tipo de variação natural ou até mesmo uma contaminação desta amostra na embarcação ou no laboratório.

Nas camadas superficiais, onde possivelmente é maior a influência nos valores de HTP por um possível derramamento de óleo, um valor relativamente elevado (1.231 µg.L⁻¹) foi encontrado na estação CHV-21, localizada a cerca de 23 km a SE do ponto do derramamento. Todavia, não se pode afirmar se esse aumento realmente está ligado com o derramamento de óleo da SEDCO-706, uma vez que existem outros empreendimentos

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA:	53 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

de E&P na região, que também influenciam as concentrações de HTP na água. Os resultados de HTP estão sumarizados na figura 26 e na tabela 18, a seguir.

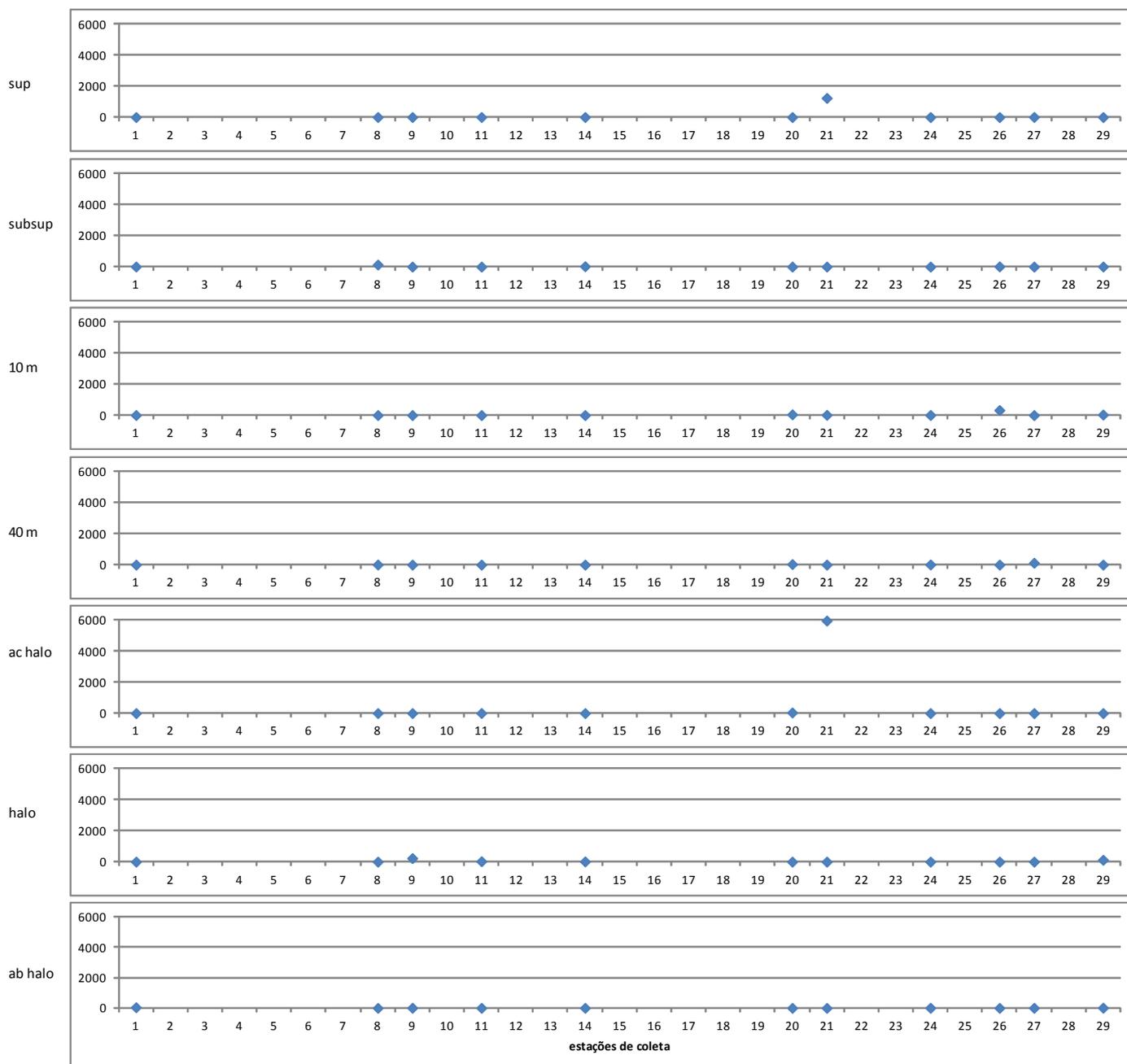


Figura 26. Distribuição dos HTPs (ng.L⁻¹) nas camadas amostradas das 11 estações de coleta.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
				DATA.: ABRIL DE 2012
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA: 54 de 89
TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar	

Tabela 18. Resultados das análises de hidrocarbonetos totais e n-alcenos nas amostras.

Extrato	HTP	Total de Alifáticos	n-alcenos	MCNR
Superfície	1,83 – 1.231 (6)	0,82 – 902 (5)	0,12 – 189 (4)	1,86 – 681 (4)
Subsuperfície	3,78 – 131 (5)	0,08 – 84,7 (7)	0,08 – 9,93 (6)	1,45 – 68,6 (5)
10 m	3,58 – 325 (6)	0,24 – 160 (6)	0,18 – 60,8 (4)	4,17 – 9,66 (2)
40 m	4,03 – 121 (4)	0,16 – 59,5 (6)	0,08 – 1,25 (5)	0,93 – 55,7 (4)
Acima da Haloclina	1,91 – 5.964 (5)	0,50 – 612 (7)	0,10 – 32,7 (7)	2,75 – 34,8 (4)
Haloclina	15,6 – 226 (4)	0,70 – 107 (3)	0,33 – 12,9 (3)	86,2 (1)
Abaixo da Haloclina	5,15 – 41,4 (4)	0,05 – 13,8 (6)	0,05 – 1,30 (3)	1,50 – 11,2 (3)

Nota: Valores de concentração expressos em $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Negrito – valores acima do limite de detecção do total de 11 amostras analisadas.

Apesar desse valor relativamente elevado, outros estudos realizados na região da Bacia de Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002) já identificaram concentração de HTP nas amostras de superfície (10 m) de até $3.106 \mu\text{g.L}^{-1}$, com média de $39,6 \pm 263 \mu\text{g.L}^{-1}$. Neste mesmo estudo, as amostras de meia água (termoclina = 75 m) apresentaram valor máximo de $2.531,2 \mu\text{g.L}^{-1}$, com média de $48,1 \pm 245 \mu\text{g.L}^{-1}$. Já as amostras de água de fundo, coletadas a cerca de 200 m de profundidade, apresentaram valor máximo de $332 \mu\text{g/L}$, com média de $21,2 \pm 46,1 \mu\text{g.L}^{-1}$. Assim, é possível supor que os valores relativamente elevados HTP já sejam rotineiramente encontrados na região, devido à atividade de E&P na área da Bacia de Campos.

Em estudos específicos da região ultraprofunda realizados na região da P-40, Albacora, Barracuda e Caratinga (referências citadas na tabela 9), as concentrações totais de hidrocarbonetos na água foram encontradas menores que o limite de detecção analítico, exceto nos estudos realizados próximo à região da Plataforma P-40, que apresentaram

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: 0
		RT – MA_POS INCIDENTE	DATA.: ABRIL DE 2012
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		FOLHA: 55 de 89
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

valor máximo de n-alcanos de 8,30 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Já nos estudos no Bloco BC-4 (referência citada na tabela 9), os valores máximos chegaram a 74,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$ em uma das estações de coleta. Nas amostras superficiais das duas estações do campo próximo onde foram analisadas as concentrações de HTP, os valores variaram desde abaixo do limite de detecção analítico (1,206 $\mu\text{g.L}^{-1}$) até 131,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$, sendo estes valores dentro da faixa de variação da região do Campo de Frade.

5.2.5. Fenóis

Os fenóis são compostos químicos tóxicos aos organismos aquáticos, mesmo quando presentes em níveis 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).

Assim como os hidrocarbonetos (HTPs e HPAs), os fenóis são importantes indicadores da ocorrência de derramamento de óleo, pois são produtos da oxidação de alguns destes compostos. Logo, foram realizadas análises de fenóis nos laboratórios da ANATECH e da PUC-Rio. Os valores de fenóis totais estiveram abaixo do limite de detecção analítico (9.000 ng.L^{-1}) em todas as amostras analisadas pela ANATECH. Nas amostras analisadas pela PUC-Rio, foi verificada apenas a presença de 1 composto fenólico acima do limite de detecção (0,66 ng.L^{-1}) dos 18 compostos analisados. Os resultados indicaram a presença do 2,3-dimetilfenol, com valores de concentração máxima de 2,8 ng.L^{-1} . Contudo, os valores encontrados para este composto estão muito baixos, cerca de 4 ordens de grandeza menores do preconizado pela legislação CONAMA Nº 357/05, de 60.000 ng.L^{-1} .

A maioria das amostras analisadas para quantificação de fenóis a região ultraprofunda da Bacia de Campos (P-40, Albacora, Barracuda e Caratinga) apresentou valores abaixo do limite de detecção do método, que foi de 80 ng.L^{-1} .

Nas estações situadas nas proximidades do Campo de Frade das campanhas anteriores, os valores encontraram-se abaixo do limite de detecção em praticamente todas as amostras. Somente em um ponto de coleta foi encontrado o valor de 3.000 ng.L^{-1} , durante a primeira campanha de monitoramento ambiental.

5.2.6. Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos – BTEX

Com relação aos níveis de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX), que são compostos monoaromáticos e possuem grande volatilidade, foram realizadas as análises nos diferentes laboratórios, anteriormente descritos. Com relação aos dados da ANATECH, verificou-se a presença de meta e para-Xileno acima do limite de detecção

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA:	56 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

(0,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$) em apenas uma amostra da estação CHV12, abaixo da haloclina, com valor de 1,58 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Os resultados obtidos pelo laboratório da PUC-Rio, o limite de detecção foi de 0,19 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para o benzeno, 0,50 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para o Tolueno, 0,16 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para o Etilbenzeno, 0,21 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para o meta e para-Xileno e 0,11 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para o orto-Xileno. Os resultados apresentaram valores acima destes limites em 7 das 77 amostras analisadas, com valor máximo de 4.1 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Nas campanhas pretéritas realizadas no Campo de Frade, em nenhuma amostra foi encontrada concentração de BTEX, sendo o limite de detecção na primeira campanha de 2,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e 0,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na segunda campanha.

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

5.2.7. Sulfetos

Os sulfetos equivalem ao teor de sulfeto total, correspondente ao somatório das concentrações das equivalências HS^- , S^{2-} e H_2S 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).

A presença de sulfetos em águas marinhas está relacionada a condições anóxicas, ao aporte de matéria orgânica e/ou renovação ineficaz de água. Nestas condições, o sulfato dissolvido, naturalmente disponível em águas marinhas, é utilizado como fonte de oxigênio pelas bactérias sulfato-redutoras na oxidação da matéria orgânica (Grasshoff *et al.*, 1983).

De acordo com a literatura, foram encontradas concentrações detectáveis de sulfeto somente na região da Plataformas P-40, com valores chegando a 1,60 mg.L^{-1} . Nos demais estudos, todas as amostras apresentaram valores de sulfeto inferiores a 0,02 mg.L^{-1} . Esse comportamento com valores baixos de concentração de sulfeto é esperado, uma vez que em condições oxidantes e de alta renovação de águas, como é o caso da Bacia de Campos, os sulfetos presentes no ambiente são rapidamente convertidos para sulfato.

Durante a expedição para avaliação ambiental realizada em escala regional, nas imediações do Campo de Frade, não foi identificada a presença de sulfeto na água em concentrações acima do limite de detecção analítico (0,001 mg.L^{-1}). Nas campanhas

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	57 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

anteriores também não foi encontrada concentração deste composto acima do limite de detecção analítico.

5.2.8. Metais

Para avaliação das concentrações dos metais pesados na região da Bacia de Campos realizou-se a análise dos metais As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, V e Zn nas amostras de água. Dentre estes metais, somente foi detectada a presença de Cr, Zn e Fe. A tabela a 19 apresenta os limites de detecção analíticos encontrados para os metais analisados.

Tabela 19. Limites de detecção dos metais pesados.

Metais	Limite de detecção (mg.L ⁻¹)
As	< 0,010
Ba	< 0,010
Cd	< 0,004
Cr	< 0,010
Cu	< 0,009
Fe	< 0,030
Hg	< 0,0002
Mn	< 0,010
Ni	< 0,005
Pb	< 0,009
V	< 0,015
Zn	< 0,020

O Cr foi encontrado em 8 amostras (das 197 analisadas) com valor máximo de 0,024 mg.L⁻¹, ressaltando que o limite máximo preconizado pela legislação brasileira (CONAMA Nº 357/05) é de 0,050 mg.L⁻¹.

O Zn foi encontrado em 50 amostras (das 197 analisadas) com valor médio de 0,048 ± 0,011 mg.L⁻¹, sendo o limite máximo preconizado pela legislação brasileira (CONAMA Nº 357/05) de 0,090 mg.L⁻¹, não atingido em nenhuma das amostras coletadas.

O Fe foi detectado em 61 amostras (das 197 analisadas), com valor médio de 0,074 ± 0,054 mg.L⁻¹. O limite preconizado pela legislação brasileira (0,30 mg.L⁻¹) foi ultrapassado somente em uma amostra, com valor de 0,328 mg.L⁻¹.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 58 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Em comparação com as campanhas anteriores no campo de Frade (Tabela 20), é possível observar que os valores encontrados estão relativamente abaixo do reportado, indicando possivelmente uma variação sazonal ou até mesmo da técnica analítica empregada em cada um dos estudos.

Tabela 20. Comparação dos valores de concentração ($mg.L^{-1}$) de metais obtidos nas camadas superficiais das proximidades do campo de Frade.

Metal	PMA Janeiro de 2010	PMA Agosto de 2011	Este estudo Dezembro de 2011
As	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Ba	<0,1 – 0,2	<0,1	< 0,010
Cd	<0,001 – 0,004	<0,004	< 0,004
Cr	< 0,050	< 0,010	< 0,010
Cu	<0,009 - 0,010	< 0,003	< 0,009
Fe	0,15 – 0,85	< 0,030	< 0,030 – 0,1045
Hg	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Mn	<0,05 – 0,11	< 0,010	< 0,010
Ni	< 0,020	< 0,005	< 0,005
Pb	<0,01 – 0,08	< 0,009	< 0,009
V	<0,01 – 0,02	< 0,015	< 0,015
Zn	<0,01 – 2,16	< 0,020 – 0,080	< 0,020 – 0,0435

É importante ressaltar que os principais metais indicadores da influência da atividade de E&P são o Ba e V. O Ba é principal componente da Baritina, utilizada durante a perfuração de poços petrolíferos. O V é comumente encontrado no petróleo como impureza, e na crosta terrestre as concentrações de vanádio estão em torno de $150 \mu g.g^{-1}$ (WHO, 2000), sendo o intemperismo da crosta o principal caminho de entrada natural deste elemento no ambiente marinho (Bishop, 1983; WHO, 2000). Conforme anteriormente mencionado, esses dois metais foram observados abaixo do limite de detecção.

5.2.9. Clorofila-a

As concentrações de Clorofila-a apresentaram, em todas as estações de coleta, valores abaixo do Limite de Quantificação, que foi de $<5 \mu g.L^{-1}$. Nas campanhas anteriores do campo de Frade, os valores de concentração de clorofila também estiveram abaixo do limite de detecção analítico, de $0,2 \mu g.L^{-1}$ e $10 \mu g.L^{-1}$ nas campanhas de Janeiro de 2010 e agosto de 2011, respectivamente.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	59 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

O trabalho realizado em 2002 na região da Bacia de Campos (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002), reporta resultados de clorofila-a medida em diferentes pontos e em diferentes profundidades. Os valores expressam concentrações médias muito baixas, em torno de $0,23 \mu\text{g.L}^{-1}$, com concentração máxima de $1,61 \mu\text{g.L}^{-1}$. As concentrações de clorofila-a variaram de $0,0136$ a $1,6076 \mu\text{g.L}^{-1}$ a 10 m de profundidade, de $0,0035$ a $1,5203 \mu\text{g.L}^{-1}$ junto à termoclina e de $0,0008$ a $1,4503 \mu\text{g.L}^{-1}$ 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 nutrientes.

5.3. Análises ecotoxicológicas

Conforme mencionado anteriormente, os dados referentes aos testes de ecotoxicidade ainda estão sendo analisados e portanto não serão apresentados nesse primeiro relatório.

5.4. Tratamento estatístico

A tabela 12, a seguir, apresenta a correlação de Spearman entre os parâmetros onde foram encontrados resultados acima do limite de detecção em mais de 50% dos dados coletados. Os resultados indicam correlação positiva significativa entre temperatura e salinidade, onde os maiores valores de temperatura e salinidade estão associados entre si, ambos influenciados pelas massas d'água presentes na região. Os parâmetros OD e pH, foram correlacionados positivamente, associados a produtividade primária, onde o aumento do pH ocorre em função da maior produção de oxigênio. Os valores de HTP e n-alcanos tiveram correlação positiva significativa, devido à interferência destes parâmetros entre si, pela influência petrolífera na região.

A correlação negativa significativa foi encontrada entre OD e temperatura, onde os maiores valores de OD são encontrados em águas mais frias. Os valores de n-alcanos e OD também tiveram correlação negativa, onde a presença de n-alcanos pode estar associada com a diminuição dos valores de OD na região.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA:	60 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Tabela 21. Correlação de Spearman entre os resultados.

	Temperatura	Salinidade	OD	pH	HTP	HPAs
Salinidade	0.723					
OD	-0.363	-0.014				
pH	0.172	0.524	0.560			
HTP	0.032	0.028	-0.097	-0.044		
HPAs	-0.086	-0.117	-0.070	-0.115	0.115	
n-alcanos	0.143	0.066	-0.231	-0.122	0.679	0.130

A análise de componentes principais (ACP) dos parâmetros coletados apresentou certa distribuição, onde os resultados de HTP, HPA e n-alcanos, que são os principais indicadores da influência do petróleo, ficaram agrupados em uma determinada região do gráfico, apresentando forte correlação positiva com o fator 2. Já as análises físicas e físico-químicas (temperatura, salinidade, pH e OD) foram agrupadas em outra região do gráfico, onde os parâmetros de temperatura e salinidade apresentaram forte correlação positiva do eixo 1 (figura 27).

A figura 28, apresenta a ACP das amostras coletadas, onde o fator 1, principal fator encontrado que responde por cerca de 29% da variância dos dados, pôde ser interpretado pelo comportamento natural dos parâmetros em função da profundidade. Esta interpretação está pautada no fato de que as amostras foram claramente separadas em dois grupos por este eixo, onde as amostras coletadas nos 4 primeiros estratos (superfície, subsuperfície, 10 e 40m) apresentaram valores positivos do eixo 1 e as amostras situadas na região mais profunda da coluna d'água (acima da haloclina, haloclina e abaixo da haloclina) apresentaram valores negativos neste eixo.

Já o eixo 2, que apresentou forte correlação com os parâmetros indicadores da influência petrolífera, apresentou 2 pontos com valores extremos, representados pelas amostras da estação CHV-21, coletas na superfície e acima da Haloclina. Nestas amostras foram encontrados os maiores valores de concentração de HTP e n-alcanos, conforme descrito anteriormente no item 5.2.4.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	61 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

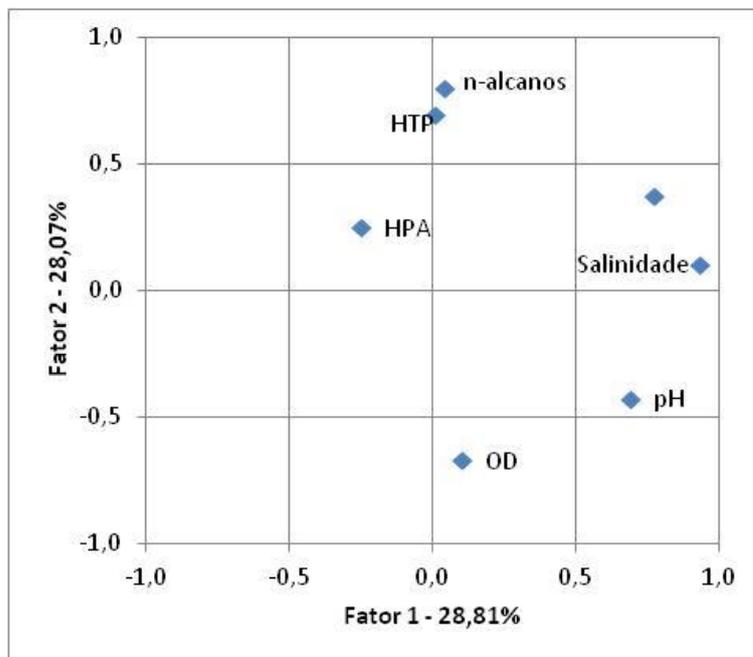


Figura 27. Análise de componentes principais dos parâmetros.

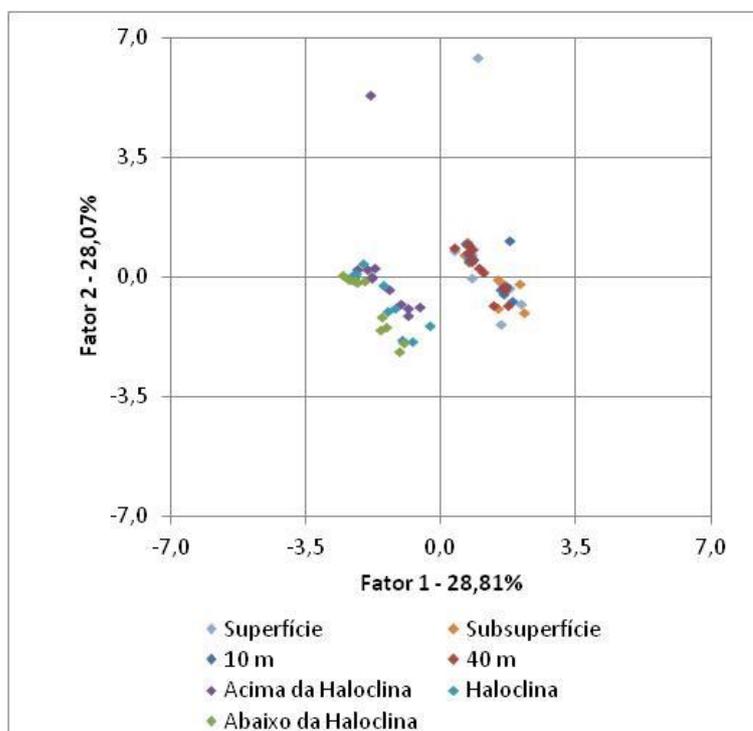


Figura 28. Análise de componentes principais das amostras.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	62 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

5.5. Biota Planctônica

Os resultados obtidos em cada uma das amostras destinadas às análises de fitoplâncton, zooplâncton e ictioplâncton estão apresentados nos anexos 5, 6 e 7.

5.5.1. Fitoplâncton

Nesta campanha foram identificadas 113 unidades taxonômicas (Figura 29), das quais 45 pertencem à Classe Dinophyceae (dinoflagelados), 44 à Classe Bacillariophyceae (diatomáceas), 12 ao filo Ciliophora (tintínídeos) e 10 Cocolithophyceae (cocolitoforídeos), além de 1 representante da classe Cyanophyceae (cianofíceas) e 1 da classe Dictyochophyceae (silicoflagelado).

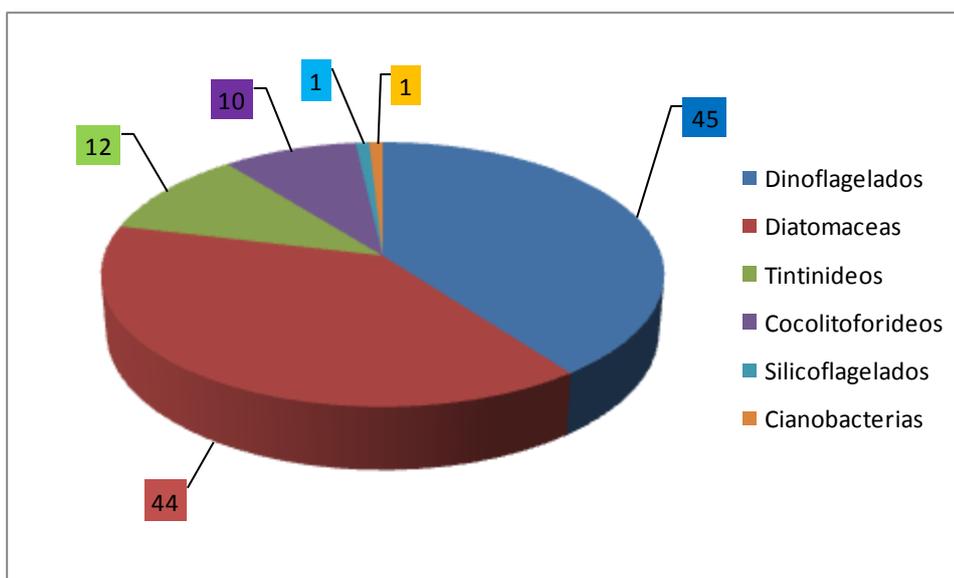


Figura 29. Riqueza total dos organismos fitoplanctônicos encontrados durante a campanha.

Embora os dinoflagelados tenham apresentado maior riqueza específica considerando todas as amostras coletadas, quando é observada a riqueza em cada amostra esse padrão é alterado. De forma geral, houve a dominância em cada uma das amostras, onde a maioria foi composta por diatomáceas (máximo de 13 indivíduos observados na estação CHV-01), e em alguns casos pelos dinoflagelados. A modificação de padrão de espécies dominantes em cada estação pode ser interpretada pela distância da costa, onde as amostras mais próximas ao continente apresentam maior dominância das diatomáceas, e as estações mais distantes da costa a dominância observada é de dinoflagelados. Corroborando essa interpretação, tem-se se o fato de que os dinoflagelados são organismos mais adaptados a condições de menor disponibilidade de

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	63 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

nutrientes (Raymond, 1980), que são comumente encontradas nos pontos de coleta mais afastados da linha de costa. A figura 30 apresenta a riqueza em cada uma das amostras coletadas.

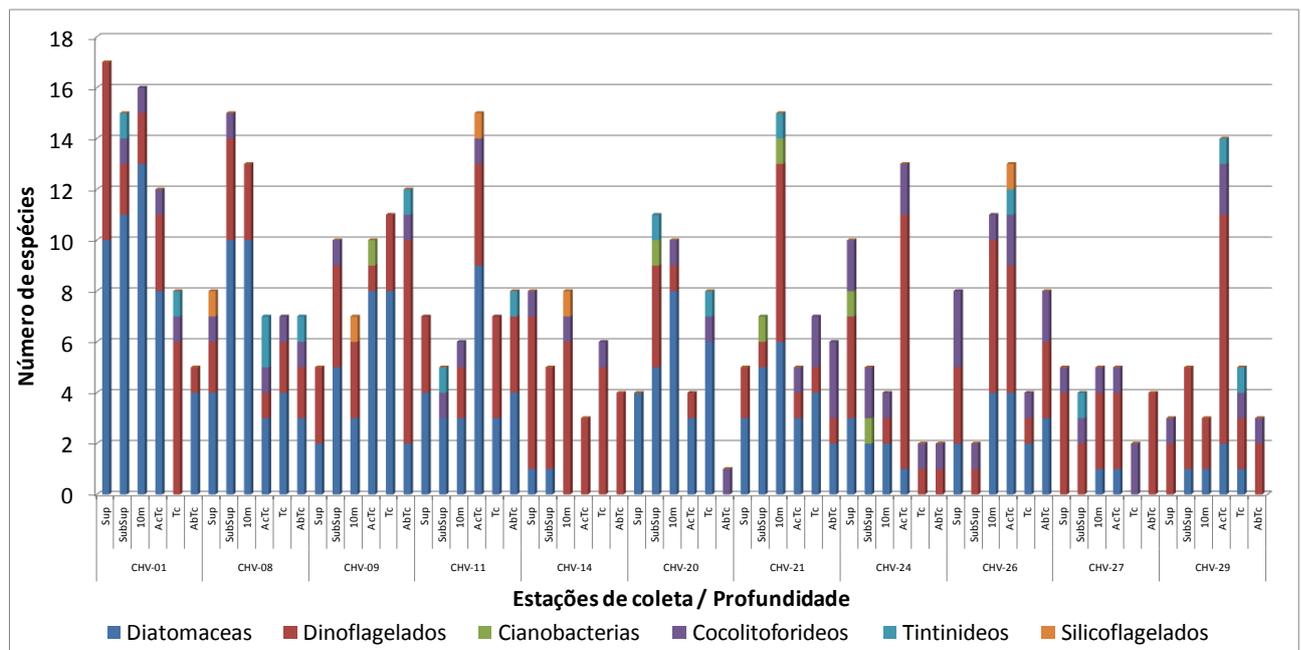


Figura 30. Riqueza total dos organismos fitoplanctônicos encontrados em cada ponto de coleta.

Nota: Sup – Superfície; SubSup – Subsuperfície; AcTc – Acima da termoclina; Tc – Termoclina; AbTc – Abaixo da termoclina.

A densidade celular fitoplanctônica foi relativamente baixa, com valor mediano de 360 cel.L⁻¹. 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 de nutrientes. Segundo Margalef (1978) estas regiões são conhecidas pela oligotrofia e diminuição na densidade celular. Contudo, ocasionalmente ainda são encontrados alguns valores extremos de densidade fitoplanctônicas (Figura 31), principalmente associados às camadas superficiais da coluna d'água, onde a disponibilidade de luz é maior. Os valores máximos de densidade fitoplanctônica foram associados com a presença de cianobactérias, especificamente nos pontos CHV-09 (acima da termoclina), CHV-20 (subsuperfície) e CHV-24 (10 m), conforme observado na figura 32.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 64 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

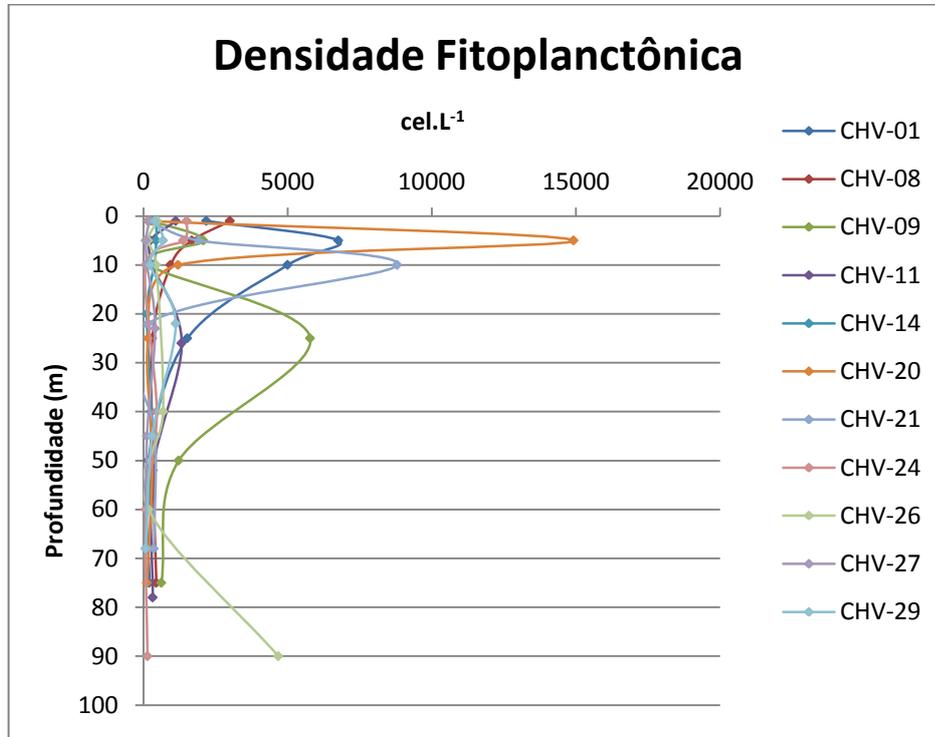


Figura 31. Densidade fitoplanctônica total encontrada em cada ponto de coleta.

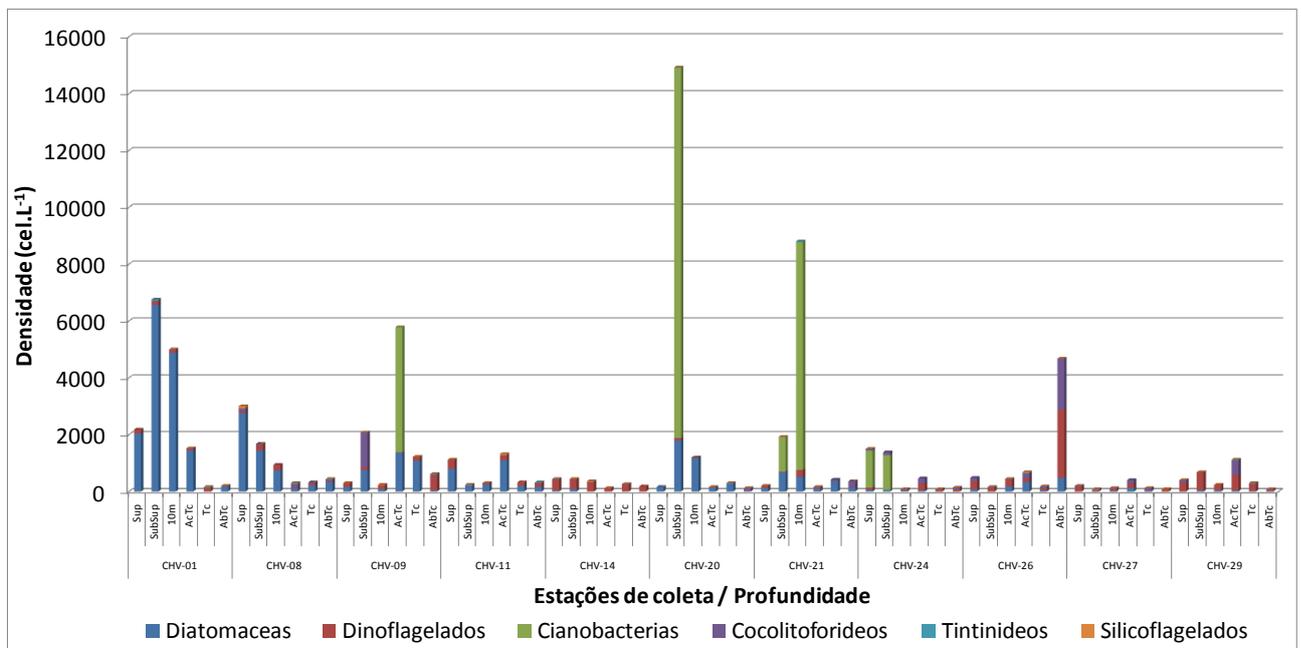


Figura 32. Densidade fitoplanctônica de cada grupo encontrada nos pontos de coleta.
 Nota: Sup – Superfície; SubSup – Subsuperfície; AcTc – Acima da termoclina; Tc – Termoclina; AbTc – Abaixo da termoclina.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 65 de 89

A figura 33 apresenta a composição específica do fitoplâncton coletado durante a expedição de avaliação pós incidente no Campo de Frade. Em termos de densidade celular, a espécie de cianobactéria *Trichodesmium erythraeum* apresentou maiores valores em uma única amostra, alcançando o valor de 13.020 cel.L⁻¹. A espécie de diatomácea penada ocorreu em 27 amostras, contudo foi observada em baixas concentrações. Outra espécie que possui relevância em termos de distribuição é a diatomácea *Haslea wawriake*, que ocorreu em 23 amostras (Figura 34).

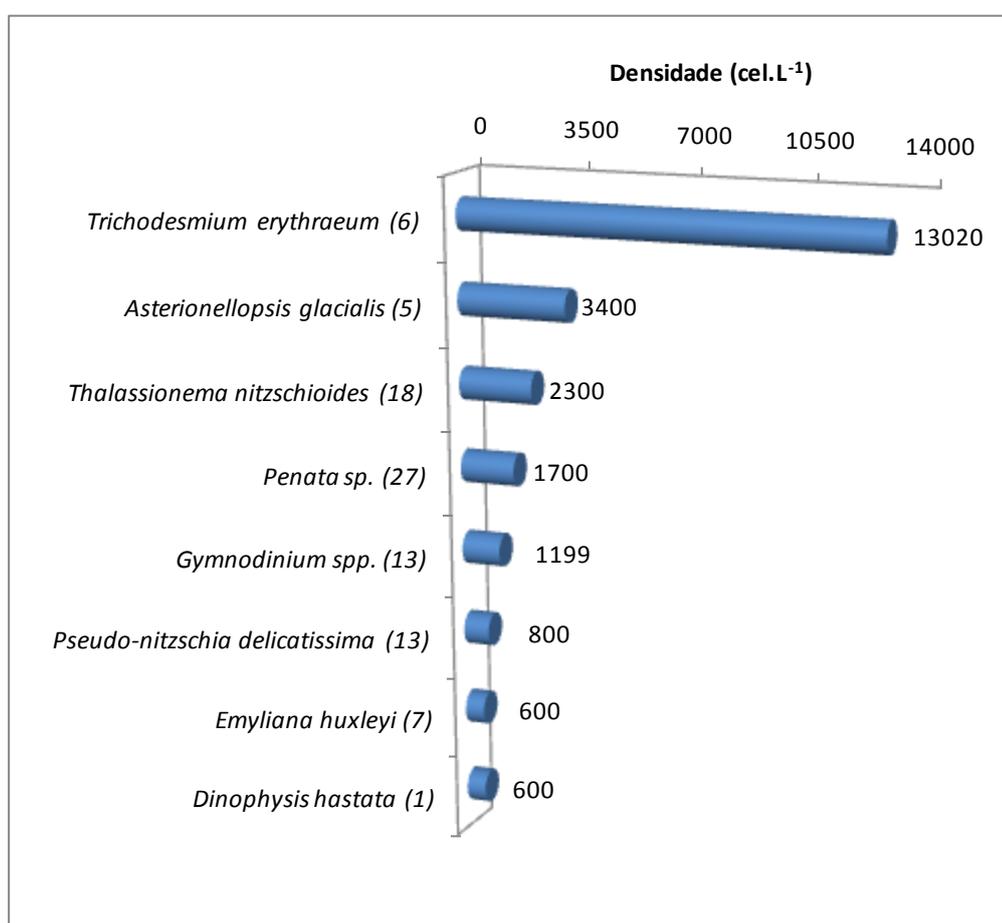


Figura 33. Composição específica do fitoplâncton na Bacia de Campos.
Nota: Valores entre parênteses – Número de ocorrências da espécie nas amostras coletadas.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 66 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

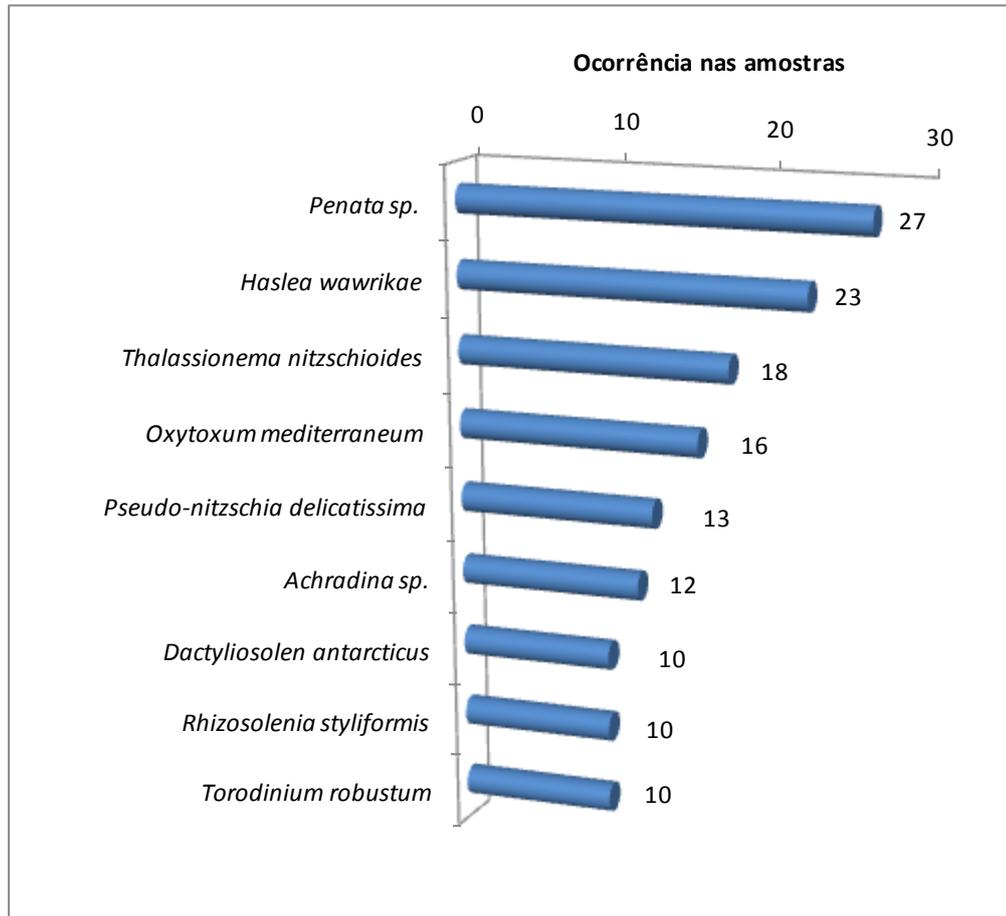


Figura 34. Ocorrência das espécies do fitoplâncton na Bacia de Campos.

As cianofíceas representam um papel importante na produção primária e no fornecimento de nitrogênio ao 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 com o 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.

Este gênero de cianofíceas é marinho, planctônico, pelágico, formador de florações extensivas nos oceanos e mares tropicais como: Mar Vermelho, Oceano Pacífico, Oceano

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 67 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Atlântico, Costa da Austrália, Indonésia, Maldivas 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, 2007).

Em comparação com a primeira campanha do programa de monitoramento ambiental, realizada em Janeiro de 2010, foram identificadas 14 unidades taxonômicas, das quais 8 pertenceram à Classe Dinophyceae (dinoflagelados), 3 à Classe Bacillariophyceae (diatomáceas), 1 à Cyanophyceae (cianobactérias), além de cocolitoforídeos (Prymnesiophyceae) e Fitoflagelados não identificados. Os dinoflagelados constituíram as Classes mais expressivas em unidades taxonômicas, contudo, quantitativamente, as cianobactérias foram as mais abundantes (98,9%). A densidade celular fitoplanctônica variou de 1.746 cels.L⁻¹ a 161.380 cels.L⁻¹, com uma média de 89.402 cels.L⁻¹, tendo a fração microfitoplanctônica contribuído com percentuais superiores a 96% da população total em algumas estações de coleta.

Já na segunda campanha (agosto de 2011) foram identificadas somente 10 unidades taxonômicas, das quais 5 pertencem à Classe Bacillariophyceae (diatomáceas), 3 à Classe Dinophyceae (dinoflagelados), 1 à Cyanophyceae (cianofíceas), além de 1 Cocolitoforídeo (Prymnesiophyceae). Embora as diatomáceas tenham apresentado maior riqueza específica, as cianofíceas foram as mais abundantes (47%) e as diatomáceas, as últimas em densidade celular. A densidade celular fitoplanctônica foi considerada baixa (situação de inverno), variando de 20 cels.L⁻¹ a 1.620 cels.L⁻¹, com uma média de 213 cels.L⁻¹.

5.5.2. Zooplâncton

Foram identificados 69 taxa, dos quais 46 em nível específico, onde o grupo taxonômico com maior riqueza observado foi o Copepoda, apresentando 33 espécies. A densidade dos organismos do holoplâncton, que passam todo ciclo de vida no plâncton, variou de 3 a 19 taxa. Já os organismos do meroplâncton, representados pelos ovos e larvas de crustáceos, moluscos, poliquetas, dentre outros, que passam parte do ciclo de vida no plâncton, ocorreram em no máximo 3 espécies por tipo de arrasto, em cada estação de coleta. As figuras 35 e 36 apresentam, respectivamente, a riqueza dos organismos do holoplâncton e do meroplâncton obtidos em cada tipo de arrasto.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	68 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

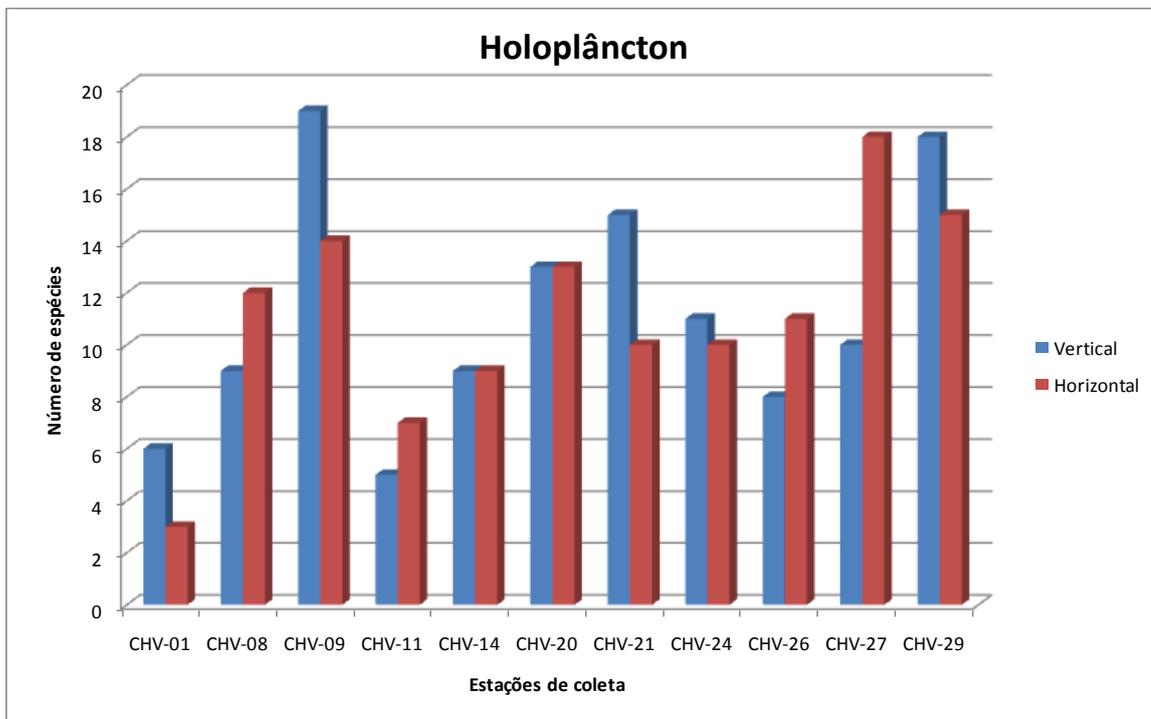


Figura 35. Riqueza dos organismos holoplanctônicos.

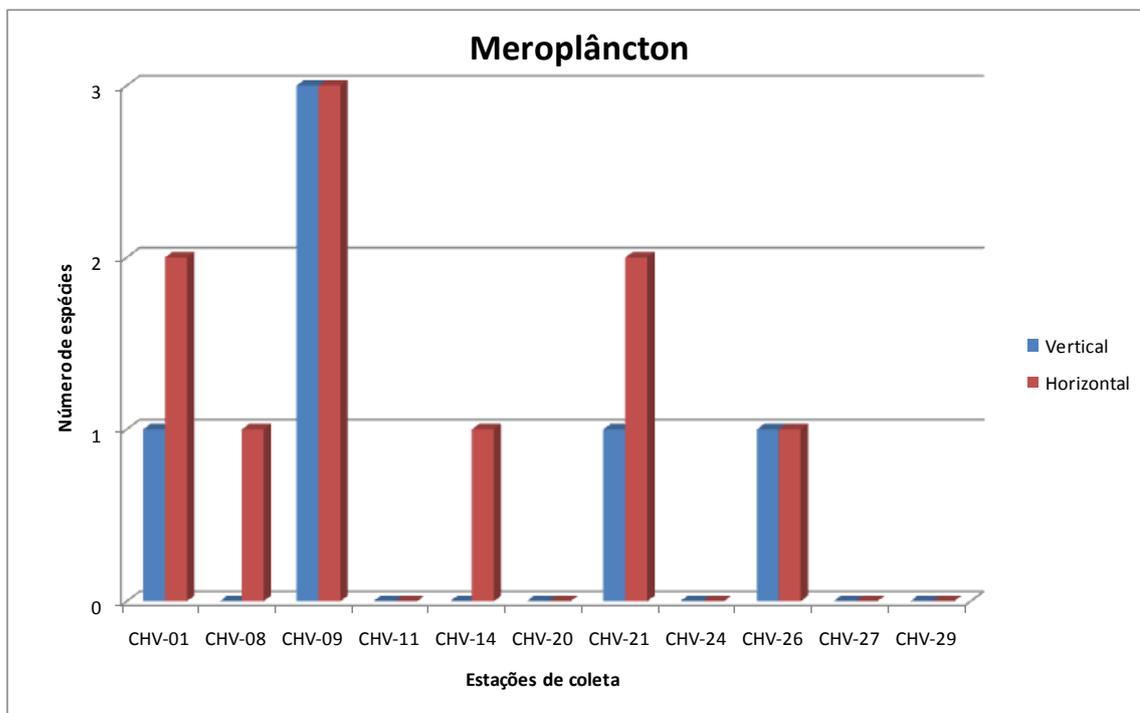


Figura 36. Riqueza dos organismos meroplanctônicos.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	69 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Os valores de densidade zooplanctônica variaram de 1,6 a 374 ind.m⁻³, sendo os maiores valores obtidos pelos arrastos horizontais. A diferença quantitativa na densidade zooplanctônica entre os tipos de arrasto pode ser relacionada a alguns fatores, como o tempo de arrasto e a profundidade amostrada. Os resultados obtidos nos diferentes tipos de arrasto não tiveram qualquer relação com horário de coleta, não sendo observado o favorecimento da coleta desta comunidade pelo efeito da migração nictemeral. Os resultados obtidos de densidade zooplanctônica estão apresentados na figura 37.

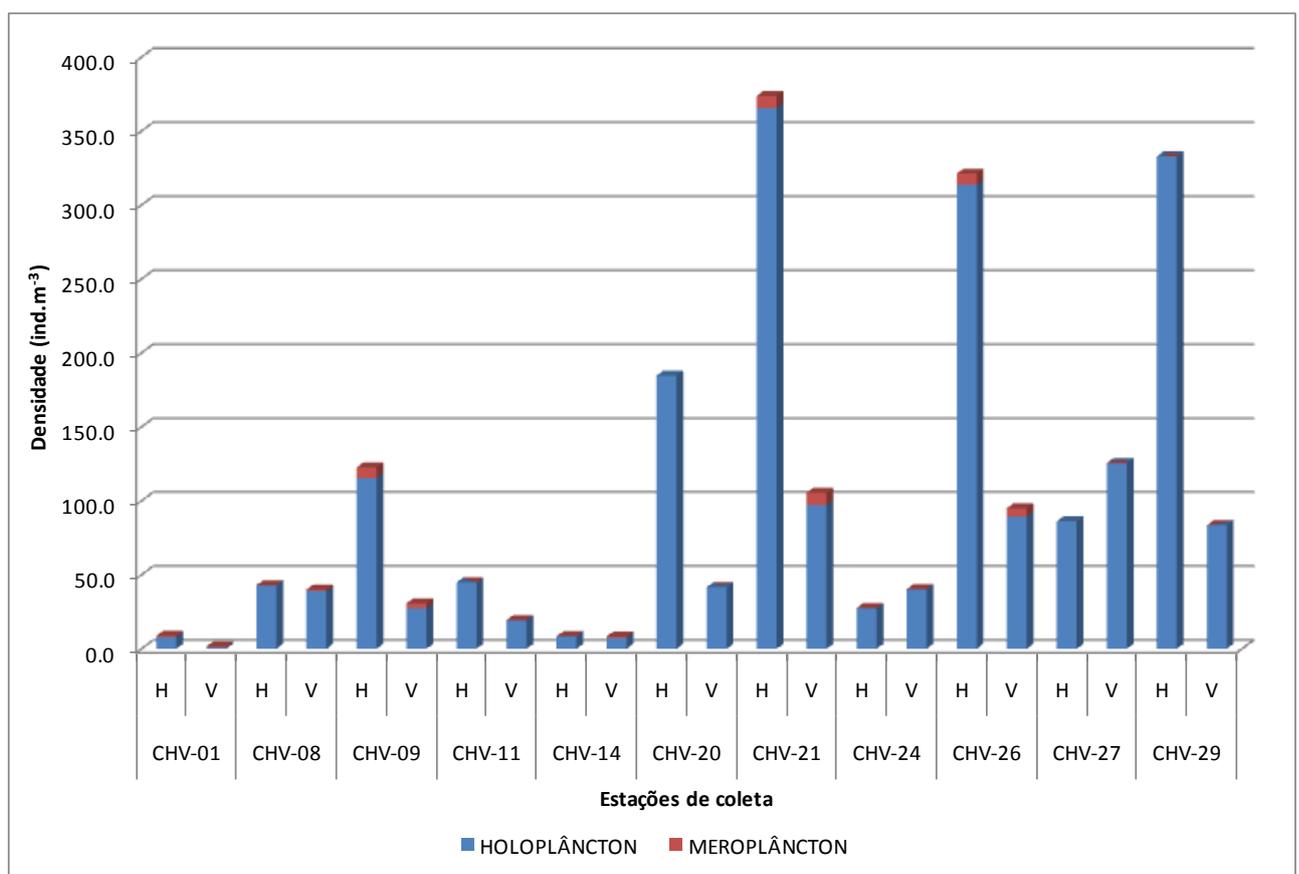


Figura 37. Densidade zooplanctônica de cada grupo encontrada nos pontos de coleta.

Dentre os taxa identificados, as três espécies mais abundantes, tanto em termos de densidade quanto em riqueza nos arrastos verticais e horizontais, pertencem ao grupo dos Copepoda. A espécie de maior densidade identificada foi a *Farranula gracilis*, com valor máximo de 122,82 ind.m⁻³ no arrasto horizontal da estação CHV-26, e ocorreu em 19 diferentes arrastos realizados durante a campanha. A espécie *Temora stylifera* ocorreu com segundo maior valor de densidade, chegando a 75,58 ind.m⁻³, também no arrasto horizontal da estação CHV-26, e em 19 diferentes arrastos. A espécie *Oncaea media* obteve valor máximo de densidade de 57,51 ind.m⁻³, sendo encontrada em 18 arrastos.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	70 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

As figuras 38 e 39 apresentam os valores de densidade e riqueza das principais espécies encontradas.

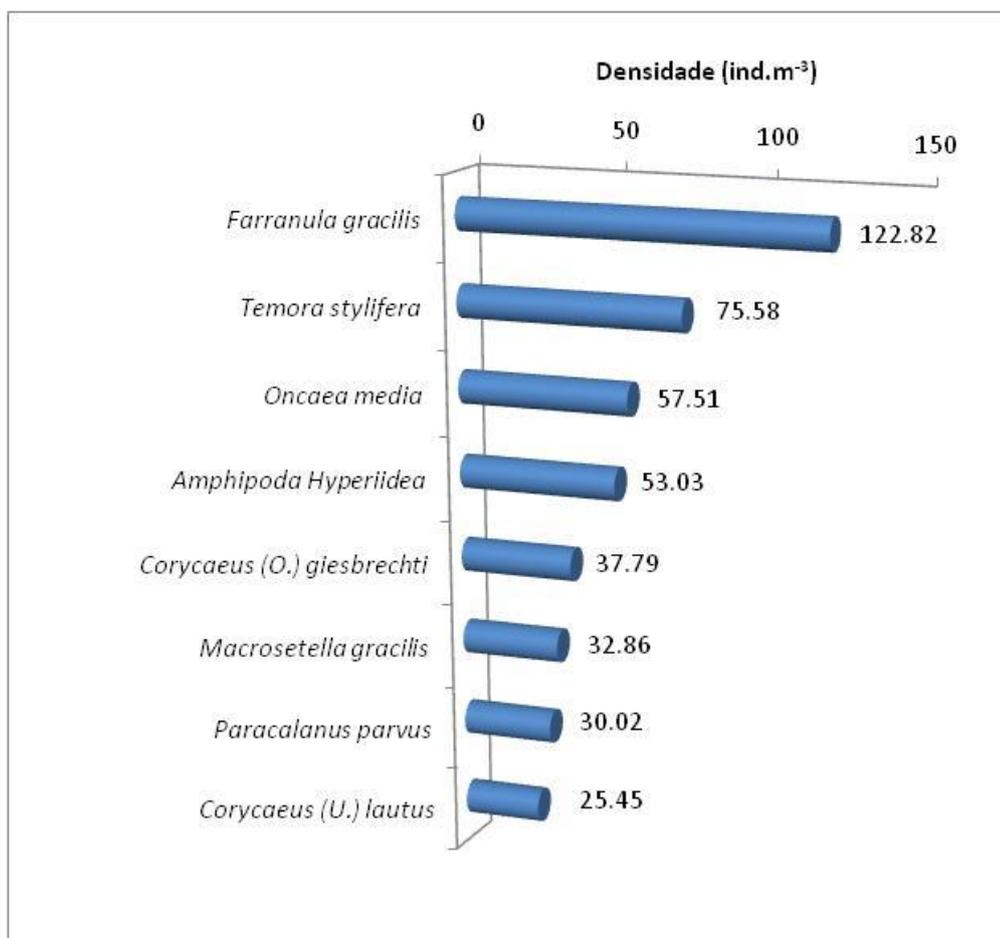


Figura 38. Densidade zooplânctônica das principais espécies coletadas.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 71 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

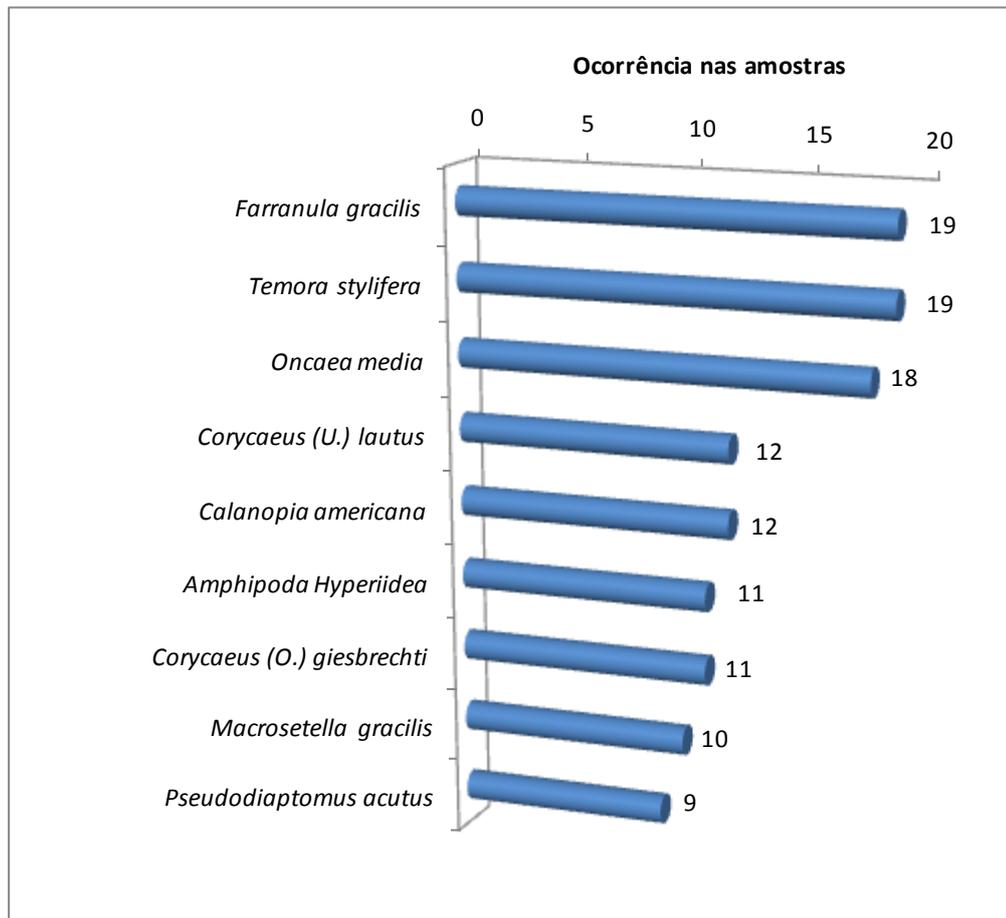


Figura 39. Riqueza zooplânctônica das principais espécies coletadas.

Os copépodos 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, muito pequenos para serem extraídos mecanicamente por animais suspensívoros (Angel, 2003). Em 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 copépodos, 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.

Em comparação com as campanhas anteriores no campo de Frade, em Janeiro de 2010 foram identificados 77 taxa zooplânctônicas, dos quais 31 foram em nível específico. O grupo com maior riqueza foi Copepoda (26 taxa), seguido do Decapoda (22 taxa), pertencentes ao meroplâncton. O terceiro grupo com maior número de taxa identificados

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	72 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

foi holoplanctônico (Chaetognatha - 12 taxa). O zooplâncton coletado com o arrasto vertical variou de 36,2 ind.m⁻³ a 120,4 ind.m⁻³, com uma densidade média de 82,5 ind.m⁻³. Já no arrasto horizontal, a densidade zooplanctônica foi maior e variou entre 390,0 ind.m⁻³ a 1.378,1 ind.m⁻³, com média de 750,5 ind.m⁻³.

Na campanha de agosto de 2011 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 do zooplâncton coletado com o arrasto vertical variou de 198,8 ind.m⁻³ a 873,9 ind.m⁻³, com uma densidade média de 566,4 ind.m⁻³. No arrasto horizontal, a densidade zooplanctônica foi maior e com ampla variabilidade, 14,5 ind.m⁻³ a 4.855 ind.m⁻³, com média de 2375,5 ind.m⁻³.

5.5.3. Ictioplâncton

Foram identificados nesta expedição 61 taxa de larvas peixes coletados através das redes de 300 e 500 µm. A variação da riqueza específica em cada ponto de coleta variou de 4 a 20 taxa, sendo identificados, de forma geral, um maior número de espécies pela rede de 300 µm. Contudo, estatisticamente não foi encontrada diferença significativa (p>0,05) para os resultados obtidos de riqueza entre as amostras coletadas entre as redes de 300 e 500 µm. Os resultados de riqueza específica de larvas de peixes em cada estação de coleta estão apresentados na figura 40, a seguir.

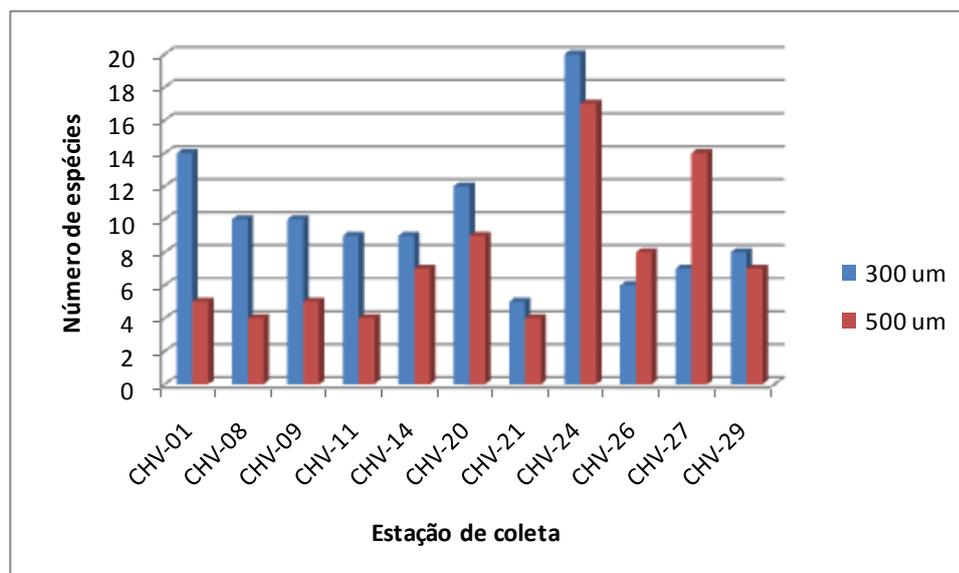


Figura 40. Riqueza dos organismos ictioplanctônicos (larvas).

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	73 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

A densidade das larvas variou de 2,92 a 156.62 ind.100m⁻³, sendo o valor máximo encontrado na estação CHV-20 pela rede de 300 µm. Foi encontrada uma diferença significativa (p<0,05) entre as amostras de larvas coletadas pelas redes de 300 e 500 µm (Figura 41).

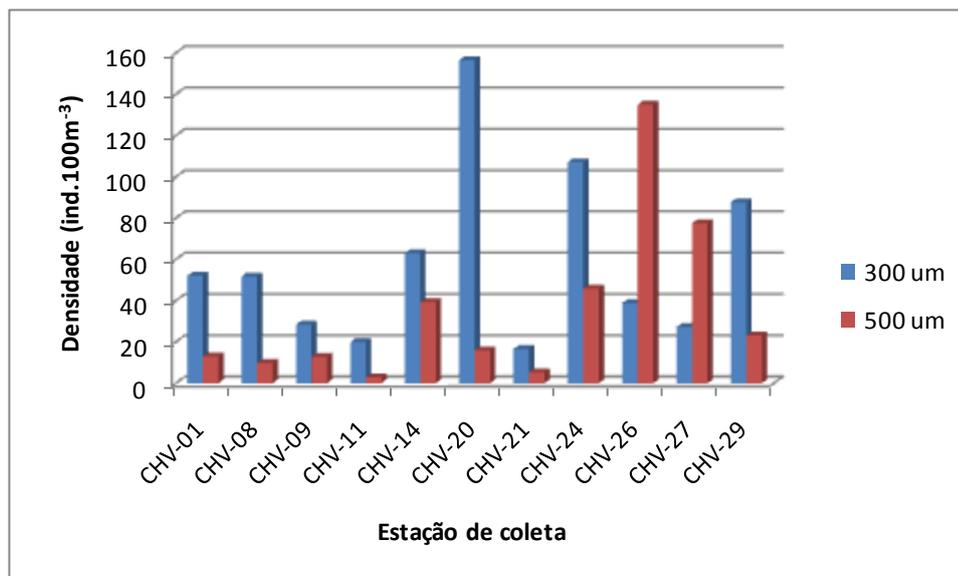


Figura 41. Densidade ictioplanctônica (larvas) de cada grupo encontrada nos pontos de coleta.

Além das larvas recém eclodidas, onde não foi possível a identificação, o grupo mais representativo do ictioplancton pertence à família Myctophidae (Figura 42). 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). 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).

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. Em amostras de ictioplancton 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 – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	74 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

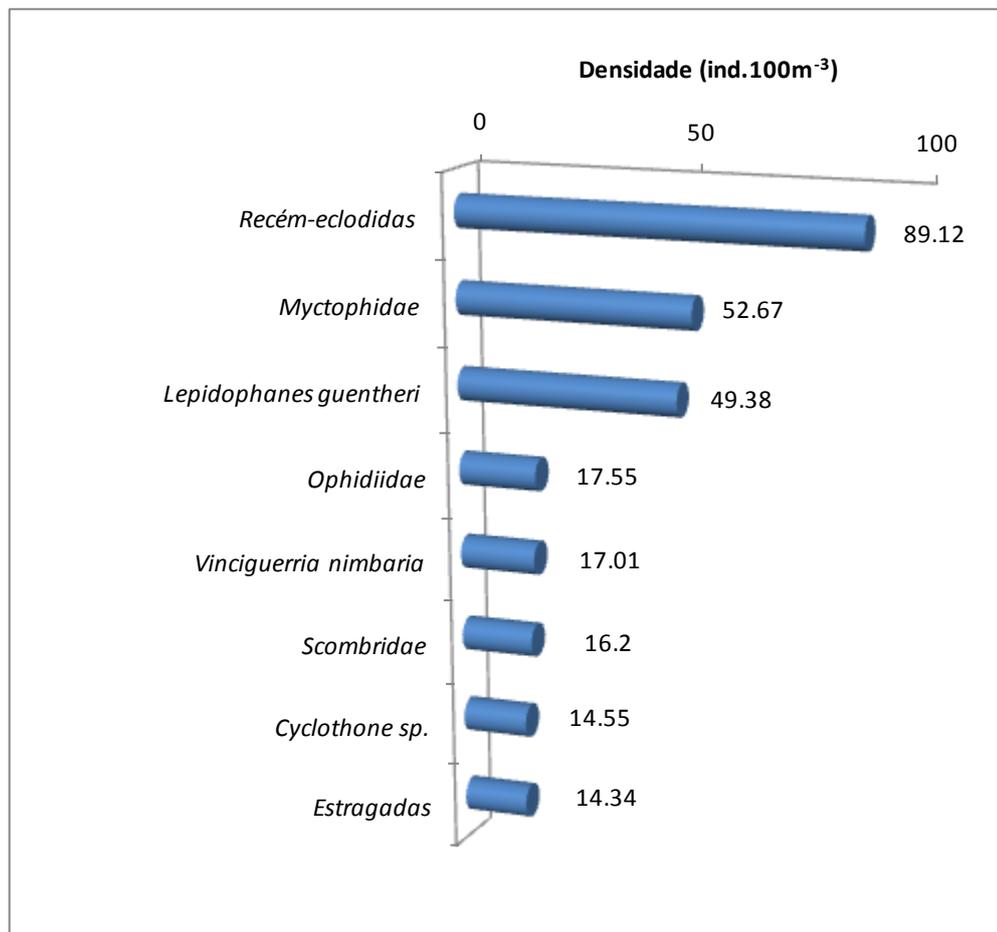


Figura 42. Densidade ictioplânctônica das principais larvas coletadas.

Outras seis famílias também representaram o grupo de espécies pelágicas são: Phosichthyidae (batipelágica), Paralepididae (batipelágica), Gonostomatidae (batipelágica), Bregmacerotidae (mesopelágica), Stomiidae (batipelágica) e Melamphidae (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 (Figura 43), representado principalmente por *Syacium papillosum* (linguado-da-areia). Além desta espécie da família Paralichthyidae, o grupo de peixes associados a recifes e/ou formações coralinas é representado por outras famílias com menor abundância, como: Serranidae - sub-famílias

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	75 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

Serraninae - *Serranus* sp. (compreende peixes comercialmente importantes como garoupa e badejo), Scaridae (peixe-papagaio ou budião), Gobiidae (maria-da-toca), Scorpaenidae (mangangá), Haemulidae (roncadores) e Ptereleotridae (maria-da-toca).

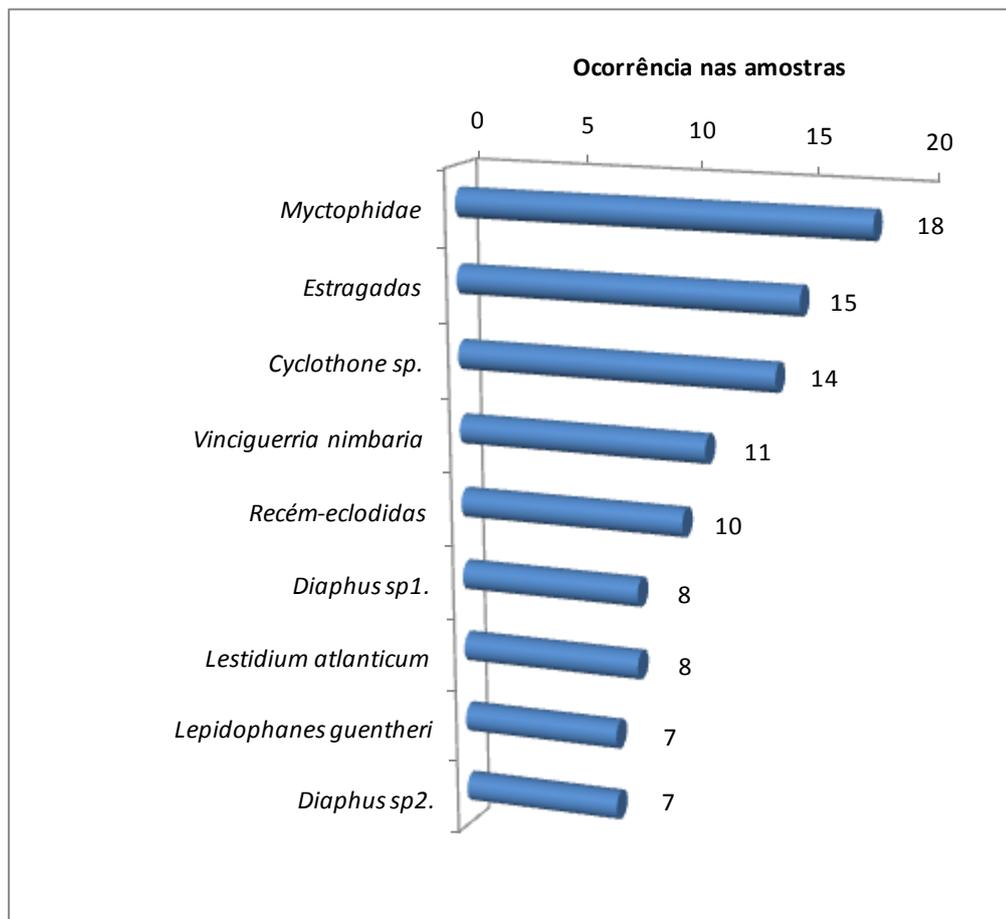


Figura 43. Riqueza ictioplânctônica das principais larvas coletadas.

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

Dentre os Stomiiformes, ocorrem larvas pertencentes às famílias Phosichthyidae, Sternoptychidae e Gonostomatidae (Moser & Watson, 1996; Richards, 2006). Por

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	76 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

problemas taxonômicos e falta de interesse comercial direto, esse grupo tem sido pouco estudado na costa do Brasil (Katsuragawa *et al.*, 2006).

A densidade dos ovos de peixes encontrados nas estações de amostragem variou de 0 a 1.155 ind.100m⁻³, sendo a principal espécie identificada a *Maurolicus stehmanni*, ocorrendo em 55% das amostras coletadas. Em uma das amostras foi identificada a presença de 1.86 ind.100m⁻³ da ordem Anguilliformes. Na maioria das estações (91%) foi verificada a presença de ovos onde não foi possível a identificação. A figura 44 representa a densidade de ictioplâncton de cada grupo observada nas estações realizadas durante a campanha.

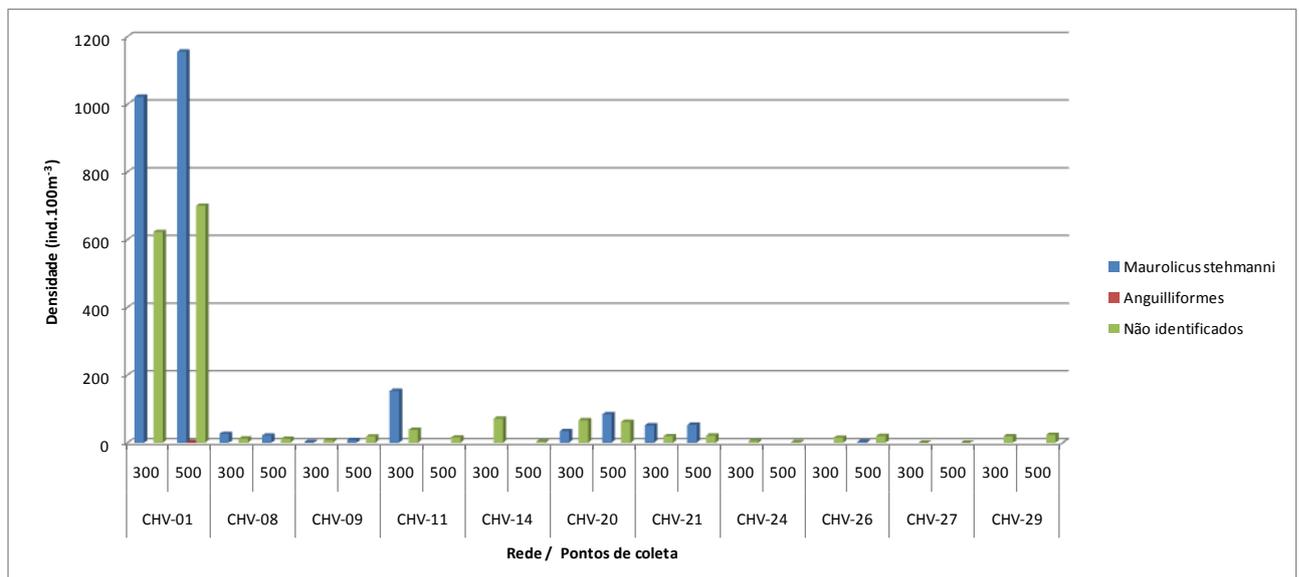


Figura 44. Densidade ictioplanctônica (ovos) de cada grupo encontrada nos pontos de coleta.

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 108). A densidade média de ovos encontrada foi de 13,6 ovos.100m⁻³, inferior à média registrada na presente campanha. As maiores densidades registradas foram superiores às do presente monitoramento (entre 50 e 174 ovos.100m⁻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 esperado para regiões oceânicas tropicais, uma vez que as regiões costeiras são mais produtivas que as oceânicas.

Outro dado importante apresentado no estudo supracitado (IBAMA/MMA/PUC-RJ/PETROBRAS, 2002), reporta que a Família Myctophidae, “peixe-lanterna”, foi o

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.: ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA: 77 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

terceiro táxon em abundância larval, atingindo em média 6,77 larvas.100m⁻³. Em termos de frequência de ocorrência, essa família apresentou a maior frequência entre os táxons identificados no presente trabalho, sendo amostrada em 70% das estações.

A distribuição larval dessa família foi predominantemente oceânica, cobrindo a maior parte da região oceânica avaliada.

Comparativamente, durante a primeira campanha de monitoramento ambiental do campo de Frade, em Janeiro de 2010, foi coletado um total de 246 ovos e 1168 larvas. Das larvas encontradas, 89,4% foram identificadas ao menor nível taxonômico possível e os 10,6% restantes foram representadas por larvas não identificadas (recém-eclodidas -7,4% e estragadas - 3,2%). Esta porcentagem elevada de larvas recém-eclodidas está relacionada à coleta realizada com a rede de malha 300 µm, que capturou um grande número de larvas vitelínicas as quais não puderam ser identificadas. As larvas identificadas estão representadas por 12 ordens, 36 famílias, 39 gêneros e 29 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.

Durante a segunda campanha (agosto de 2011) 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%). 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.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	78 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta campanha foi avaliado o comportamento de diversos parâmetros físico-químicos e biológicos em um contexto regional, através de um transecto de aproximadamente 330 km de extensão na direção N/S e outros dois transectos perpendiculares, na região da Bacia de Campos. Foram coletadas amostras em 29 estações, onde foram avaliadas 7 diferentes profundidades, sendo a distribuição espacial definida a partir dos resultados da modelagem matemática e das interpretações das imagens de satélite do período do incidente. Os registros meteoceanográficos, hidroquímicos e biológicos apresentados neste estudo foram analisados de forma a identificar possíveis alterações ambientais provenientes do vazamento de óleo ocorrido no Campo de Frade em uma abrangência regional.

Os valores de OD e pH, bem como do agregado orgânico representado pelo Carbono Orgânico Total e Dissolvido, mostraram concentrações normalmente encontrados para regiões oceânicas da Bacia de Campos. Os hidrocarbonetos HPA e TPH analisados apresentaram alguns valores um pouco elevados, mas que já foram reportados em diferentes estudos na região da Bacia de Campos, e estão geralmente associados às áreas onde há fonte de hidrocarbonetos de petróleo. Ressalta-se que a Bacia de Campos é a maior província petrolífera do Brasil, responsável por cerca de 80% da produção nacional do país, onde já foram observados esses níveis de concentração em diversos estudos previamente realizados nessa província.

Não foram detectadas concentrações de Sulfetos, bem como a maioria dos metais, inclusive o Bário e o Vanádio, sendo esses potenciais indicadores da influência de impactos decorrentes da atividade petrolífera. Os Fenóis e BTEX apresentaram valores dentro dos padrões esperados para Bacia de Campos.

Os resultados dos ensaios toxicológicos estão sendo analisados e serão apresentados após uma análise aprofundada dos padrões de distribuição e comportamento. A análise das comunidades planctônicas não identificou variações representativas nos padrões de distribuição e na ocorrência desses organismos. Os resultados foram compatíveis com o esperado para a região oceânica brasileira, reconhecidamente pobre em nutrientes, ou seja, oligotrófica, conforme diagnósticos e programas de monitoramento ambiental conduzidos na Bacia de Campos.

Por fim, durante a campanha não foram observados resultados que indiquem uma alteração nas condições gerais da qualidade da água e da biota planctônica na área amostrada provenientes do derramamento que ocorreu no Campo de Frade. Dessa forma entende-se que os impactos ambientais decorrentes desse incidente tenham tido um caráter (i) local, sem alterações significativas nos padrões e comportamentos dos parâmetros no meio em um contexto regional, e (ii) temporário, uma vez que as análises das amostras coletadas durante a campanha (cerca de 40 dias após o incidente) não

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	REV.: 0
			DATA.: ABRIL DE 2012
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		FOLHA: 79 de 89
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

indicaram concentrações dos parâmetros fora dos padrões esperados para Bacia de Campos.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	80 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

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. Ecosistema 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.
- 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.
- BÍCEGO, M.C. 1988. **Contribuição ao estudo de hidrocarbonetos biogênicos e do petróleo no ambiente marinho**. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Tese de Mestrado. 156 p.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA.:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	81 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

- BIO-RIO. 1993. Projeto Cabiúnas: relatório final. **Fundação BIO-RIO**. Rio de Janeiro. 169 p.
- 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. 1.5, p.844-861.
- CLEVE-EULER, A. 1951-1955. **Die Diatomeen von Schweden und Finnland**, I, V, II-IV, K. Sv Vetens.-Akad, Fjäide Sei, 2 (1): 1-163; 3 (3): 1-153; 4 (1):1-158; 4 (5): 1-255; 5 (4) : 1-232.
- CUPELO, A.C.G. 2000. **As frações do pico-, nano- e microplâncton da profundidade do máximo de clorofila na costa central do Brasil (13,5° - 23° S)**. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo (IO-USP), 132p.
- 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.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	82 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

- 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.
- 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.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	83 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

- 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**.
- IEAPM. 1997. Monitoramento do meio ambiente marinho. **Relatório sobre as análises dos poluentes realizadas em 1996/1997**. 82p.
- 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.
- 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.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
				DATA.:	ABRIL DE 2012
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		FOLHA:	84 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

- 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 icteoplâncton 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.
- MELGES-FIGUEIREDO, L.H.; HERMS, F.W.; PEREIRA, S.D.; HAMACHER, C.; MENICCONI, M.F.G.; CARREIRA, R.S.; COSTA, E.L.; LIMA, A.L.; ARAUJO-GUERRA, L.A.. CUNHA, A.A.S.; ALMEIDA FILHO, A.X.A. 1992. **Hydrocarbons distribution in coastal environment of Ilha Grande bay under influence of a maritime petroleum terminal.** Extended Abstract og III Latin American Congress on Organic Geochemistry. Manaus-AM.
- 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.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
				DATA:	ABRIL DE 2012
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		FOLHA:	85 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

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.

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.

PETROBRAS/CENPES. **Relatório de Caracterização Ambiental dos Campos de Barracuda e Caratinga.** 251 pp. 2002a.

PETROBRAS/CENPES. **Relatório do Monitoramento Ambiental da Área de Exploração e Produção do Campo de Marlim Sul - Pré-operação das Unidades P 40+38.** 120 pp. 2002b.



	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		DATA:	ABRIL DE 2012
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		FOLHA:	86 de 89
				CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

- PETROBRAS/CENPES. **Caracterização Ambiental do Oceano Profundo no Campos de Exploração e Produção de Albacora Leste, Barracuda e Caratinga.** 61pp. 2002c.
- PETROBRAS/CENPES. **Relatório de Caracterização Ambiental do Campo de Roncador.** 2002d.
- PETROBRAS/HABTEC. **Programa de Caracterização Ambiental da Área de Influência dos Dutos PDET/AMEG, Bacia de Campos.** Relatório de Caracterização Ambiental. 99pp. 2002
- 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.
- RAYMOND, J.E.G. (1980). **Plankton and productivity in the oceans.** Pergamon Press, Oxford: 489pp.
- 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.
- 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* Hulbert (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.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0
				DATA.:	ABRIL DE 2012
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos		FOLHA:	87 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade		CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

- 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 fitoplantônicas. Aplicação ao ecossistema da ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Neritica**. 6 (1-2): 7-26.
- WAGENER, A. L. R. ; HAMACHER, C. ; SCOFIELD, Arthur de Lemos ; CARREIRA, Renato . Relatório Integrador do Programa de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar. 2006WEITZMAN, 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.
- 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 Biociências, Universidade de São Paulo.

	RELATÓRIO TÉCNICO	Nº	RT – MA_POS INCIDENTE	REV.: 0
	PROGRAMA: Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			DATA: ABRIL DE 2012
	TÍTULO: Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			FOLHA: 88 de 89
				CAMPANHA: CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

8. EQUIPE TÉCNICA

ÁREA/FUNÇÃO: Avaliação Técnica | Interpretação dos Resultados

Responsável Técnico: Daniel Dias Loureiro

Formação: Oceanógrafo, PhD.

CTF: 635935 (Anexo 8)

Órgão de Classe: Não aplicável

ÁREA/FUNÇÃO: Verificação do Relatório

Responsável Técnico: Camila Wandeck Silva

Formação: Oceanógrafa.

Órgão de Classe: Não aplicável

ÁREA/FUNÇÃO: Biota (Identificação do Ictioplâncton)

Responsável Técnico: Adriana Silva Ibagy

Formação: Oceanógrafa, MSc.

CTF: 298388

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 – MA_POS INCIDENTE	REV.:	0	
				DATA.:	ABRIL DE 2012	
	PROGRAMA:	Atividade de Produção de Petróleo e Gás no Campo de Frade, Bacia de Campos			FOLHA:	89 de 89
	TÍTULO:	Projeto de Monitoramento Ambiental Emergencial – Campo de Frade			CAMPANHA:	CAMPANHA POS INCIDENTE – Relatório Preliminar

9. ANEXOS

Anexo 1: Dados brutos de temperatura e salinidade - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 2: Boletins diários com previsões meteoceanográficas para a área do Campo de Frade.

Anexo 3: Laudos analíticos de água ANATECH - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 4: Laudos analíticos de água PUC-RJ - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 5: Laudo fitoplanctônico - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 6: Laudo zooplanctônico - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 7: Laudo ictioplanctônico - Campo de Frade - Campanha Pós Incidente.

Anexo 8: Cadastro Técnico Federal / IBAMA