

# **Monitoramento Ambiental da Unidade FPSO P-57, Campo de Jubarte, Bacia de Campos**

**Relatório de Monitoramento Ambiental  
9ª Campanha de Monitoramento**

**Volume Único**

**RT-CASM-373-069**

**Revisão 00**

**Junho/2020**



**E&P**



## APRESENTAÇÃO

Este documento foi elaborado pela Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A. e apresenta o **RELATÓRIO TÉCNICO** referente à 9ª Campanha do **PROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA UNIDADE FPSO P-57 NO CAMPO DE JUBARTE, BACIA DE CAMPOS**, realizada no período de 07 a 13 de fevereiro de 2020, em atendimento à condicionante ambiental 2.3 da Licença de Operação LO 975/2010 emitida pelo IBAMA.

Constam neste documento, as metodologias de coleta e análise, os resultados e a discussão dos dados físico-químicos e biológicos obtidos para o compartimento água durante a atual campanha, assim como apresenta comparação com campanhas de monitoramento realizadas anteriormente.



## ÍNDICE GERAL

I	INTRODUÇÃO.....	17
II	OBJETIVOS.....	19
	II.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
III	ESTRATÉGIA AMOSTRAL .....	20
IV	MÉTODOS DE COLETA .....	25
	IV.1 MASSA D'ÁGUA .....	25
	IV.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS .....	26
	IV.2.1 Oxigênio Dissolvido e Potencial Hidrogeniônico (pH).....	27
	IV.2.2 Material Particulado em Suspensão .....	28
	IV.2.3 Carbono Orgânico Total .....	29
	IV.2.4 Nutrientes .....	29
	IV.2.5 Sulfetos e Fenóis .....	29
	IV.2.6 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, Hidrocarbonetos Totais de petróleo, MCNR e n-alcenos.....	30
	IV.2.7 BTEX .....	30
	IV.2.8 Ecotoxicidade .....	30
	IV.2.9 Amostra Controle (Branco) .....	31
	IV.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS.....	31
	IV.3.1 Clorofila a .....	32
	IV.3.2 Comunidade Fitoplanctônica .....	33
	IV.3.3 Comunidade Zooplanctônica e Ictioplanctônica .....	33
V	MÉTODOS DE LABORATÓRIO.....	35
	V.1 MASSA D'ÁGUA .....	35
	V.1.1 Determinação das profundidades Ziso, Zmix e Zbar .....	36
	V.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA.....	37
	V.2.1 Material Particulado em Suspensão .....	37
	V.2.2 Carbono Orgânico Total .....	38

V.2.3	Nutrientes .....	38
V.2.4	Sulfetos .....	39
V.2.5	Fenóis.....	39
V.2.6	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, Hidrocarbonetos Totais de Petróleo, MCNR, n-alcanos e BTEX .....	40
V.2.7	Ecotoxicidade .....	42
V.3	PARÂMETROS BIOLÓGICOS .....	43
V.3.1	Clorofila a .....	43
V.3.2	Comunidade Fitoplanctônica .....	44
V.3.3	Comunidade Zooplanctônica .....	48
V.3.4	Comunidade Ictioplanctônica .....	51
VI	RESULTADOS .....	53
VI.1	MASSA D'ÁGUA.....	53
VI.2	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	67
VI.2.1	pH.....	67
VI.2.2	Oxigênio Dissolvido .....	72
VI.2.3	Material Particulado em Suspensão .....	78
VI.2.4	Carbono Orgânico Total .....	83
VI.2.5	Nutrientes .....	89
VI.2.6	Sulfetos .....	90
VI.2.7	Fenóis.....	90
VI.2.8	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, Hidrocarbonetos Totais de Petróleo, MCNR, n-alcanos e BTEX .....	91
VI.2.9	Ecotoxicidade .....	91
VI.2.9.1	Ensaio agudos com <i>Mysidopsis juniae</i> .....	91
VI.2.9.2	Ensaio crônicos com <i>Echinometra lucunter</i> .....	96
VI.3	PARÂMETROS BIOLÓGICOS .....	101
VI.3.1	Clorofila a .....	101
VI.3.1	Comunidade Fitoplanctônica .....	101
VI.3.1.1	Composição da Comunidade Fitoplanctônica .....	101
VI.3.1.2	Frequência de Ocorrência .....	103

VI.3.1.3	Densidade .....	105
VI.3.1.4	Abundância do Fitoplâncton .....	109
VI.3.1.5	Índices Ecológicos do Fitoplâncton .....	111
VI.3.1.5.1	Riqueza de espécies.....	111
VI.3.1.5.2	Diversidade e Equitabilidade .....	115
VI.3.1.6	Análise Geral com base na Estatística .....	120
VI.3.2	Comunidade Zooplanctônica .....	123
VI.3.2.1	Composição da Comunidade Zooplanctônica .....	123
VI.3.2.2	Abundância do Zooplâncton.....	127
VI.3.2.3	Frequência de Ocorrência.....	130
VI.3.2.4	Densidade de Organismos .....	134
VI.3.2.5	Índices Ecológicos do Zooplâncton .....	137
VI.3.2.6	Análise Geral com Base na Estatística .....	140
VI.3.3	Comunidade Ictioplanctônica.....	143
VI.3.3.1	Composição da Comunidade Ictioplanctônica .....	143
VI.3.3.2	Abundância do Ictioplâncton .....	145
VI.3.3.3	Frequência de Ocorrência.....	147
VI.3.3.4	Densidade de Organismos .....	148
VI.3.3.5	Índices Ecológicos do Ictioplâncton .....	150
VI.3.3.6	Análise Geral com Base na Estatística .....	152
<b>VII</b>	<b>SÍNTESE AMBIENTAL .....</b>	<b>154</b>
<b>VIII</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>159</b>
<b>IX</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>160</b>
<b>X</b>	<b>EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>168</b>
<b>XI</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>170</b>

## TABELAS E QUADROS

QUADROS	PÁG.
<b>Quadro III-1</b> – Profundidades de amostragem e quantitativo de amostras em cada estação – 9ª Campanha de Monitoramento da Unidade FPSO P-57.	<b>22/170</b>
<b>Quadro III-2</b> – Parâmetros, estações de monitoramento e quantidade de amostras referente às análises físico-químicas e biológicas – 9ª Campanha de Monitoramento da Unidade FPSO P-57.	<b>24/170</b>
<b>Quadro IV.2-1</b> – Tipo de garrafa utilizada para coleta das amostras, tipos de acondicionamento, preservação e armazenamento para cada tipo de análise.	<b>27/170</b>
<b>Quadro IV.3-1</b> – Método de coleta, tipos de acondicionamento, preservação e armazenamento para os parâmetros biológicos amostrados.	<b>32/170</b>
<b>Quadro VI.3.1.1-1</b> – Lista dos taxa do fitoplâncton registrado na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>102/170</b>
<b>Quadro VI.3.2.1-1</b> – Composição do zooplâncton identificado na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>123/170</b>

TABELAS	PÁG.
<b>Tabela III-1</b> – Coordenadas geográficas das estações de amostragem e suas respectivas distâncias – 9ª Campanha de Monitoramento da Unidade FPSO P-57.	<b>21/170</b>
<b>Tabela V.2.3-1</b> – Limites de detecção e quantificação dos métodos analíticos de análise de nutrientes.	<b>39/170</b>
<b>Tabela V.2.6-1</b> – Limites de detecção dos compostos do grupo HPA.	<b>41/170</b>
<b>Tabela V.2.6-2</b> – Limites de detecção dos compostos do grupo HTP.	<b>41/170</b>
<b>Tabela VI.1-1</b> – Valores de temperatura (°C) registrados durante a 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>54/170</b>
<b>Tabela VI.1-2</b> – Valores de salinidade (UPS) registrados durante a 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>56/170</b>
<b>Tabela VI.1-3</b> – Profundidades das camadas isotérmica e isopicnal e espessura da camada barreira obtidas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>64/170</b>



<b>TABELAS</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Tabela VI.1-4</b> – Profundidade da interface AT/ACAS (m) nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>66/170</b>
<b>Tabela VI.2-1</b> – Valores de pH registrados da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>68/170</b>
<b>Tabela VI.2.2-1</b> – Resultados de Oxigênio Dissolvido – OD (mg/L) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P -57, pelo método Winkler.	<b>73/170</b>
<b>Tabela VI.2.2-2</b> – Resultados de Oxigênio Dissolvido – OD (mg/L) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P -57, pelo sensor CTD.	<b>74/170</b>
<b>Tabela VI.2.3-1</b> – Resultados de Material Particulado em Suspensão – MPS (mg/L) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>79/170</b>
<b>Tabela VI.2.4-1</b> – Resultados de Carbono Orgânico Total - COT (mg/L) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>85/170</b>
<b>Tabela VI.2.9.1-1</b> – Resultados de Toxicidade Aguda (% de efeito) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P- 57.	<b>92/170</b>
<b>Tabela VI.2.9.2-1</b> – Resultados de Toxicidade Crônica (% de plúteos normais) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>97/170</b>
<b>Tabela VI.3.1.2-1</b> – Frequência de ocorrência (FO %) dos taxa do fitoplâncton identificados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P- 57. MF- Muito frequente; F- Frequente; PF- Pouco Frequente e E- Esporádico	<b>104/170</b>
<b>Tabela VI.3.2.4-1</b> – Densidade do zooplâncton (org/m <sup>3</sup> ) para cada estação amostral, da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>135/170</b>
<b>Tabela VI.3.2.5-1</b> – Índices ecológicos aplicados para comunidade zooplancônica na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>138/170</b>
<b>Tabela VI.3.2.6-1</b> – Análise de SIMPER realizada referente à 9ª Campanha de Monitoramento do entorno da Unidade FPSO.	<b>141/170</b>
<b>Tabela VI.3.3.1-1</b> – Taxa das famílias de larvas de peixes obtidas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>144/170</b>
<b>Tabela VI.3.3.5-1</b> – Valores dos índices de riqueza de Margalef, diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou, Riqueza absoluta e dominância de Simpson, para as larvas de peixes identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>152/170</b>

## FIGURAS

FIGURA	PÁG.
<b>Figura I-1</b> – Localização do FPSO P-57.	17/170
<b>Figura III-1</b> – Identificação da malha amostral – 9ª Campanha de Monitoramento da Unidade FPSO P-57.	21/170
<b>Figura IV-1</b> – Navio de Pesquisa – OCEAN STALWART.	25/170
<b>Figura IV.2-1</b> – Coleta de amostras de água durante a 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental da FPSO P-57.	26/170
<b>Figura IV.2.1-1</b> – Determinação de Oxigênio Dissolvido (OD) pelo método de Winkler (esquerda) e de pH no laboratório a bordo (direita) durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.	28/170
<b>Figura IV.2.2-1</b> – Filtragem à bordo para determinação de MPS (esquerda) e acondicionamento das amostras (direita) durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.	28/170
<b>Figura IV.2.9-1</b> – Coleta de amostras controle (brancos) durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.	31/170
<b>Figura IV.3.1-1</b> – Processamento à bordo para determinação de Clorofila a (esquerda) e acondicionamento das amostras (direita) durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.	32/170
<b>Figura IV.3.2-1</b> – Amostragem de fitoplâncton durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.	33/170
<b>Figura IV.3.3-1</b> – Amostragem de ictioplâncton e zooplâncton durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.	34/170
<b>Figura VI.1-1</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #1.	57/170
<b>Figura VI.1-2</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #2.	57/170
<b>Figura VI.1-3</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #3.	58/170
<b>Figura VI.1-4</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #4.	58/170
<b>Figura VI.1-5</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #5.	59/170
<b>Figura VI.1-6</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #6.	59/170
<b>Figura VI.1-7</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #7.	60/170
<b>Figura VI.1-8</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #8.	60/170
<b>Figura VI.1-9</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #9.	61/170
<b>Figura VI.1-10</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #10.	61/170
<b>Figura VI.1-11</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #11.	62/170

FIGURA	PÁG.
<b>Figura VI.1-12</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #12.	<b>62/170</b>
<b>Figura VI.1-13</b> – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #13.	<b>63/170</b>
<b>Figura VI.1-14</b> – Diagramas T-S espalhado das estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57. A linha em rosa indica a interface AT/ACAS.	<b>66/170</b>
<b>Figura VI.2.1-1</b> – Perfil vertical de pH registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).	<b>70/170</b>
<b>Figura VI.2.1-2</b> – Perfil vertical de pH registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>71/170</b>
<b>Figura VI.2.1-3</b> – Distribuição dos valores médios de pH para as diferentes distâncias do FPSO P-57 e os respectivos coeficientes de variação da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental.	<b>72/170</b>
<b>Figura VI.2.2-1</b> – Perfil vertical de Oxigênio Dissolvido (mg/L), registrado pelo sensor CTD, nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).	<b>76/170</b>
<b>Figura VI.2.2-2</b> – Perfil vertical de Oxigênio Dissolvido (mg/L), registrado pelo sensor CTD, nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>77/170</b>
<b>Figura VI.2.2-3</b> – Distribuição das concentrações médias de oxigênio dissolvido (mg/L) para as diferentes distâncias do FPSO P-57 e os respectivos coeficientes de variação da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental.	<b>78/170</b>
<b>Figura VI.2.3-1</b> – Perfil vertical de Material Particulado em Suspensão (mg/L) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).	<b>81/170</b>
<b>Figura VI.2.3-2</b> – Perfil vertical de Material Particulado em Suspensão (mg/L) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>82/170</b>
<b>Figura VI.2.3-3</b> – Distribuição das concentrações médias de Material Particulado em Suspensão (mg/L) para as diferentes distâncias do FPSO P-57 e os respectivos coeficientes de variação da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental.	<b>83/170</b>
<b>Figura VI.2.4-1</b> – Perfil vertical de Carbono Orgânico Total (mg/L) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).	<b>87/170</b>
<b>Figura VI.2.4-2</b> – Perfil vertical de Carbono Orgânico Total (mg/L) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>88/170</b>
<b>Figura VI.2.4-3</b> – Distribuição das concentrações médias de Carbono Orgânico Total (mg/L) para as diferentes distâncias do FPSO P-57 e os respectivos coeficientes de variação da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental. Nota: para resultados <LQ foram utilizados LQ/2 para o cálculo das médias e C.V.	<b>89/170</b>

<b>FIGURA</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Figura VI.2.9.1-1</b> – Perfil vertical de Toxicidade Aguda (% de efeito) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).	<b>94/170</b>
<b>Figura VI.2.9.1-2</b> – Perfil vertical de Toxicidade Aguda (% de efeito) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>95/170</b>
<b>Figura VI.2.9.2-1</b> – Perfil vertical de Toxicidade Crônica (% de plúteos normais) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).	<b>99/170</b>
<b>Figura VI.2.9.2-2</b> – Perfil vertical de Toxicidade Crônica (% de plúteos normais) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.	<b>100/170</b>
<b>Figura VI.3.1.1-1</b> – Representatividade das Divisões do fitoplâncton durante a 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>103/170</b>
<b>Figura VI.3.1.2-1</b> – Frequência de ocorrência dos taxa do fitoplâncton identificados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>104/170</b>
<b>Figura VI.3.1.3-1</b> – Distribuição vertical da densidade média de organismos fitoplanctônicos identificados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>105/170</b>
<b>Figura VI.3.1.3-2</b> – Distribuição horizontal da densidade média de organismos fitoplanctônicos identificados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>106/170</b>
<b>Figura VI.3.1.3-3</b> – Densidade total de organismos fitoplanctônicos identificados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57. Nota: não foram encontrados organismos na estação #03 –ABTC.	<b>108/170</b>
<b>Figura VI.3.1.4-1</b> – Abundância relativa das divisões do fitoplâncton identificadas nas estações da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P- 57.	<b>109/170</b>
<b>Figura VI.3.1.4-2</b> – Abundância relativa das divisões do fitoplâncton identificadas por profundidade em cada estação amostral da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57. Nota: não foram encontrados organismos na estação #03 – ABTC.	<b>110/170</b>
<b>Figura VI.3.1.5.1-1</b> – Distribuição vertical da média da riqueza de espécies fitoplanctônicas identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>111/170</b>
<b>Figura VI.3.1.5.1-2</b> – Distribuição horizontal da média da riqueza de espécies fitoplanctônicas identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>112/170</b>
<b>Figura VI.3.1.5.1-3</b> – Riqueza de espécies fitoplanctônicas identificadas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57 (continua). Nota: não foram encontrados organismos na estação #03 – ABTC.	<b>113/170</b>
<b>Figura VI.3.1.5.1-4</b> – Riqueza de espécies fitoplanctônicas identificadas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57 (continua).	<b>114/170</b>

FIGURA	PÁG.
<b>Figura VI.3.1.5.1-5</b> – Riqueza de espécies fitoplanctônicas identificadas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>115/170</b>
<b>Figura VI.3.1.5.2-1</b> – Distribuição média vertical da diversidade e equitabilidade do fitoplâncton identificado na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>116/170</b>
<b>Figura VI.3.1.5.2-2</b> – Distribuição média horizontal da diversidade e equitabilidade do fitoplâncton identificado na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>116/170</b>
<b>Figura VI.3.1.5.2-3</b> – Diversidade e Equitabilidade de espécies fitoplanctônicas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57 (continua).	<b>118/170</b>
<b>Figura VI.3.1.5.2-4</b> – Diversidade e Equitabilidade de espécies fitoplanctônicas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>119/170</b>
<b>Figura VI.3.1.5.2-5</b> – Diversidade e Equitabilidade de espécies fitoplanctônicas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>120/170</b>
<b>Figura VI.3.1.6-1</b> – Análise de agrupamento (índice Bray-Curtis – $\text{Log}(x+1)$ ) da composição e densidade do fitoplâncton nas diferentes estações da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>122/170</b>
<b>Figura VI.3.2.1-1</b> – Número de categorias taxonômicas de zooplâncton por grupo obtidos na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>127/170</b>
<b>Figura VI.3.2.2-1</b> – Abundância relativa dos grupos zooplanctônicos coletados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>128/170</b>
<b>Figura VI.3.2.2-2</b> – Abundância relativa dos grupos zooplanctônicos coletados nas estações amostrais na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>129/170</b>
<b>Figura VI.3.2.2-3</b> – Distribuição das abundâncias relativas entre o holoplâncton e meroplâncton da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>130/170</b>
<b>Figura VI.3.2.3-1</b> – Frequência de ocorrência dos taxa zooplanctônicos coletados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>132/170</b>
<b>Figura VI.3.2.4-1</b> – Densidade do zooplâncton ( $\text{org}/\text{m}^3$ ) para cada estação amostral, da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>134/170</b>
<b>Figura VI.3.2.5-1</b> – Índices de Diversidade de Shannon, Riqueza de Margalef, Equitabilidade de Pielou e Dominância de Simpson para comunidade zooplanctônica na 9ª de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>139/170</b>
<b>Figura VI.3.2.6-1</b> – Análise de Correlação Canônica (CCA) realizada para a os Grupos táxonômicos na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.	<b>140/170</b>

<b>FIGURA</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Figura VI.3.2.6-2</b> – Análise de Agrupamento (Cluster) realizado para todos os taxa identificados na 9ª Campanha de Monitoramento no entorno do FPSO.	<b>141/170</b>
<b>Figura VI.3.2.6-3</b> – Análise de SIMPER realizada para a 9ª Campanha de Monitoramento do entorno da Unidade FPSO.	<b>143/170</b>
<b>Figura VI.3.3.1-1</b> – Porcentagem dos grupos ecológicos de larvas de peixes identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>145/170</b>
<b>Figura VI.3.3.2-1</b> – Abundância das famílias de larvas de peixes identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>146/170</b>
<b>Figura VI.3.3.2-2</b> – Distribuição das abundâncias relativas (AR%) das famílias de larvas de peixes obtidas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>147/170</b>
<b>Figura VI.3.3.3-1</b> – Frequências de ocorrência (FO %) dos taxa de larvas de peixes obtidas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P- 57.	<b>148/170</b>
<b>Figura VI.3.3.4-1</b> – Distribuição das densidades de ovos de peixes (nº/100 m3) obtidos na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>149/170</b>
<b>Figura VI.3.3.4-2</b> – Distribuição das densidades de larvas de peixes obtidas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>150/170</b>
<b>Figura VI.3.3.5-1</b> – Distribuição dos índices de riqueza de Margalef (d), diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J') e dominância de Simpson (D) e riqueza (S), para as larvas de peixes identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>151/170</b>
<b>Figura VI.3.3.6-1</b> – Análise de agrupamento (Cluster) para as estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>152/170</b>
<b>Figura VI.3.3.6-2</b> – Análise de componentes principais entre os dados abióticos e as densidades de ovos e larvas de peixes obtidos na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.	<b>153/170</b>

## **ANEXOS**

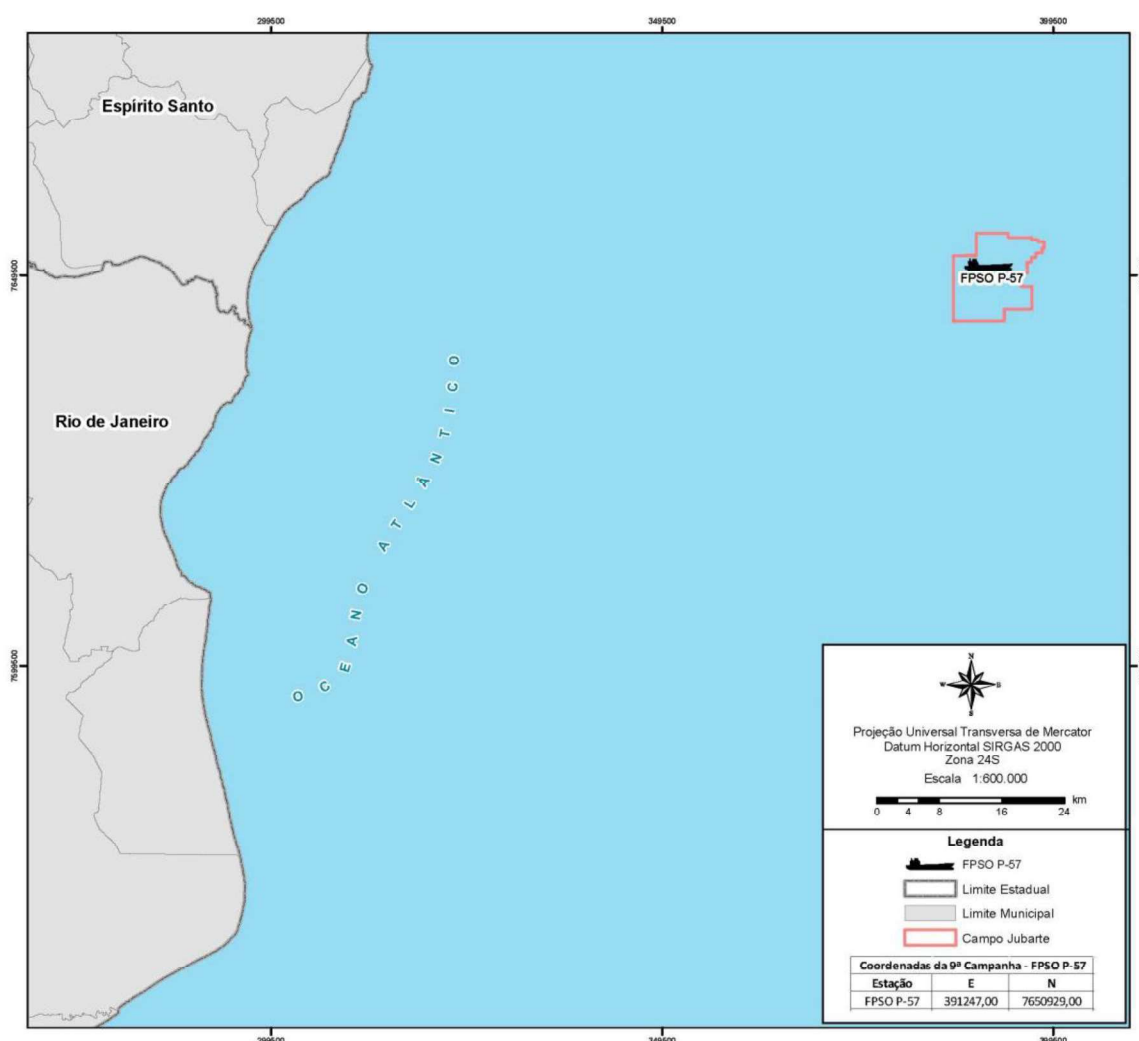
<b>ANEXO</b>
<b>Anexo I-1 – Dados meteoceanográficos medidos no FPSO P-57 entre dezembro de 2018 a dezembro de 2019.</b>
<b>Anexo VI.2-1 – Laudos das análises laboratoriais de Qualidade de Água e Clorofila a (SGS).</b>
<b>Anexo VI.2-2 – Laudos das análises laboratoriais de Ecotoxicidade (LABTOX).</b>
<b>Anexo VI.3-1 - Laudos das análises laboratoriais de Fitoplâncton.</b>
<b>Anexo VI.3-2 - Laudos das análises laboratoriais de Zooplâncton.</b>
<b>Anexo VI.3-3 - Laudos das análises laboratoriais de Ictioplâncton.</b>
<b>Anexo X-1 - Anotação de Responsabilidade Técnica – ART.</b>
<b>Anexo X-2 - Cadastro Técnico Federal – CTF IBAMA.</b>





## I INTRODUÇÃO

A Unidade de Produção P-57 está em operação no Campo Jubarte, localizado na porção norte da Bacia de Campos, próximo aos Campos de Cachalote e Baleia Franca, a aproximadamente 80 km do Pontal de Ubu (**Figura I-1**). O navio plataforma FPSO P-57 consiste em um sistema flutuante de produção, estocagem e de transferência de petróleo, cujos tanques possuem capacidade total de 1.615.045 de barris.



**Figura I-1** – Localização do FPSO P-57.

Com intuito de assegurar a atividade de produção de óleo e gás de modo que esta não comprometa a integridade do ecossistema marinho, campanhas de monitoramento ambiental têm sido realizadas na Bacia de Campos. Neste contexto,

o presente Relatório tem como finalidade apresentar os resultados da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental da Unidade FPSO P-57, Campo de Jubarte, Bacia de Campos, realizada em fevereiro de 2020. Os dados meteoceanográficos medidos nas proximidades da Unidade Marítima FPSO P-57 entre dezembro de 2018 e dezembro de 2019 também são apresentados nesse documento no **Anexo I-1**.

## II OBJETIVOS

O presente relatório tem como objetivo apresentar os resultados da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental da Unidade FPSO P-57 no Campo de Jubarte na Bacia de Campos. Este documento inclui os resultados e a interpretação das análises físico-químicas das amostras de água, das comunidades biológicas (fitoplâncton, zooplâncton e ictioplâncton), e de ensaios ecotoxicológicos, necessários para a caracterização e o monitoramento ambiental da região ao entorno da Unidade de Produção.

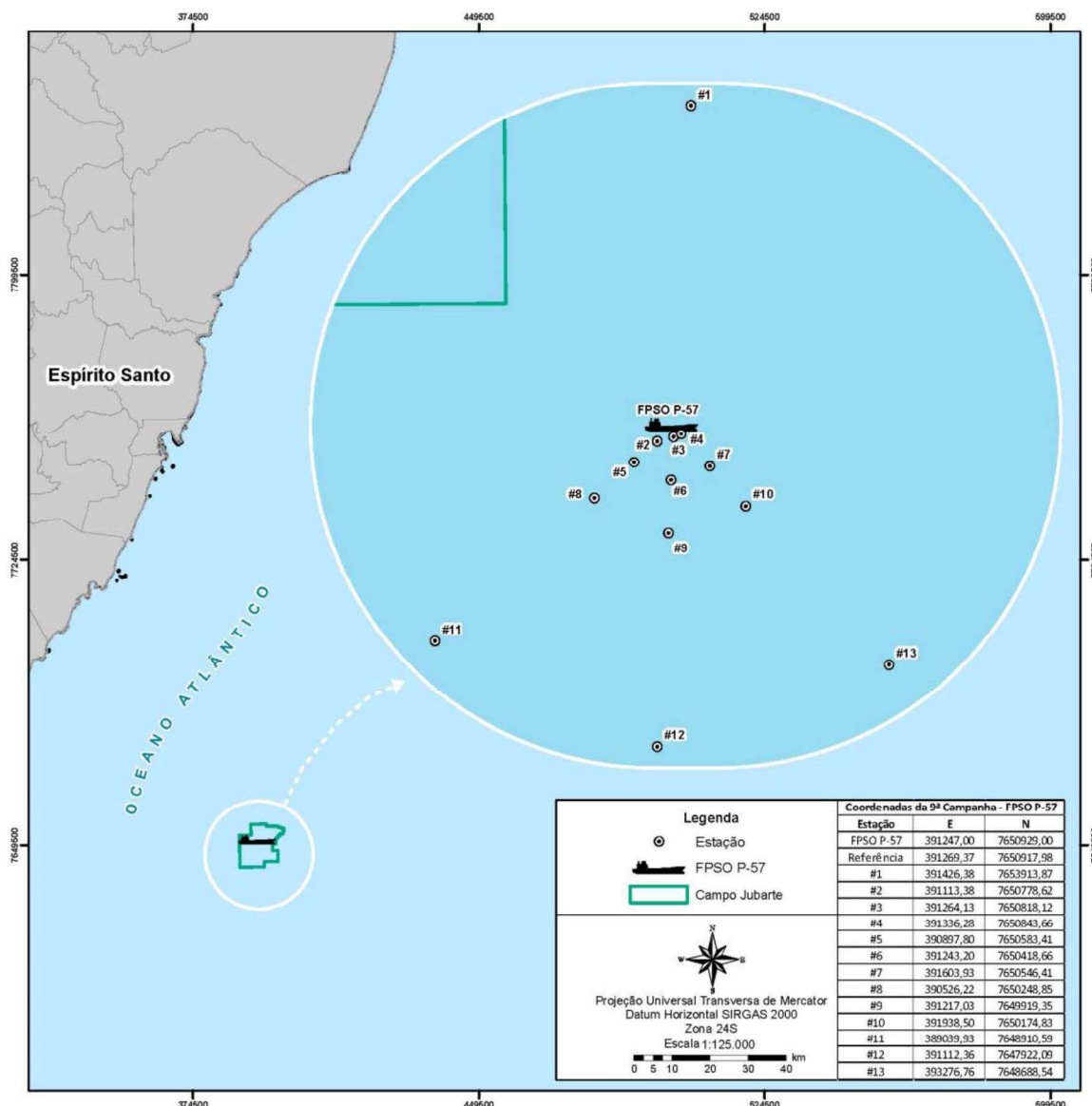
### II.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as características físicas e químicas da água do mar de acordo com as estações de amostragens definidas;
- Monitorar as variações quali-quantitativas das comunidades planctônicas (fitoplâncton, zooplâncton, ictioplâncton) em relação as suas distribuições espaciais e temporais;
- Avaliar a qualidade ambiental através de ensaios ecotoxicológicos;
- Comparar os resultados encontrados com as campanhas realizadas anteriormente;
- Analisar a consonância dos resultados obtidos com o esperado para a região de estudo e com os limites estabelecidos pela legislação ambiental.

### III ESTRATÉGIA AMOSTRAL

A malha amostral utilizada na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental da Unidade FPSO P-57, Campo de Jubarte, na Bacia de Campos, foi composta por 13 estações amostrais. Foram realizadas coletas de água e de amostras biológicas destinadas, respectivamente, para análises físico-químicas, de comunidades biológicas (fitoplâncton, zooplâncton e ictioplâncton) e análises ecotoxicológicas.

A malha amostral do compartimento água foi constituída por um conjunto de estações amostrais, distantes 100 m, 500 m, 1.000 m e 3.000 metros da Unidade FPSO P-57. Este conjunto foi definido por 12 estações de coleta situadas à jusante (sotacorrente) da Unidade de Produção e uma Estação Controle (P-57 #01) estabelecida a montante (barlacorrente) da região de influência do FPSO P-57 (**Figura III-1**). As coordenadas das estações amostrais estão apresentadas na **Tabela III-1**.



**Figura III-1** – Identificação da malha amostral – 9ª Campanha de Monitoramento da Unidade FPSO P-57.

**Tabela III-1** – Coordenadas geográficas das estações de amostragem e suas respectivas distâncias – 9ª Campanha de Monitoramento da Unidade FPSO P-57.

Estações	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000)		Distância da estação à Unidade FPSO P-57
	Norte (m)	Leste (m)	
#1	391426,38	7653913,87	3000
#2	391113,38	7650778,62	100
#3	391264,13	7650818,12	100
#4	391336,28	7650843,66	100
#5	390897,8	7650583,41	500
#6	391243,2	7650418,66	500
#7	391603,93	7650546,41	500

(continua)

Tabela III-1 (conclusão)

Estações	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000)		Distância da estação à Unidade FPSO P-57
	Norte (m)	Leste (m)	
#8	390526,22	7650248,85	1000
#9	391217,03	7649919,35	1000
#10	391938,5	7650174,83	1000
#11	389039,93	7648910,59	3000
#12	391112,36	7647922,09	3000
#13	393276,76	7648688,54	3000

A amostragem de água para a determinação dos parâmetros físico-químicos e ecotoxicológicos foi realizada nas 13 estações amostrais, em diferentes profundidades: na camada superficial, a 50% acima da profundidade da termoclina (ACTC), na termoclina (TC), a 50% abaixo da profundidade da termoclina (ABTC) e a 50 m, 100 m, 150 m, e 200 metros. Na Estação Controle (P-57 #01) e nas Estações Centrais (P-57 #03, P-57 #06, P-57 #09 e P-57 #12) também foram realizadas coletas de água nas profundidades de 10 m, 20 m, 30 m e 40 metros. As profundidades de coleta de água em cada uma das estações amostrais são apresentadas na **Quadro III-1**. Ressalta-se que nos casos em que houve coincidência entre as profundidades estabelecidas e as profundidades de termoclina (ACTC, TC, ABTC), considerando variação menor do que de 10 metros acima e 10 metros abaixo das profundidades de termoclina, o estrato foi suprimido e representado por única amostra.

**Quadro III-1** – Profundidades de amostragem e quantitativo de amostras em cada estação – 9ª Campanha de Monitoramento da Unidade FPSO P-57.

Estação de Amostragem	Estratos Monitorados	Duplicata	Réplicalab	Quantidade de Amostras
P-57 #01	Superfície, ACTC (16 m); TC (32 m); ABTC (48 m), 100 m, 150 m; 200 m	-	-	7
P-57 #02	Superfície, ACTC (11,5 m); TC (23 m); ABTC (34,5 m), 50 m, 100 m; 150 m; 200 m	ACTC	-	8
P-57 #03	Superfície, ACTC (11 m); TC (21 m); ABTC (32 m), 50m, 100 m; 150 m; 200 m	SUP e TC.	200	8
P-57 #04	Superfície, ACTC (11 m); TC (22 m); ABTC (33 m), 50 m, 100 m; 150 m; 200 m	-	SUP	8
P-57 #05	Superfície, ACTC (14,5 m); TC (29 m); ABTC (43,5 m), 100m; 150 m; 200 m	-	-	7

(continua)

Quadro III-1 (conclusão)

Estação de Amostragem	Estratos Monitorados	Duplicata	Réplicalab	Quantidade de Amostras
P-57 #06	Superfície, ACTC (14,5 m); TC (29 m); ABTC (43,5 m), 100 m, 150 m e 200 m	ACTC e ABTC	-	7
P-57 #07	Superfície, ACTC (12,5 m); TC (25 m), ABTC (37,5 m), 50 m; 100 m; 150 m; 200 m	SUP	ACTC	8
P-57 #08	Superfície, ACTC (15 m); TC (30 m); ABTC (45 m), 100 m; 150 m; 200 m	-	2000 m	7
P-57 #09	Superfície, ACTC (9,8 m); TC (19,5 m); ABTC (29,3 m), 40 m, 50 m, 100 m; 150 m; 200 m	-	-	9
P-57 #10	Superfície, ACTC (18 m); TC (36 m), ABTC (54 m), 100 m; 150 m; 200 m	-	-	7
P-57 #11	Superfície, ACTC (11,5 m); TC (23 m); ABTC (34,5 m), 50 m, 100 m; 150 m; 200 m	SUP	-	8
P-57 #12	Superfície, ACTC (15,5 m); TC (31 m); ABTC (46,5 m), 100 m; 150 m; 200 m	TC	-	7
P-57 #13	Superfície, ACTC (11 m); TC (22 m); ABTC (33 m), 50m, 100m; 150 m; 200 m	ACTC e ABTC	-	8
<b>Total de amostras</b>				<b>99<sup>1</sup></b>

Visando garantir a qualidade das análises laboratoriais, bem como do processo de amostragem, realizou-se a coleta de amostras controle (brancos). Desta forma, para os parâmetros contaminantes (HPA, HTP, n-alcanos, MCNR, BTEX, fenóis e COT) e ecotoxicidade foram coletados 02 (dois) tipos de amostras controle: branco de campo (08, 09, 10 e 11 de fevereiro de 2020) e branco de frascaria (08 de fevereiro de 2020). A metodologia desses parâmetros será descrita no subitem IV.2.9 Amostras Controle (Branco) do próximo capítulo (*IV Métodos de Coleta*).

Quanto aos parâmetros biológicos, coletas de água foram realizadas para determinação de Clorofila a, nas mesmas estações amostrais e estratos de profundidade estabelecidos para as análises físico-químicas. As amostragens para análise de fitoplâncton foram realizadas nas estações de monitoramento centrais, a saber, P-57 #01, P-57 #03, P-57 #06, P-57 #09 e P-57 #12, totalizando cinco estações amostrais, nas mesmas profundidades de coleta das amostras de água para determinação dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água. As

<sup>1</sup> Para os parâmetros de hidrocarbonetos (HPA, HTP, n-alcanos, BTEX e MCNR), ecotoxicidade crônica e aguda, Índice de Fenóis e COT foram realizados os brancos de campo e frascaria, resultando em 104 amostras.

amostragens para análise de ictioplâncton e zooplâncton foram realizadas em sete estações amostrais, a saber, P-57 #01, P-57 #05, P-57 #06, P-57 #07, P-57 #11, P-57 #12 e P-57 #13 (**Quadro III-2**).

**Quadro III-2** – Parâmetros, estações de monitoramento e quantidade de amostras referente às análises físico-químicas e biológicas – 9ª Campanha de Monitoramento da Unidade FPSO P-57.

Parâmetro	Estações de Amostragem	Quantidade de Amostras
Qualidade de Água, e Clorofila <i>a</i>	P-57 #01 a P-57 #13	99 <sup>2</sup>
Fitoplâncton	P-57 #01, P-57 #03, P-57 #06, P-57 #09 e P-57 #12	38
Zooplâncton	P-57 #01, P-57 #05, P-57 #06, P-57 #07, P-57 #11, P-57 #12 e P-57 #13	7
Ictioplâncton		7

<sup>2</sup> Para os parâmetros de hidrocarbonetos (HPA, HTP, n-alcanos, BTEX e MCNR), ecotoxicidade crônica e aguda, Índice de Fenóis e COT foram realizados os brancos de campo e frascaria, resultando em 104 amostras.



## IV MÉTODOS DE COLETA

As coletas de água para análise dos parâmetros físico-químicos e ecotoxicidade e as amostras biológicas foram realizadas a bordo da embarcação OCEAN STALWART (**Figura IV-1**) durante a campanha oceanográfica executada entre os dias 07 e 11 de fevereiro de 2020, período no qual foram coletadas amostras no entorno do FPSO P-57. As amostragens para a Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57, foram realizadas nas 13 estações amostrais descritas anteriormente.



**Figura IV-1** – Navio de Pesquisa – OCEAN STALWART.

A equipe técnica da empresa Gardline (contratada pela Petrobras) foi responsável pela execução da campanha. As amostras coletadas foram validadas pela equipe a bordo da Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A.

### IV.1 MASSA D'ÁGUA

A aquisição dos dados hidrográficos (condutividade, temperatura, salinidade e densidade) foi realizada por meio de perfilagens verticais com o auxílio do equipamento CTD (*Conductivity, Temperature, Depth - Sea-Bird SBE 911 Plus*)

desde a superfície até a profundidade de 200 m nas estações de coletas no entorno do FPSO P-57.

## IV.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 foram coletadas amostras de água para análise de ecotoxicidade e parâmetros físico-químicos de qualidade de água em cada estação e em diferentes profundidades, utilizando-se de garrafas do tipo *Niskin* e *Go-Flo* (**Figura IV.2-1**).



**Figura IV.2-1** – Coleta de amostras de água durante a 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental da FPSO P-57.

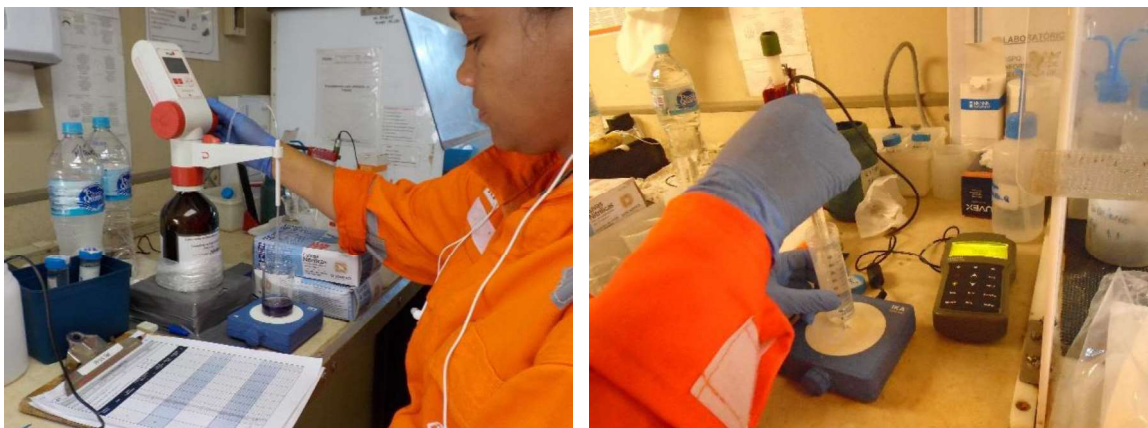
O processamento e as análises das amostras realizados a bordo da embarcação foram feitos logo após o recolhimento das garrafas oceanográficas (*Niskin* e *Go-Flo*) executadas pela equipe técnica da empresa consultora Gardline. Os métodos e os resultados foram fornecidos posteriormente em documento próprio. As amostras de água destinadas às análises químicas e de ecotoxicidade em laboratório foram coletadas, acondicionadas e mantidas armazenadas na própria embarcação (**Quadro IV.2-1**).

**Quadro IV.2-1** – Tipo de garrafa utilizada para coleta das amostras, tipos de acondicionamento, preservação e armazenamento para cada tipo de análise.

Parâmetro	Garrafa	Acondicionamento	Preservação	Armazenamento
Hidrocarbonetos (HPA, HTP, n-alcanos e MCNR)	<i>Go-Flo</i>	Frascos de vidro âmbar	N.A.	Refrigerados a 4°C
BTEX	<i>Go-Flo</i>	Frascos de vidro <i>Vial</i>	Ácido clorídrico	Refrigerados a 4°C
Índice de Fenóis	<i>Go-Flo</i>	Frascos de vidro âmbar	Ácido sulfúrico	Refrigerados a 4°C
Sulfetos	<i>Go-Flo</i>	Frascos de polietileno	Acetato de zinco	Refrigerados a 4°C
Nutrientes (Fósforo total, Nitrito, Nitrato e Nitrogênio amoniacal)	<i>Niskin</i>	Frascos de polietileno	N.A.	Congelamento
MPS	<i>Niskin</i>	Placa de <i>Petri</i> plástica	N.A.	Congelamento
COT	<i>Niskin</i>	Frascos de vidro âmbar	Ácido sulfúrico	Refrigerados a 4°C
Ecotoxicidade	<i>Niskin</i>	Frascos de polietileno cristal	N.A.	Congelamento

### IV.2.1 Oxigênio Dissolvido e Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para a análise do parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), foram realizadas amostragens com garrafas do tipo *Niskin*. A metodologia aplicada para determinação do parâmetro foi o método de *Winkler* no laboratório a bordo, utilizando a bureta digital. O parâmetro pH foi aferido a bordo, utilizando a segunda alíquota da garrafa do tipo *Niskin*, com auxílio de um pHmetro de bancada (**Figura IV.2.1-1**). É importante ressaltar que valores de pH e oxigênio dissolvido também foram registrados pelo sensor do CTD durante a perfilagem vertical.



**Figura IV.2.1-1** – Determinação de Oxigênio Dissolvido (OD) pelo método de Winkler (esquerda) e de pH no laboratório a bordo (direita) durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.

## IV.2.2 Material Particulado em Suspensão

A coleta de água para a determinação do Material Particulado em Suspensão (MPS) foi realizada a partir de garrafas do tipo *Niskin*. O processamento da amostra a bordo foi realizado pelo método gravimétrico, utilizando bomba à vácuo e filtros de fibra de vidro do tipo GF/F (porosidade de 45 µm,) previamente lavados, secos e pesados (**Figura IV.2.2-1**). Após a filtração do volume de 4 litros, os filtros foram acondicionados em placas de Petri identificadas e, em seguida, congelados.



**Figura IV.2.2-1** – Filtragem à bordo para determinação de MPS (esquerda) e acondicionamento das amostras (direita) durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.

### **IV.2.3 Carbono Orgânico Total**

Para a análise de Carbono Orgânico Total (COT), foram coletadas amostras de água em todas as estações amostrais com o auxílio de garrafas do tipo *Niskin*. As amostras de água destinadas à análise de COT foram preservadas com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), acondicionadas em frascos de vidro âmbar de 250 mL e mantidas refrigeradas a temperatura de 4°C.

### **IV.2.4 Nutrientes**

Para a análise de nutrientes, foram coletadas amostras de água em todas as estações amostrais com o auxílio das garrafas do tipo *Niskin*. As amostras destinadas às análises de Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato e Fósforo Total foram acondicionadas em frascos de polietileno de 1 L, descontaminados, previamente etiquetados e, em seguida, congelados.

### **IV.2.5 Sulfetos e Fenóis**

As amostras de água para a determinação de Sulfetos e Fenóis foram coletadas com auxílio de garrafas do tipo *Go-Flo*. Para a análise de Sulfeto, foi coletado 1L de amostra, acondicionada em frascos de polietileno e preservada com acetato de zinco. As amostras destinadas à análise do parâmetro Índice de Fenóis (1L) foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar, preservados com ácido sulfúrico concentrado (2 ml/L). Todas as amostras foram mantidas sob refrigeração a 4 °C.

## **IV.2.6 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, Hidrocarbonetos Totais de petróleo, MCNR e n-alcenos**

As amostras de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs – 16 prioritários), Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP), Mistura Complexa Não Resolvida (MCNR) e n-alcenos foram coletadas com auxílio de garrafa do tipo *Go-Flo* em cada profundidade amostrada. As amostras de água (2 L) foram transferidas para frascos de vidro âmbar previamente identificados e descontaminados e mantidas refrigeradas a 4 °C.

## **IV.2.7 BTEX**

As amostras de BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Xileno) foram coletadas com auxílio de garrafa *Go-Flo*, acondicionadas em dois frascos *vial* (40 mL) previamente identificados, preservados com HCl e armazenadas à temperatura de 4°C.

## **IV.2.8 Ecotoxicidade**

Para a análise ecotoxicológica, foram coletadas amostras de água em todas as estações amostrais com o auxílio das garrafas do tipo *Niskin*. As amostras foram acondicionadas em dois frascos de polietileno/polipropileno cristal novos de 1 L (*Mysidopsis juniae* – ensaios agudos) e 02 (dois) frascos de 0,5 L (*Echinometra lucunter* – ensaios crônicos) por estação, descontaminados (enxaguados com água destilada) e previamente etiquetados, totalizando 3 L para análise de ecotoxicidade em cada estação. Após a coleta, os frascos foram armazenados sob congelamento.

### **IV.2.9 Amostra Controle (Branco)**

Conforme citado anteriormente, visando garantir a qualidade das análises laboratoriais, realizou-se a coleta de amostras controle (brancos). Desta forma, para os parâmetros hidrocarbonetos (HPA - 16 prioritários, HTP, MCNR e n alcanos), BTEX, Índice de Fenóis, COT e ecotoxicidade crônica e aguda foram coletados dois tipos de amostras controle: branco de frascaria e branco de campo (**Figura IV.2.9-1**).

O branco de campo constitui em deixar um frasco aberto, com água de diluição, proveniente do laboratório de análise, durante a amostragem do parâmetro, perto do equipamento utilizado para coleta de água. Em seguida, o frasco é fechado e preservado, semelhante ao realizado com as amostras. Os brancos de campo foram realizados nos dias 08, 09, 10 e 11 de fevereiro de 2020.

Para o branco de frascaria, deve-se apenas preservar o frasco de forma como veio de fábrica, sem abri-lo durante o processo de coleta. Este frasco também deve ser preservado conforme as amostras coletadas. Esse branco foi realizado no dia 08 de fevereiro de 2020.



**Figura IV.2.9-1** – Coleta de amostras controle (brancos) durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.

## **IV.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS**

Na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 foram coletadas amostras de água para análises biológicas utilizando-se de garrafas do tipo *Niskin*

para coleta de clorofila *a* e fitoplâncton e arrastos oblíquos para amostras de zooplâncton e ictioplâncton.

As amostras de água destinadas às análises biológicas foram coletadas, acondicionadas e mantidas armazenadas na própria embarcação para posterior envio para laboratório (**Quadro IV.3-1**).

**Quadro IV.3-1** – Método de coleta, tipos de acondicionamento, preservação e armazenamento para os parâmetros biológicos amostrados.

Parâmetro	Método de coleta	Acondicionamento	Preservação	Armazenamento
Clorofila <i>a</i>	<i>Niskin</i>	Placas de Petri plásticas	N.A.	Congelamento
Fitoplâncton	<i>Niskin</i>	Frascos plásticos (1L)	Formol (4%) e ácido bórico (2%)	Temperatura ambiente
Zooplâncton e Ictioplâncton	Rede Bongo	Frascos de vidro âmbar	Formol (4%) e ácido bórico (2%)	Temperatura ambiente

### IV.3.1 Clorofila *a*

As amostras para determinação de Clorofila *a* foram obtidas a partir de garrafas do tipo *Niskin* (4 litros) em todas as estações amostrais e níveis de profundidade. Foram utilizados filtros de fibra de membrana de celulose (porosidade 0,45 µm) e um sistema de filtração acoplado a uma bomba de vácuo na ausência de luz. Após a filtração, os filtros foram acondicionados em Placas de Petri, envoltos por papel alumínio, identificados e, em seguida, congelados (**Figura IV.3.1-1**).



**Figura IV.3.1-1** – Processamento à bordo para determinação de Clorofila *a* (esquerda) e acondicionamento das amostras (direita) durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.



### IV.3.2 Comunidade Fitoplanctônica

As amostragens de fitoplâncton foram realizadas nas estações #01, #03, #06, #09 e #12, nos mesmos estratos de profundidade determinados para os parâmetros físico-químicos. Foram retirados 2L de amostras das garrafas do tipo *Niskin* e acondicionadas em frascos plásticos identificados (**Figura IV.3.2-1**). As amostras foram fixadas em formaldeído tamponado com bórax (tetraborato de sódio) de concentração final de 2%. Os frascos foram armazenados em temperatura ambiente.



**Figura IV.3.2-1** – Amostragem de fitoplâncton durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.

### IV.3.3 Comunidade Zooplanctônica e Ictioplanctônica

As amostras de zooplâncton e ictioplâncton foram obtidas a partir de arrastos oblíquos até a termoclina realizados com velocidade aproximada de 2 nós nas estações #01, #05, #06, #07, #11, #12 e #13. Para a coleta das amostras foi utilizado rede de plâncton cilindro-cônica do tipo Bongo, com 60 cm de diâmetro de boca, 2 m de comprimento e malha de 200  $\mu\text{m}$  para zooplâncton e de 500  $\mu\text{m}$  para o ictioplâncton (**Figura IV.3.3-1**). Na boca de cada rede foi acoplado um fluxômetro previamente calibrado, para posterior cálculo do volume de água filtrada.



**Figura IV.3.3-1** – Amostragem de ictioplâncton e zooplâncton durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.

Após a coleta, as amostras de cada rede foram acondicionadas em frascos de 1 L etiquetados e fixadas em solução de formaldeído tamponado com bórax a concentração final de 4%.

## V MÉTODOS DE LABORATÓRIO

As amostras coletadas durante a 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental da Unidade FPSO P-57, Campo de Jubarte, Bacia de Campos, foram enviadas para laboratórios responsáveis pelas análises ambientais. As amostras destinadas às análises físico-químicas foram enviadas para a SGS do Brasil, as amostras destinadas às análises de ecotoxicidade foram enviadas ao LABTOX e as amostras biológicas foram enviadas à BIOENV.

### V.1 MASSA D'ÁGUA

Visando o tratamento de dados da massa d'água, utilizou-se os dados de descida do CTD devido à menor turbulência na coluna d'água, se comparado com os dados de subida do equipamento. Tais dados foram submetidos a um tratamento básico, que incluem filtros para eliminação de ruídos e erros ocorridos na aquisição, e rotinas para aprimorar a qualidade dos dados, tornando-os contínuos e regularmente distribuídos. O tratamento foi realizado para cada estação de monitoramento, tendo como base Mattos (2003), os processos são descritos a seguir:

- 1) Remoção de picos (*spikes*) – Os picos são causados por falhas nos sensores, gerando valores fora dos padrões esperados para as propriedades. A remoção destes ruídos foi feita de forma simples, comparando os dados com valores pré-estabelecidos em bibliografia para a região de estudo (CASPEL *et al.*, 2010; SIGNORINI *et al.*, 1989; CAMPOS *et al.*, 1994). Nesta etapa, também foram eliminados valores inválidos de pressão e valores de subida do CTD.
- 2) Média em caixas (*Bin averaging*) – O segundo passo foi estabelecer um intervalo regular de amostragem dos dados, para isso foi utilizado o procedimento de média em caixas. A amostragem do CTD é contínua ao longo da coluna d'água, como a velocidade do equipamento é variável o intervalo de profundidades dos dados não é uniforme. Para cada valor inteiro

de profundidade estabeleceu-se uma caixa, com todos os valores fracionários correspondentes, e fez-se a média. Com isso, os dados foram igualmente espaçados verticalmente, em intervalos de 1 m.

- 3) Interpolação linear – Após o *bin averaging*, alguns perfis verticais apresentaram intervalos sem dados. Desse modo, para preencher esses espaços foi utilizada interpolação linear.
- 4) Alisamento por Janela Móvel – A última etapa do processo consiste na aplicação de uma janela móvel para suavização do perfil vertical. A janela aplicada foi do tipo *Hanning*, uma função suave que se assemelha a distribuição gaussiana. A largura da janela (ou intervalos de profundidade) deve ser definida de modo a suavizar, mas não alterar os gradientes verticais do perfil. A janela de 11 dados foi escolhida por se tratar de camada relativamente rasa onde há maior variabilidade das propriedades.

Após o tratamento dos dados, foram plotados perfis verticais de temperatura, salinidade e densidade para cada estação, e um diagrama T-S espalhado contemplando todas as estações. A partir do gráfico T-S buscou-se identificar as massas de água presentes nas estações e suas respectivas interfaces. Utilizou-se o índice termohalino da ACAS proposto por Miranda (1985), que corresponde ao par T-S de temperatura 20°C e salinidade 36,36. Usando o valor de densidade potencial ( $\sigma_\theta$ ) correspondente ao par T-S buscou-se no perfil de densidade potencial de cada estação a profundidade onde este ocorre. Esta profundidade é considerada a interface entre as massas de água.

### **V.1.1 Determinação das profundidades Ziso, Zmix e Zbar**

A determinação das profundidades da Camada Isotérmica (Ziso) e da Camada de Mistura (Zmix) geralmente considera um determinado desvio da temperatura ou densidade em relação ao valor superficial. A Ziso é então determinada como a profundidade em que a temperatura (T) é igual à temperatura superficial menos um  $\Delta T$ , e a Zmix é estimada como a profundidade em que a densidade ( $\sigma_t$ ) é igual à

densidade superficial adicionada de um  $\Delta\sigma_t$  equivalente a redução de temperatura (SPRINTALL e TOMCZAK, 1992).

Seguindo Sprintall e Tomczak (1992)  $Z_{iso}$  e  $Z_{mix}$  foram calculados adotando as variações de temperatura e densidade  $\Delta T = 0,5^\circ\text{C}$  e  $\Delta\sigma_t = 0,5^\circ\text{C}$  ( $\partial\sigma_t/\partial T$ ) em relação à temperatura e densidade superficiais ( $T(0)$  e  $\sigma(0)$ ) obtidas *in situ*:

$$Z_{iso} = z(T = T(0) - \Delta T) \quad (1)$$

$$Z_{mix} = z\left(\sigma_t = \sigma_t(0) + \frac{\partial\sigma_t}{\partial T}\Delta T\right) \quad (2)$$

Em que  $\Delta\sigma = 0,5^\circ\text{C}$  ( $\partial\sigma_t/\partial T$ ) é calculado em função da temperatura e salinidade.

A Espessura da Camada Barreira ( $Z_{bar}$ ) é calculada por meio da seguinte equação:

$$Z_{bar} = Z_{iso} - Z_{mix}$$

Quando a estratificação da densidade é determinada somente pela temperatura,  $Z_{mix}$  e  $Z_{iso}$  são equivalentes e  $Z_{bar} = 0$ . Se a estratificação da salinidade for forte o suficiente para induzir a pycnoclina no interior da camada isotérmica ( $Z_{mix} < Z_{iso}$ ),  $Z_{bar}$  será maior que zero e as águas superficiais podem ser isoladas das águas mais frias abaixo (SILVA *et al.*, 2005).

## V.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

### V.2.1 Material Particulado em Suspensão

A determinação de Material Particulado em Suspensão (MPS) foi realizada pelo método gravimétrico (SMWW 2540 B-F), em que um volume conhecido de amostra passa por um filtro previamente pesado que, após a secagem, é pesado novamente. Os limites de detecção e quantificação do método de análise são de 0,005 mg/L e 0,10 mg/L, respectivamente.

## V.2.2 Carbono Orgânico Total

A concentração de Carbono Orgânico Total foi determinada de acordo com o método SMEWW (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*) 5310 B por meio de um aparelho analisador de carbono orgânico. Antes da análise, a amostra foi acidificada com ácido clorídrico a  $\text{pH} < 2$ , foi purgada com ar sintético para eliminar o carbono inorgânico. A amostra foi então submetida à combustão catalítica a  $680^{\circ}\text{C}$  com determinação do teor de carbono por detecção com infravermelho. O limite de quantificação de Carbono Orgânico Total é de  $0,5 \text{ mg/L}$  e o limite de detecção é  $0,1 \text{ mg/L}$ .

## V.2.3 Nutrientes

As amostras destinadas para as análises de Nitrito, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal foram processadas segundo o SMEWW 4500, de acordo com a metodologia de análise para cada parâmetro.

Na metodologia de Fósforo Total (USEPA 6010 C), o fósforo é convertido em ortofosfato utilizando ácido sulfúrico e persulfato de amônio. Molibdato de amônio e tartarato de antimônio e potássio reagem, com soluções diluídas de fósforo, para formar um complexo de fosfomolibdato de antimônio, que é reduzido com o ácido ascórbico para formar um complexo de cor azul intensa. A absorvância do complexo é medida, e é proporcional à concentração de ortofosfato.

Na análise de Nitrito foi realizada a quantificação do composto de diazônio formado pela diazotação da sulfanilamida pelo nitrito, sendo o complexo colorido medido espectrofotometricamente.

Para a análise de Nitrato foi realizada por coluna de redução de cádmio com determinação de nitrito antes e após a redução e a quantificação do nitrato pela diferença entre os dois resultados com correção estequiométrica.

Na metodologia de análise de Nitrogênio Amoniacal, tal composto presente na amostra reage com o hipoclorito de sódio, em meio alcalino, para formar a monocloramina que, por sua vez, reage com o fenol formando o azul de indofenol, cuja absorção máxima é de  $640 \text{ nm}$ .

A **Tabela V.2.3-1** apresenta os limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados para determinar as concentrações de nutrientes nas amostras coletadas.

**Tabela V.2.3-1** – Limites de detecção e quantificação dos métodos analíticos de análise de nutrientes.

Parâmetros	Limite de Detecção (mg/L)	Limite de Quantificação (mg/L)
Fósforo total	0,01	0,02
Nitrato	0,05	0,10
Nitrito	0,004	0,007
Nitrogênio Amoniacal	0,025	0,050

### V.2.4 Sulfetos

A determinação de sulfeto nas amostras coletadas foi realizada através da metodologia SMEWW 4500S2. Para este método, a amostra é preservada com acetato de zinco e hidróxido de sódio para eliminar a interferência de sulfito, tiosulfato, iodeto e outras substâncias. O precipitado formado é removido e analisado pelo método colorimétrico, onde o sulfeto reage com dimetil-fenilenodiamina na presença de cloreto férrico como catalisador. A análise de sulfetos apresenta limite de detecção e quantificação de 0,001 mg/L e 0,002 mg/L, respectivamente.

### V.2.5 Fenóis

A determinação do índice de fenóis nas amostras de água marinha coletadas no entorno do FPSO P-57 foi realizada utilizando como referência o SMEWW 5530C, baseado na metodologia de análise de reação com 4-aminoantipirina na presença de ferrocianeto potássio. Este método apresenta limite de quantificação de 0,005 mg/L e limite de detecção de 0,001 mg/L.

## V.2.6 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, Hidrocarbonetos Totais de Petróleo, MCNR, n-alcanos e BTEX

As amostras de água coletadas para a determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) foram analisadas utilizando a metodologia definida em USEPA 8270 D<sup>3</sup>. As amostras foram preparadas inicialmente adicionando-se quantidade conhecida dos padrões de p-Terfenil-d14 e 2-Flúor Bifenila (controle de qualidade). Em seguida, as amostras foram submetidas à extração líquido-líquido com diclorometano grau pesticida, seguido de concentração do extrato orgânico sob aquecimento controlado em baixa pressão. O extrato final foi então ressuspendido com n-hexano grau pesticida para posterior análise cromatográfica. Para cada batelada de amostra extraída foi também preparada amostra de branco de matriz e amostra fortificada com os compostos de interesse.

A análise de HPA foi realizada por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (GC/MS 7890 A da marca Agilent) operando em modo SIM (*Single Ion Monitoring*). Para a análise de HPA o limite de quantificação é 0,005 µg/L e o limite de detecção para cada composto está relacionado na **Tabela V.2.6-1**.

As análises de n-alcanos, MCNR e HTP foram realizadas por cromatografia gasosa com detecção por ionização em chamas (GC-FID 7890A marca Agilent). Para a análise de n-alcanos, MCNR e HTP metodologia USEPA 3510 C e USEPA 8015 D<sup>4</sup>) o limite de quantificação é de 1,00 µg/L e de detecção está apresentado na **Tabela V.2.6-2**.

A metodologia da análise cromatográfica do grupo BTEX seguiu o método EPA 8260 C. Para as análises de BTEX, o limite de quantificação é de 1,00 µg/L e os limites de detecção 0,1 µg/L.

<sup>3</sup> Método equivalente ao EPA 8270 C, solicitado no Projeto de Monitoramento Ambiental

<sup>4</sup> Método equivalente ao EPA 8015 B, solicitado no Projeto de Monitoramento Ambiental



**Tabela V.2.6-1 – Limites de detecção dos compostos do grupo HPA.**

Parâmetros	Limite de Detecção (µg/L)
Acenafteno	0,001
Acenaftileno	0,001
Antraceno	0,001
Benzo[a]antraceno	0,001
Benzo[b]fluoranteno	0,003
Benzo[ghi]perileno	0,003
Benzo[k]fluoranteno	0,002
Benzo[a]pireno	0,002
Criseno	0,001
Dibenzo[a, h]antraceno	0,003
Fenantreno	0,001
Fluoranteno	0,002
Fluoreno	0,001
Indeno[1,2,3-cd]pireno	0,003
Naftaleno	0,002
Pireno	0,002

**Tabela V.2.6-2 – Limites de detecção dos compostos do grupo HTP.**

Parâmetros	Limite de Detecção (µg/L)
n-C10	0,08
n-C11	0,01
n-C12	0,03
n-C13	0,02
n-C14	0,02
n-C15	0,02
n-C16	0,05
n-C17	0,04
n-C18	0,01
n-C19	0,03
n-C20	0,04
n-C21	0,07
n-C22	0,10
n-C23	0,11
n-C24	0,05
n-C25	0,17
n-C26	0,21
n-C27	0,28
n-C28	0,29
n-C29	0,26
n-C30	0,25
n-C31	0,29
n-C32	0,42
n-C33	0,13

(continua)

Tabela V.2.6-2 (conclusão)

Parâmetros	Limite de Detecção (µg/L)
n-C34	0,13
n-C35	0,16
n-C36	0,29
Fitano	0,02
Pristano	0,02
UCM - Mistura Complexa Não Resolvida	0,048
HTP - Hidrocarbonetos totais de Petróleo	0,12
n-Alcanos	0,048

## V.2.7 Ecotoxicidade

Analisou-se o total de 99 amostras de água marinha provenientes do entorno do FPSO P-57, cujo objetivo foi avaliar a possibilidade de efeitos tóxicos presente no ambiente proveniente do descarte da água de produção.

Foram realizados dois ensaios ecotoxicológicos, sendo um agudo com juvenis do misídeo *Mysidopsis juniae* e um crônico de curta duração embrio-larval com o ouriço-do-mar *Echinometra lucunter*. O prazo máximo de 2 meses (60 dias) de armazenamento das amostras, desde a sua coleta até a realização dos ensaios, não foi excedido para nenhuma amostra. As amostras foram congeladas após a coleta e mantidas nestas condições até 24 horas antes de realização dos ensaios laboratoriais, quando foram retiradas do freezer para descongelamento overnight, em temperatura ambiente. Foi obedecido o prazo de 12 horas para a execução dos ensaios após o descongelamento total das amostras.

Os ensaios de toxicidade de desenvolvimento embrio-larval (crônico de curta duração) com o ouriço *Echinometra lucunter* foram executados segundo a metodologia ABNT NBR 15350 para o ensaio crônico. Os óvulos e espermatozoides foram obtidos por meio de desova induzida de organismos coletados na natureza. Após a fecundação, os embriões foram expostos nas amostras de água marinha por um período de 24 horas. A exposição foi encerrada quando as larvas do controle atingiram o estágio de larva pluteus. Após a fixação com lugol determinou-se, por exame ao microscópio, o número de larvas pluteus normais, deformadas e embriões não desenvolvidos. Valores do percentual de efeito médio inferior a 20%, nos frascos controle foram considerados para validação do experimento.

Os ensaios de toxicidade com misídeo foram executados segundo as recomendações de ABNT NBR 15308 para o ensaio agudo. Juvenis do misídeo *Mysidopsis juniae* de 3 a 7 dias de idade provenientes de cultivo do Labtox foram utilizados no teste.

As amostras de água foram transferidas para frascos-teste de 250 mL, em um volume de 200 mL em 4 réplicas, assim como os frascos controle. Cada frasco teste apresentou 10 juvenis de misídeos com um tempo de exposição de 96 horas, temperatura de  $25 \pm 2$  °C e fotoperíodo de 12:12. A cada 24 horas o número de juvenis mortos foram quantificados e mais alimento (nauplius de *Artemia* sp.) foi adicionado aos frascos-teste. Ao final de 4 dias (96 horas) foi analisada a mortalidade de cada réplica para avaliar os percentuais de efeito (percentual de mortalidade). Valores do percentual de efeito médio inferior a 10%, nos frascos controle foram considerados para validação do experimento.

## V.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

### V.3.1 Clorofila a

A concentração de Clorofila a foi determinada por espectrofotometria, seguindo os procedimentos e equações descritas por Parsons *et al.* (1984). Para a extração dos pigmentos, os filtros foram macerados em 10 mL de acetona 90%, acondicionados em tubos Falcon de 15 mL e mantidos sob refrigeração (4°C) por um período de 18 horas.

Os extratos foram centrifugados a 3000 rpm durante 20 minutos. A Clorofila a foi determinada através da leitura da absorbância dos extratos acetônicos, utilizando-se um espectrofotômetro, calibrado com clorofila a pura, sendo o limite de detecção do método 0,008 µg/L e o limite de quantificação 0,01 µg/L.

### V.3.2 Comunidade Fitoplanctônica

Para o procedimento de análise e contagem do fitoplâncton, as amostras foram homogeneizadas, colocadas em câmaras de 100 mL<sup>5</sup> e sedimentadas por um período mínimo de 48 horas (UTHERMÖHL, 1958). A contagem dos indivíduos foi realizada em microscópio invertido Bel Photonics (BEL-INV 100), em aumento de 400 vezes, equipado com câmera de fotocaptura e ocular de medição, com base no método de campos aleatórios descrito por Uehlinger (1964). Foram contados pelo menos 25 campos para cada amostra, sendo as coordenadas geradas por computador e localizadas na platina do microscópio.

Foram feitos registros fotográficos e a identificação taxonômica foi realizada com base nas características morfológicas e morfométricas, utilizando-se bibliografia especializada, destacando: Yamaji (1966), Sournia (1986), Ricard (1987), Balech (1988), Chretiennot-Dinet (1990), Tomas *et al.*, (1997), Sant'Anna *et al.*, (2006), bem como o site para classificação dos organismos [www.itis.gov](http://www.itis.gov).

A partir dos resultados obtidos para a comunidade fitoplanctônica foram calculados os índices ecológicos: riqueza de espécies (S) (ODUM, 1977), diversidade de Shannon (H') (SHANNON e WEAVER, 1949), Uniformidade ou Equitabilidade (J') (PIELOU, 1977), abundância relativa (Ar) e frequência de ocorrência (FO).

A densidade de cada táxon de fitoplâncton encontrado foi calculada segundo fórmula modificada de Wetzel e Likens (1979) e expressa em cél.L<sup>-1</sup>.

$$N = n \times \left(\frac{A}{a}\right) \times \left(\frac{1}{V}\right)$$

Em que:

$N$  = Número de células por mL;

$n$  = Número de células contadas;

$a$  = Área contada ( $n^{\circ}$  de campos x área do campo);

$A$  = Área total da câmara;

$V$  = Volume total sedimentado.

<sup>5</sup>Ao considerar que ambientes marinhos de águas oligotróficas apresentam baixa densidade de organismos, utilizou-se câmaras de 100 mL, com a finalidade de sedimentar uma quantidade representativa de organismos.

## Riqueza de Espécies

A riqueza de espécies refere-se à abundância numérica de táxons representada por:

$S = n^{\circ}$  de táxons na amostra.

## Diversidade de Shannon (H')

O índice de diversidade de *Shannon* (SHANNON e WEAVER, 1949) é apropriado para amostras aleatórias de espécies de determinada comunidade ou subcomunidade de interesse e é estimado através da seguinte equação:

$$H' = - \sum (P_i \log_e P_i)$$

Em que:

$H'$  = Índice de Shannon (bits.ind<sup>-1</sup>);

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Sendo:

$n_i$  = Número de indivíduos de cada espécie;

$N$  = Número total de indivíduos.

O Índice de *Shannon* determina baixa diversidade quando seu valor é próximo a 1 (um) e alta diversidade quando se aproximar a 5 (cinco).

≥4 - Muito Alta

3 a 4 - Alta

2 a 3 - Média

1 a 2 - Baixa

< 1 - Muito Baixa

## Uniformidade ou Equitabilidade (J')

A medida de Uniformidade ou Equitabilidade compara a diversidade de Shannon com a distribuição das espécies observadas que maximiza a diversidade. Ela determina quão uniformemente os indivíduos são distribuídos entre as espécies encontradas (PIELOU, 1977). O grau de Equitabilidade (J') nas abundâncias relativas das espécies nas amostras é expressa como:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max'}}$$

Em que:

$J'$  = Equitabilidade

$H'$  = Índice de Shannon

$H'_{max'}$  = é dado pela seguinte expressão:

$$H'_{max'} = \text{Log}S$$

Em que:

$S$  = Número total de espécies na amostra

O grau de Equitabilidade encontra-se delimitado em uma faixa que oscila entre 0 (zero) e 1 (um), definindo amostra pouco uniforme se o valor estiver perto de zero (0) e muito uniforme se próximo de um (1) (WASHINGTON, 1984).

## Abundância Relativa

A abundância relativa foi calculada obedecendo à seguinte fórmula:

$$Ar = \frac{N \times 100}{Na}$$

Em que:

$Ar$  = abundância relativa (%);

$N$  = número de organismos de cada táxon na amostra;

$N_a$  = número total de organismos na amostra.

> 70% - dominante

70% a 40% - abundante

40% a 10% - pouco abundante

< 10% - raro

## Frequência de ocorrência

A frequência de ocorrência dos organismos foi calculada pela fórmula:

$$F_o = \frac{T_a \times 100}{T_A}$$

Em que:

$F_o$  = Frequência de ocorrência (%);

$T_a$  = Número de amostras contendo a espécie;

$T_A$  = Número total de amostras.

Os resultados foram dados em percentagem e foi utilizado o seguinte critério:

≥80% - Muito frequente

40% a 80% - Frequente

20% a 40% - Pouco frequente

< 20% - Esporádico

Efetuuou-se a análise de variância paramétrica unifatorial (ANOVA), para verificação das diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os dados, transformados em raiz quadrada, de densidade total e índices ecológicos do fitoplâncton, nas diferentes estações e profundidades.

Para avaliar possíveis padrões na distribuição da comunidade, realizou-se a análise de agrupamento utilizando-se a matriz de dados de composição e densidade por profundidade e estação amostral, de forma a avaliar a similaridade qualitativa entre as estações amostrais.

Os dados foram transformados em  $\log(x+1)$  e assim foi calculada a matriz de similaridade pelo índice de *Bray-Curtis* (ROHLF e FISHER, 1968). Foi efetuado a seguir, o método de comparação das médias de similaridades por grupos (*Group Average*), a partir da análise de agrupamento (*Cluster*). Por fim, utilizou-se a análise de SIMPER de maneira a verificar a contribuição dos *taxa* nos grupos identificados.

### V.3.3 Comunidade Zooplanctônica

Para a análise quantitativa e identificação dos *taxa* zooplanctônicos, as amostras foram filtradas, concentradas em peneira de malha de náilon igual a 60  $\mu\text{m}$  e triadas até o limite mínimo de 100 indivíduos por grupo (FRONTIER, 1981). Para a triagem de Copepoda, foi utilizado o método de subamostragem (FRASER, 1962), em que cada amostra foi adicionada em um béquer e diluída em volume de água de 100 mL, homogeneizada e retirada subamostra de volume de 10 mL, com auxílio de pipeta não seletiva de *Hensen-Stempel*, visando alcançar o número mínimo de 100 organismos.

As subamostras foram então transferidas para câmara de Bogorov (BOLTOVSKOY, 1981 e 1999). A triagem, contagem, identificação e registro fotográfico dos organismos foram feitos em microscópio estereoscópico. Determinados indivíduos, em função da necessidade de maior aumento, foram transferidos para lâminas contendo glicerina 50%, com o auxílio de pinça de ponta fina, para análise em microscópio óptico.

Os grupos taxonômicos do zooplâncton foram identificados até a menor unidade taxonômica possível e, posteriormente, armazenados em formol a 4%. Para o estudo taxonômico e ecológico do zooplâncton, foram consultadas bibliografias especializadas, dentre elas Alvariño (1981), Björnberg (1981), Boschi (1981), Boltovskoy (1981) e Boltovskoy (1999), Bradford-Grieve *et al.*, (1999), Bouillon (1999), Casanova (1999), Esnal (1999), Bonecker e Carvalho (2006), bem como os sites para classificação dos organismos [www.itis.gov](http://www.itis.gov) e [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org).

A partir dos resultados obtidos para a comunidade, foram calculados os índices ecológicos: riqueza de espécies (S) (ODUM, 1977), Riqueza de Margalef, diversidade de Shannon (H') (SHANNON e WEAVER, 1949), Uniformidade ou



Equitabilidade (J') (PIELOU, 1977) e Dominância de Simpson (D'). Além disso, foram calculados a abundância relativa (Ar), a densidade de organismos e frequência de ocorrência (FO).

## Densidade de Organismos

O número de indivíduos coletados, no presente estudo, foi convertido em densidade e expresso em indivíduos/m<sup>3</sup>, baseando-se no volume de água filtrada pela rede:

$$V = A \times R \times C$$

Em que:

V = volume de água filtrada em m<sup>-3</sup>;

A = área da boca da rede em m<sup>2</sup>;

R = número de rotações do fluxômetro durante o arrasto;

C = fator de aferição após calibração do aparelho em metros por rotações.

A densidade total (ind.m<sup>-3</sup>) foi calculada segundo a fórmula proposta por Newell e Newell (1963), considerando-se o número total de indivíduos por metros cúbicos:

$$N = \frac{Ni}{V}$$

Em que:

N = densidade (N° organismos/m<sup>3</sup>);

Ni = número total de organismos de uma espécie;

V = volume de água filtrada na coleta, em m<sup>3</sup>.

## Riqueza de Margalef (RM)

O índice de Riqueza de Margalef demonstra a abundância numérica de grupos taxonômicos de determinada área geográfica, região ou comunidade. Este índice foi obtido segundo Omori e Ikeda (1984) pela fórmula:

$$RM = \frac{S - 1}{LN(n)}$$

Em que:

$RM$  = Índice de Riqueza de Margalef;

$S$  = Número total de espécies na amostra;

$n$  = número de indivíduos de cada espécie.

### Dominância de Simpson

A dominância entre os *taxa* encontrados por amostra foi determinada pelo índice de Dominância de Simpson ( $S'$ ), partindo da seguinte fórmula:

$$S' = \sum \left(\frac{n}{N}\right)^2$$

Em que

$S'$  = Índice de Dominância de Simpson;

$n$  = densidade de indivíduos de cada espécie;

$N$  = densidade total de indivíduos na amostra.

Com o objetivo de verificar se houve dissimilaridade espacial significativa entre as estações de coleta, realizou-se a análise de agrupamento utilizando a similaridade de *Bray-Curtis*. Posteriormente, foi realizada a análise de SIMPER para verificar os *taxa* que mais contribuíram para a formação dos grupos.

Com a finalidade de verificar os padrões de distribuição e as possíveis relações com os parâmetros físico-químicos, foi realizada a Análise de Correlação Canônica (CCA). Para isso, foram utilizados os dados de densidade dos grupos de zooplâncton, juntamente com os parâmetros abióticos (Material Particulado em Suspensão, Carbono Orgânico Total, Oxigênio Dissolvido, Temperatura, Salinidade e pH) para a profundidade superficial. Os dados brutos de densidade dos

organismos foram normalizados utilizando-se o  $\log(x+1)$ , em que  $x$  representa a densidade de cada organismo em cada estação amostral.

### V.3.4 Comunidade Ictioplanctônica

Em laboratório, as amostras de ictioplâncton foram triadas na sua totalidade com auxílio de placas de *Bogorov* e microscópios estereoscópicos binoculares, onde foram separados os ovos e as larvas de peixes. Posteriormente, o ictioplâncton foi identificado ao menor nível taxonômico possível com o auxílio de referências bibliográficas especializadas (FAHAY, 1983; LEIS e RENNIS, 1983; LEIS e TRNSKI, 1989; OLIVAR e FORTUÑO, 1991; MOSER, 1996; BONECKER e CASTRO, 2006; RICHARDS, 2006).

Os ovos e larvas de peixes sem identificação positiva pela ausência de caracteres taxonômicos (estágios embrionários e de pré-flexão) ou pelo estado danificado em função da pressão do arrasto foram classificados como “não identificados” (NI). A sequência filogenética e a classificação utilizada para apresentação taxonômica das larvas de peixes identificadas seguiram Nelson (2006).

A composição e distribuição (frequência e abundância) do ictioplâncton foram analisadas considerando as densidades a partir do volume de água filtrado pela rede de plâncton, expressas pelo número de indivíduos (ovos ou larvas) por cem metros cúbicos ( $n^{\circ}/100 \text{ m}^3$ ).

Assim como para as comunidades de zooplâncton e fitoplâncton, a partir dos resultados obtidos foram calculados os índices ecológicos: diversidade de *Shannon* ( $H'$ ) (SHANNON e WEAVER, 1949), Uniformidade ou Equitabilidade ( $J'$ ) (PIELOU, 1977) e Riqueza de Margalef (RM), Riqueza Absoluta ( $S'$ ) e Dominância de Simpson ( $D'$ ). Os cálculos foram realizados por meio das mesmas fórmulas apresentadas anteriormente para fitoplâncton e zooplâncton.

Com o objetivo de detectar possíveis gradientes e rupturas na distribuição da comunidade ictioplanctônica, foram feitas análises multivariadas de agrupamentos (*Cluster*) utilizando o índice de similaridade de *Bray-Curtis*. Para estas análises foram utilizadas matrizes de abundância de todos os *taxa*. As análises multivariadas

foram realizadas com a utilização do programa PRIMER 6, com os dados de densidade transformados em logaritmo ( $\text{Log}(x+1)$ ).

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi aplicada considerando os dados bióticos (densidade de ovos e densidade de larvas), juntamente com os parâmetros abióticos para a profundidade acima da termoclina (ACTC).

## VI RESULTADOS

### VI.1 MASSA D'ÁGUA

A **Tabela VI.1-1** apresenta os dados de temperatura por profundidade em todas as estações na região de entorno da Unidade de Produção FPSO P-57, durante o período de coleta de 07 a 13 de fevereiro de 2020. Durante a 9ª Campanha os valores mais elevados de temperatura foram encontrados em superfície, variando entre 27,61°C (Estação #8) a 28,30 °C (Estação #5), com valor médio de 27,85°C. No geral, os perfis de temperatura apresentaram características típicas, com camada isotérmica na superfície e valores decrescendo até a profundidade de 200 metros, na qual foram encontrados os menores valores de temperatura, variando entre 15,17°C (Estação #2) e 24,34°C (Estação #5). O valor médio de temperatura encontrado em 200 m foi de 16,55°C.

Tabela VI.1-1 – Valores de temperatura (°C) registrados durante a 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.

Estação	SUP	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	AC/TC	TC	AB/TC	100 m	150 m	200 m	Média	C.V.(%)
#1	27,77	*	*	*	*	*	27,72	27,34	25,74	21,75	17,94	15,73	23,43	19,77
#2	27,96	-	-	-	-	24,23	27,92	27,25	24,76	20,47	17,57	15,17	23,17	19,81
#3	27,71	*	*	*	*	25,06	27,76	27,02	27,09	22,39	15,89	15,89	23,60	20,13
#4	27,95	-	-	-	-	24,54	27,86	27,66	26,98	21,70	18,24	15,26	23,77	19,25
#5	28,30	-	-	-	-	*	25,50	26,70	27,52	21,55	18,33	24,34	24,61	13,40
#6	27,91	*	*	*	*	*	27,76	26,20	24,87	21,84	18,41	16,55	23,36	17,99
#7	27,63	-	-	-	-	23,96	27,74	26,88	24,49	21,58	18,72	16,08	23,39	17,18
#8	27,61	-	-	-	-	*	27,68	27,43	25,77	21,52	17,99	15,88	23,41	19,59
#9	27,76	*	*	*	25,95	24,51	27,70	27,30	27,22	20,68	18,04	15,96	23,90	17,87
#10	27,63	-	-	-	-	*	27,70	27,27	25,34	21,91	18,41	16,06	23,47	18,78
#11	28,11	-	-	-	-	24,31	27,88	27,54	25,75	21,29	17,59	15,54	23,50	19,36
#12	27,92	*	*	*	*	*	27,68	27,23	25,52	22,75	18,83	16,53	23,78	17,80
#13	27,74	-	-	-	-	25,16	27,71	27,55	27,16	22,43	18,51	16,18	24,06	17,72
<b>Média</b>	<b>27,85</b>	-	-	-	<b>25,95</b>	<b>24,54</b>	<b>27,59</b>	<b>27,18</b>	<b>26,02</b>	<b>21,68</b>	<b>18,04</b>	<b>16,55</b>		
<b>C.V.(%)</b>	<b>0,71</b>	-	-	-	<b>0,00</b>	<b>1,65</b>	<b>2,20</b>	<b>1,41</b>	<b>3,88</b>	<b>2,85</b>	<b>4,00</b>	<b>13,80</b>		

- Amostras não previstas.

\* Profundidades suprimidas.

C.V. = coeficiente de variação.

A **Tabela VI.1-2** apresenta os dados de salinidade por profundidade em todas as estações. Os valores obtidos para salinidade variaram em superfície de 36,83 (Estações #11) a 37,00 (Estação #12). O parâmetro, durante a atual campanha, apresentou mínimos valores em 200 m, cuja variação de salinidade esteve entre 35,48 (Estação #2) a 36,79 (Estações #5).

**Tabela VI.1-2 – Valores de salinidade (UPS) registrados durante a 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.**

Estação	SUP	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	AC/TC	TC	AB/TC	100 m	150 m	200 m	Média	C.V.(%)
#1	36,93	*	*	*	*	*	36,96	37,03	37,07	36,68	35,96	35,56	36,60	1,51
#2	36,88	-	-	-	-	36,95	36,87	37,06	36,99	36,43	35,87	35,48	36,57	1,51
#3	36,89	*	*	*	*	37,05	36,87	37,02	37,08	36,77	35,59	35,58	36,61	1,63
#4	36,91	-	-	-	-	37,04	36,98	36,99	37,07	36,65	36,02	35,49	36,64	1,48
#5	36,88	-	-	-	-	*	36,73	37,04	36,97	36,61	36,01	36,79	36,72	0,87
#6	36,89	*	*	*	*	*	36,93	37,11	37,10	36,70	36,02	35,72	36,64	1,39
#7	36,92	-	-	-	-	37,00	36,97	37,03	36,96	36,65	36,08	35,62	36,65	1,34
#8	36,98	-	-	-	-	*	36,86	36,99	37,06	36,62	35,97	35,58	36,58	1,47
#9	36,87	*	*	*	37,04	36,98	36,90	37,02	37,16	36,46	35,96	35,60	36,67	1,40
#10	36,86	-	-	-	-	*	36,96	37,06	37,15	36,70	36,05	35,61	36,63	1,46
#11	36,83	-	-	-	-	37,00	36,83	37,04	37,04	36,58	35,88	35,53	36,59	1,47
#12	37,00	*	*	*	*	*	36,94	37,07	37,05	36,87	36,12	35,69	36,68	1,38
#13	36,85	-	-	-	-	37,08	36,89	36,96	37,07	36,81	36,06	35,63	36,67	1,35
<b>Média</b>	<b>36,90</b>	-	-	-	<b>37,04</b>	<b>37,01</b>	<b>36,90</b>	<b>37,03</b>	<b>37,06</b>	<b>36,66</b>	<b>35,97</b>	<b>35,68</b>		
<b>C.V.(%)</b>	<b>0,13</b>	-	-	-	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>	<b>0,18</b>	<b>0,10</b>	<b>0,16</b>	<b>0,33</b>	<b>0,36</b>	<b>0,91</b>		

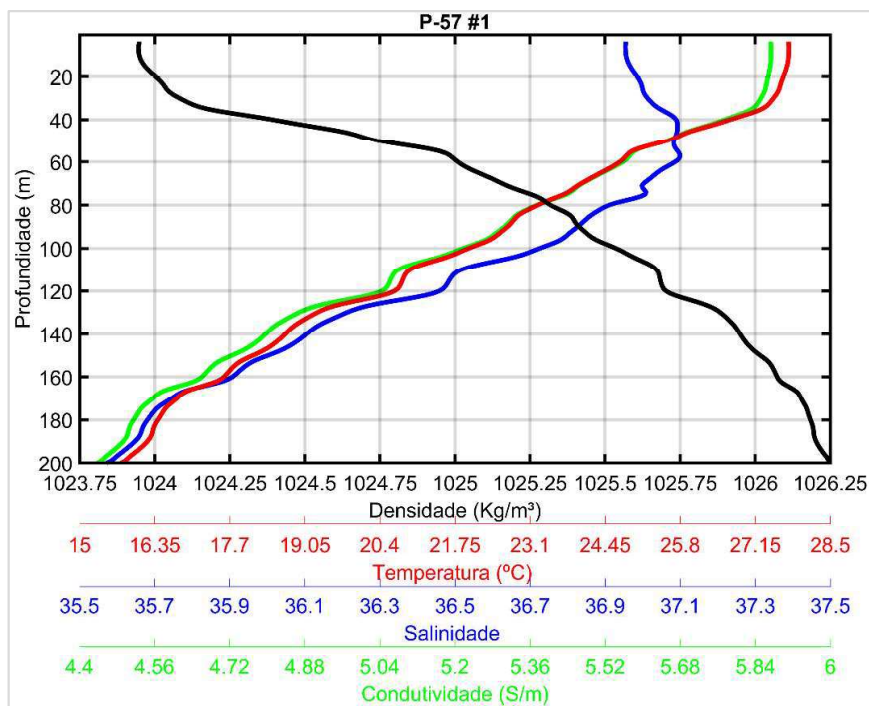
- Amostras não previstas.

\* Profundidades suprimidas.

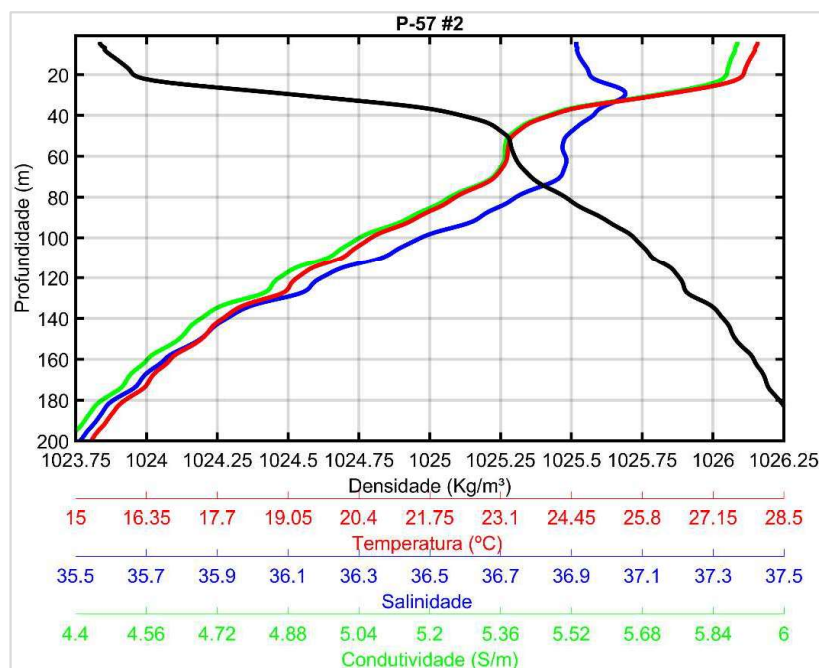
C.V. = coeficiente de variação.



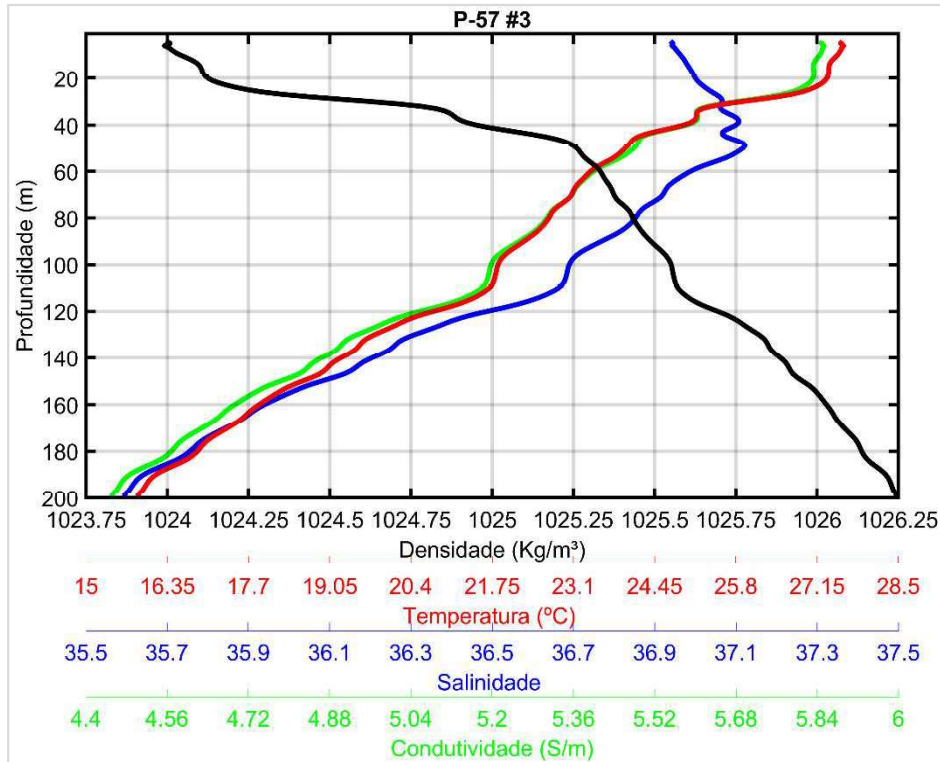
Da **Figura VI.1-1** a **Figura VI.1-13**, abaixo, apresentam os perfis verticais de temperatura, salinidade, densidade e condutividade.



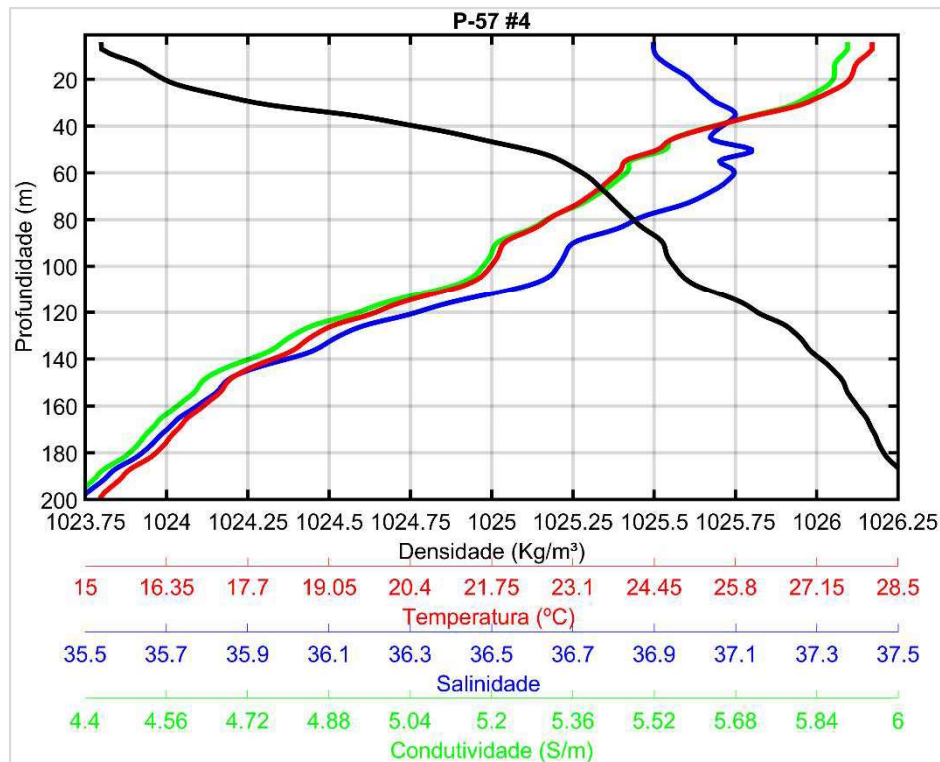
**Figura VI.1-1** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #1.



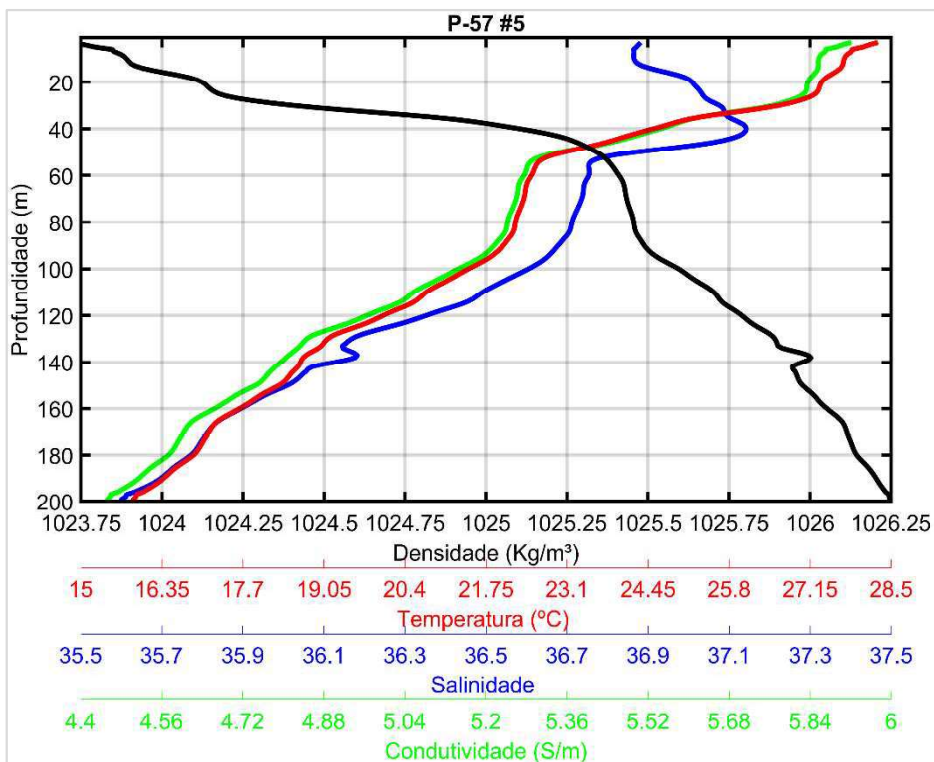
**Figura VI.1-2** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #2.



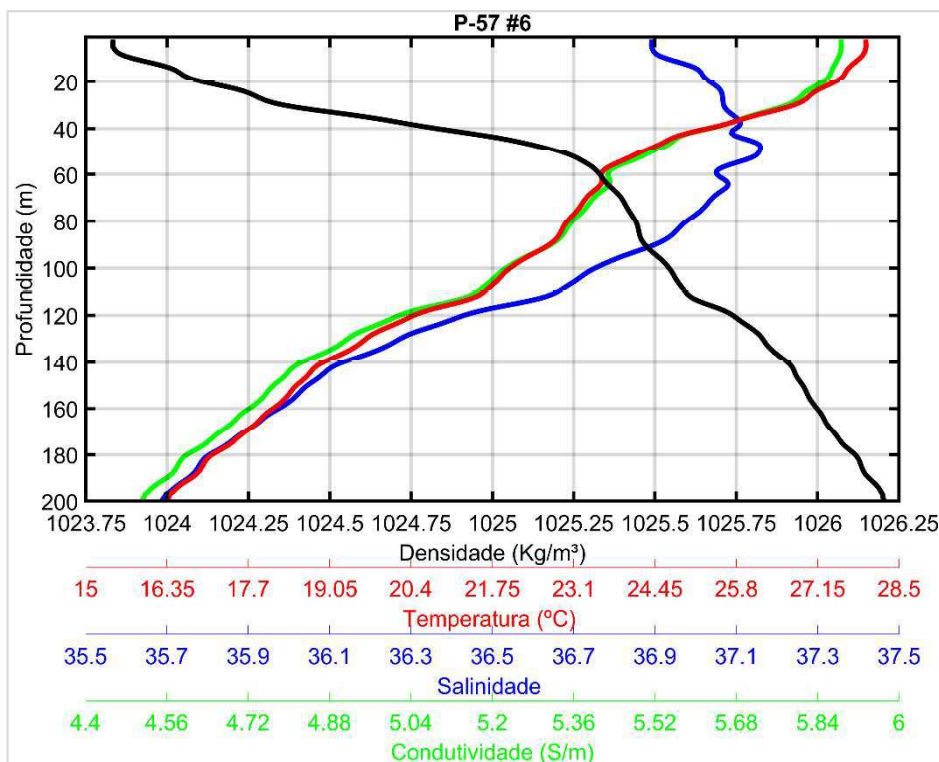
**Figura VI.1-3** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #3.



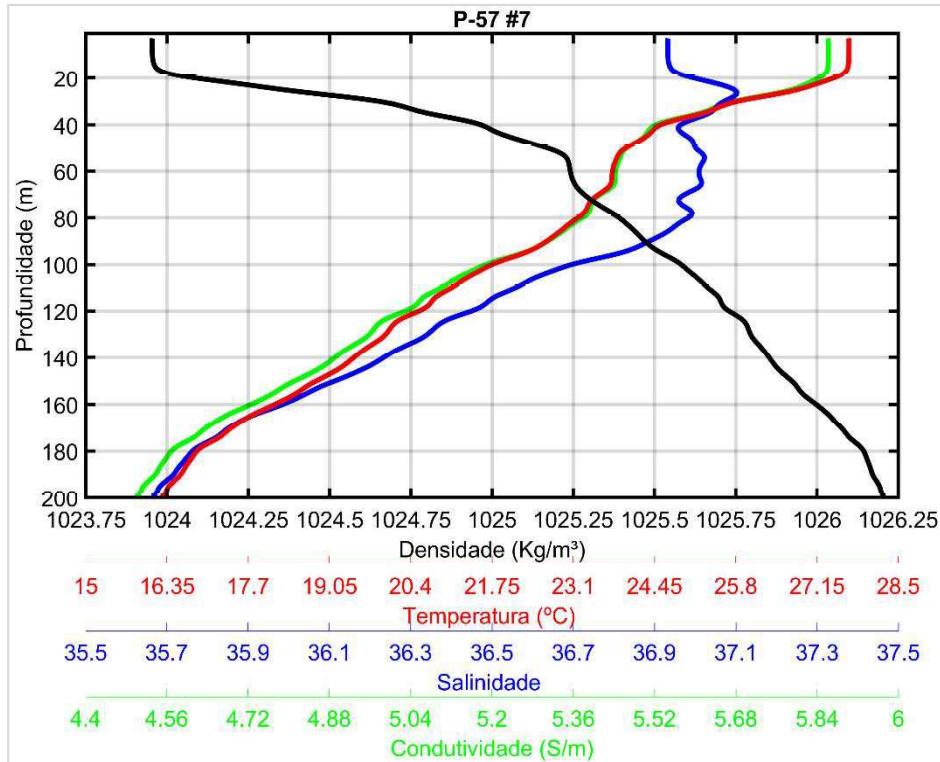
**Figura VI.1-4** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #4.



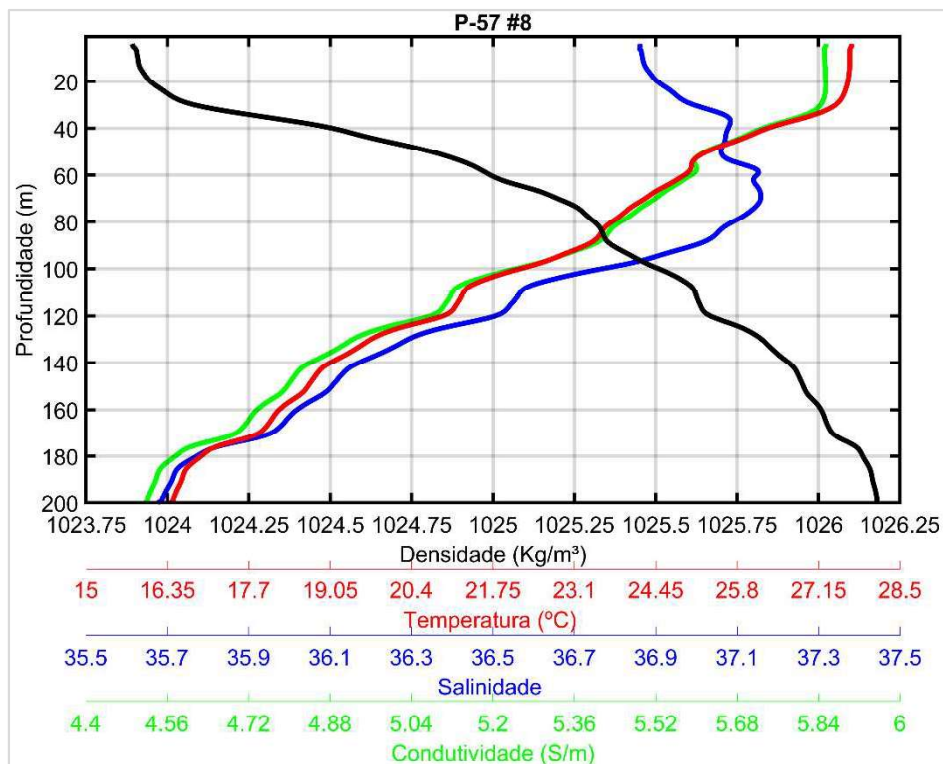
**Figura VI.1-5** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #5.



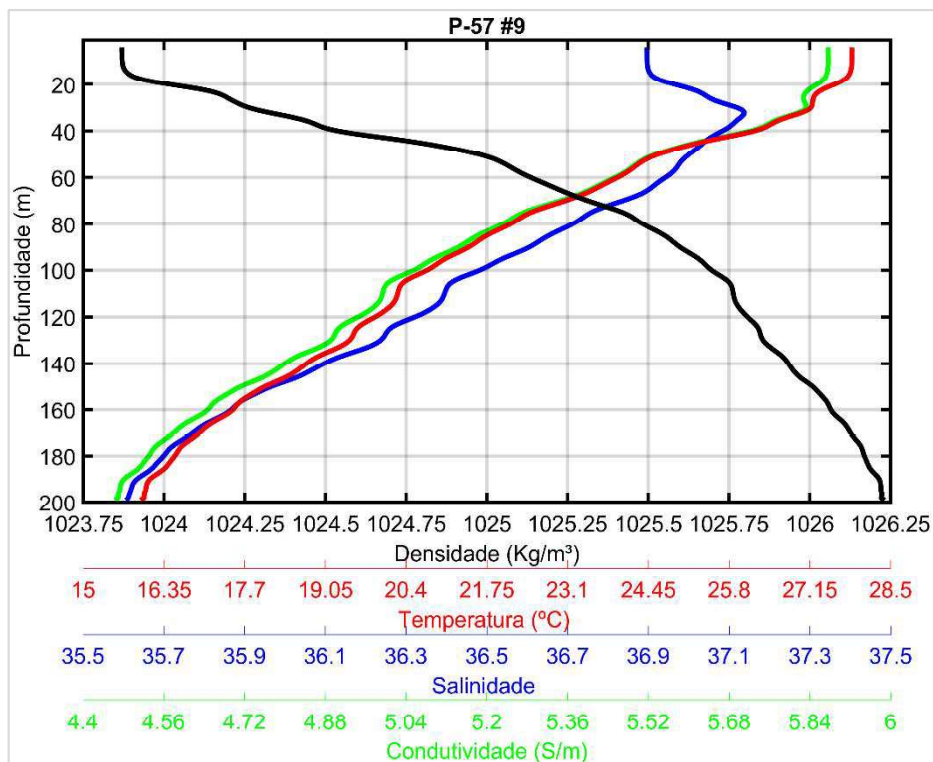
**Figura VI.1-6** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #6.



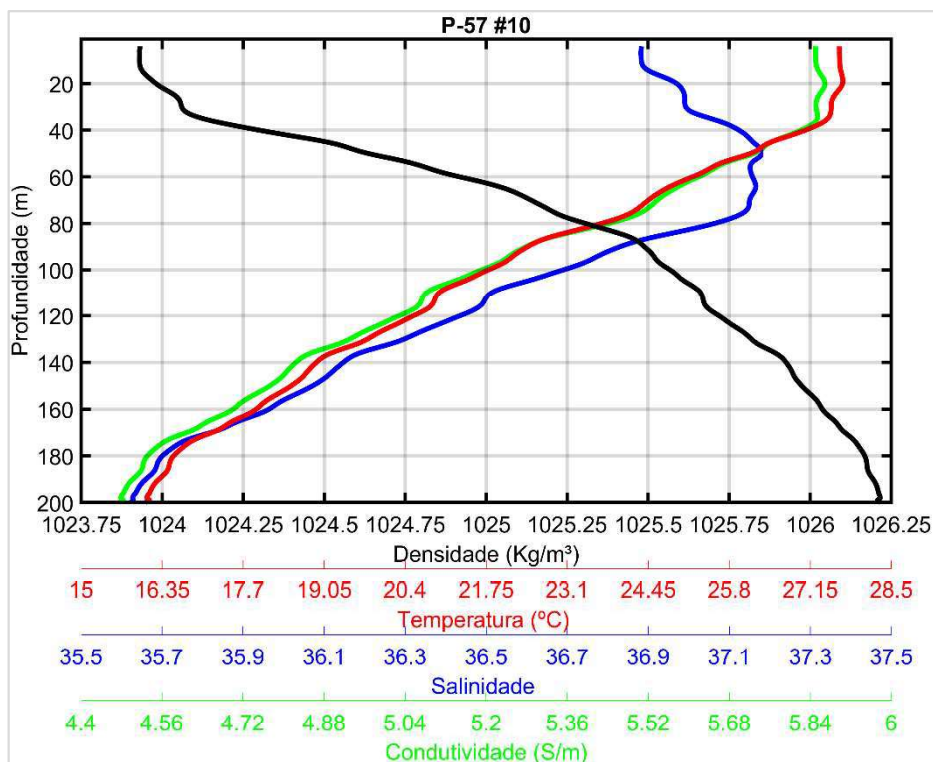
**Figura VI.1-7** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #7.



**Figura VI.1-8** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #8.



**Figura VI.1-9** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #9.



**Figura VI.1-10** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #10.

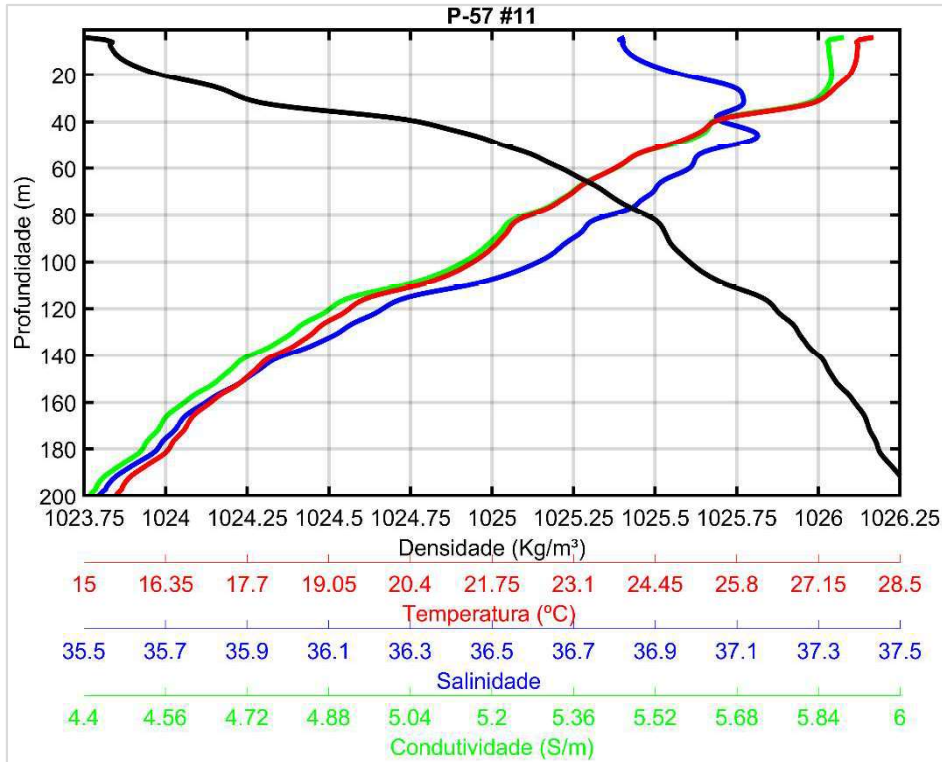


Figura VI.1-11 – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #11.

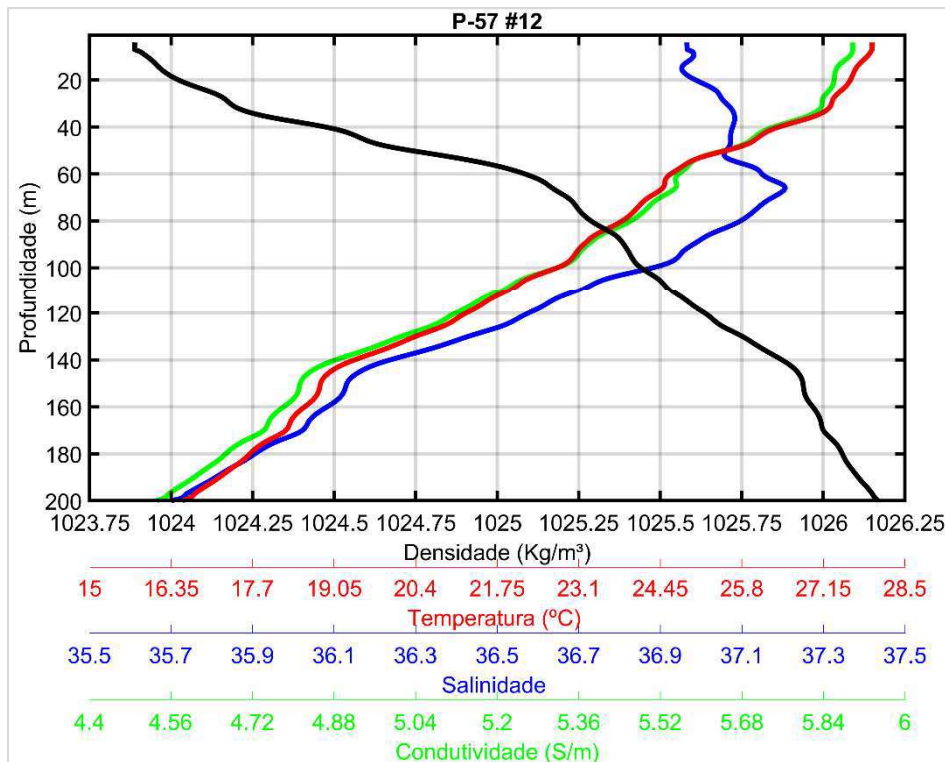
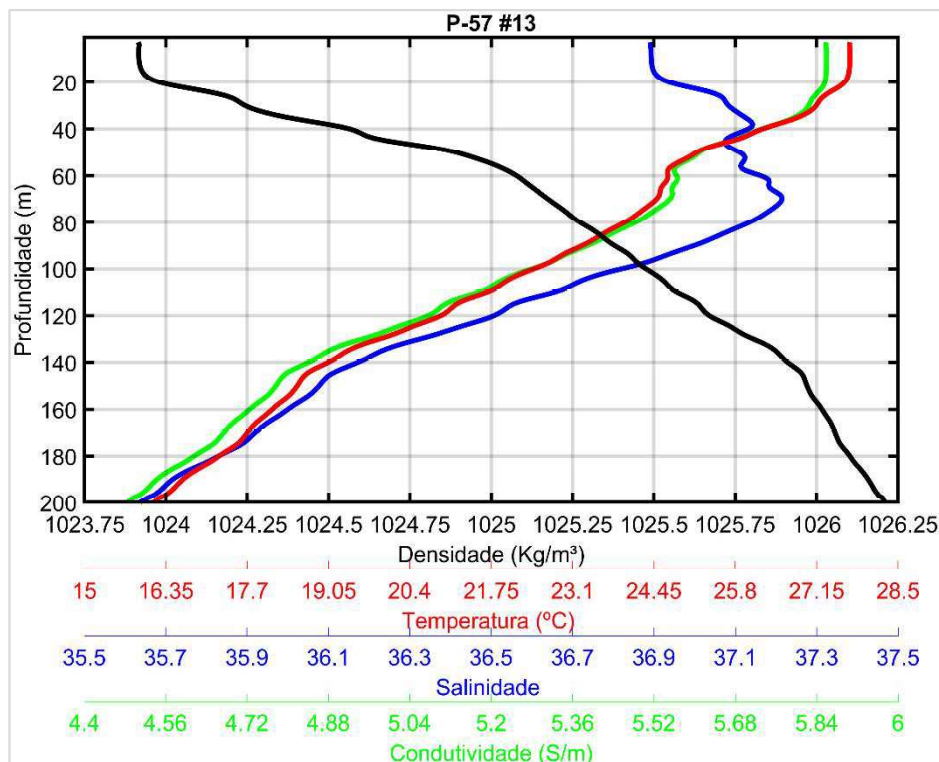


Figura VI.1-12 – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #12.



**Figura VI.1-13** – Temperatura, salinidade, condutividade e densidade em perfis de profundidade da Estação #13.

Os valores de temperatura e salinidade, bem como sua distribuição vertical estão próximos aos encontrados por Valentin *et al.* (2007) para a região. Como esperado, as estações apresentaram características hidrográficas homogêneas com baixos coeficientes de variação. Isso se deve ao fato da região estar sob influência da Corrente do Brasil (CB), com massas de água de características bem definidas. Ao largo da costa sudeste a CB transporta as massas Água Tropical (AT) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS) para sul, em que a AT caracteriza-se por temperaturas maiores que 20°C e salinidades acima de 36. Já a ACAS possui temperaturas entre 6°C e 20°C, e salinidades entre 34,6 e 36 (SILVEIRA *et al.*, 2000). Pequenas distinções entre os perfis devem-se à influência de forçantes meteoceanográficas que variam espacial e temporalmente na região amostrada.

Os valores médios de temperatura encontrados em superfície e em 200 metros (27,85°C – SUP e 16,55°C – 200 m), estiveram próxima a faixa de temperaturas médias observadas nas mesmas profundidades, comparadas com as campanhas anteriores. Com relação a campanha anterior, 8ª Campanha, o valor médio de temperatura em superfície foi ligeiramente superior e o encontrado em 200 m apresentou-se inferior (26,64°C – SUP e 16,65°C – 200 m).

Assim como a temperatura, os valores médios de salinidade, em superfície e em 200 metros, apresentaram-se dentro dos limites observados ao longo das campanhas monitoradas. Os atuais valores, 36,90 (SUP) e 35,98 (200 m), foram similares aos valores observados durante a campanha anterior, 37,95 (SUP) e 35,68 (200 m).

As profundidades da Camada Isotérmica (Ziso), Camada Isopicnal (Zmix), e Camada Barreira (Zbar) são apresentadas na **Tabela VI.1-3**. Observa-se que a profundidade da Ziso variou entre 8 m (Estações #5) e 40 m (Estações #10), com média de 25,54 m. A Camada Zmix, em geral, foi observada em profundidades similares as profundidades encontradas para a Ziso, variando entre 9 m (Estação #5) e 34 m (Estação #10). A relação entre as duas camadas Ziso e Zmix, durante a atual campanha, evidenciou a existência da camada barreira (Zbar) máxima nas Estações #6, #10 e #11, com 6 m de espessura.

Ressalta-se que, na Estação #5, os valores das camadas isotérmica e isopicnal estiveram abaixo das demais estações, indicando uma zona de maior mistura de massa d'água, e conseqüentemente, menor variação de temperatura e salinidade. O valor negativo para camada barreira (Zbar) nesta estação indica ausência da camada barreira.

**Tabela VI.1-3** – Profundidades das camadas isotérmica e isopicnal e espessura da camada barreira obtidas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.

Estação	Camada Isotérmica (Ziso) (m)	Camada Isopicnal (Zmix) (m)	Espessura da Camada Barreira (Zbar) (m)
#1	36	32	4
#2	24	23	1
#3	25	23	2
#4	23	18	5
#5	8	9	-1
#6	20	14	6
#7	23	21	2
#8	34	29	5
#9	23	21	2
#10	40	34	6
#11	23	17	6
#12	25	22	3
#13	28	23	5
<b>Média</b>	<b>25,54</b>	<b>22,00</b>	
<b>C.V.(%)</b>	<b>30,00</b>	<b>30,15</b>	

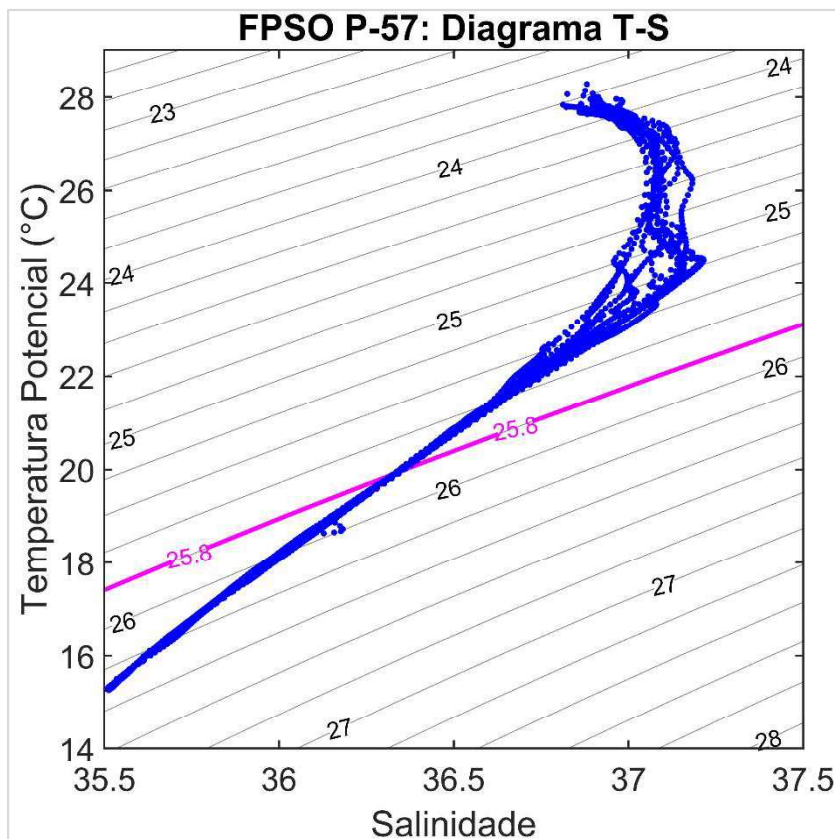


A profundidade média de 25,54 metros da Camada Isotérmica está abaixo do limite da Ziso descrita por Evans *et al.* (1983), que estabelecem camada superficial homogênea variando de 40 m a 180 m ao longo da Corrente do Brasil (CB). O valor observado na atual campanha, também foi inferior ao valor encontrado na 7ª Campanha (80,69 m), que apresentou profundidade mediana de acordo com os limites descritos pelos autores. O valor médio de 25,54 m foi similar ao valor médio observado na 3ª Campanhas (25,08 m) e inferior aos valores médios nas 8ª (30,15 m) e 4ª (35,54 m). Ressalta-se que os processos que atuam na camada de mistura (stress do vento, advecção, fluxos de calor e massa, entre outros) estão sujeitos a escalas temporais distintas, podendo gerar variabilidade diurna (BRAINERD e GREGG, 1995), sazonal (KARA *et al.*, 2003) e interanual (PARK *et al.*, 1998) na profundidade das Camadas Isotérmica e Isopicnal.

Em relação às massas de água, em todas as estações foram encontradas somente a Água Tropical (AT) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS) (**Figura VI.1-14**). A **Tabela VI.1-4** apresenta a profundidade em que foi encontrada a interface AT/ACAS em todas as estações. As profundidades em que foram observadas as interfaces variaram de 79 m (Estações #2 e #9) a 93 m (Estações #8, #12 e #13), com profundidade média de 85,31 m.

As massas de água encontradas são típicas da Corrente do Brasil (CB), corrente de contorno oeste que fecha o Giro Subtropical do Atlântico Sul. Ao largo da costa sudeste a CB transporta as massas AT e ACAS para sul. A AT caracteriza-se por temperaturas maiores que 20°C e salinidades acima de 36. Já a ACAS possui temperaturas entre 6°C e 20°C, e salinidades entre 34,6 e 36 (SILVEIRA *et al.*, 2000).

A profundidade média da interface (85,31 m) foi inferior ao valor médio encontrado por Campos *et al.*, (1994) para a região sudeste, com AT variando entre 110 m e 170 m. Além disso, se apresentou próxima às campanhas anteriores: 90,46 m – 7ª Campanha e 83,08 – 8ª Campanha. Variações na profundidade da interface AT/ACAS podem ser causadas por fenômenos de mesoescala típicos da região, como meandros e vórtices ciclônicos da CB que induzem ressurgência na quebra de plataforma (CAMPOS *et al.*, 2000).



**Figura VI.1-14** – Diagramas T-S espalhado das estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57. A linha em rosa indica a interface AT/ACAS.

**Tabela VI.1-4** – Profundidade da interface AT/ACAS (m) nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.

Estação	Profundidade da interface AT/ACAS (m)
#1	91
#2	79
#3	83
#4	82
#5	81
#6	83
#7	86
#8	93
#9	79
#10	86
#11	80
#12	93
#13	93
<b>Média</b>	<b>85,31</b>
<b>C.V.(%)</b>	<b>6,16</b>

## VI.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os laudos laboratoriais referentes às análises físico-químicas e análises ecotoxicológicas realizadas nas amostras coletadas na 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57 para a determinação da qualidade da água encontram-se no **Anexo VI.2-1** e **Anexo VI.2-2**, respectivamente.

### VI.2.1 pH

Os valores de pH encontrados nas estações amostrais durante a 9ª Campanha de Monitoramento, e apresentados na **Tabela VI.2-1**, variaram de 7,09 (Estação #02 – 200 m) a 8,10 (Estação #03 – SUP). Observou-se baixa variação do parâmetro entre as estações analisadas, sendo o maior valor de C.V registrado em 200 m (2,96%).

Todas as amostras analisadas durante a 9ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57 apresentam-se em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/05 (águas salinas, classe I), que estabelece os limites de 6,50 a 8,50 para o pH.

Tabela VI.2-1 – Valores de pH registrados da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.

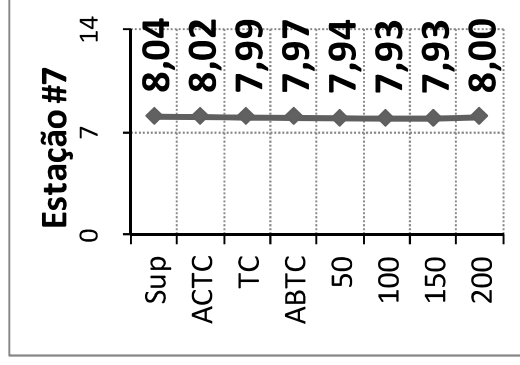
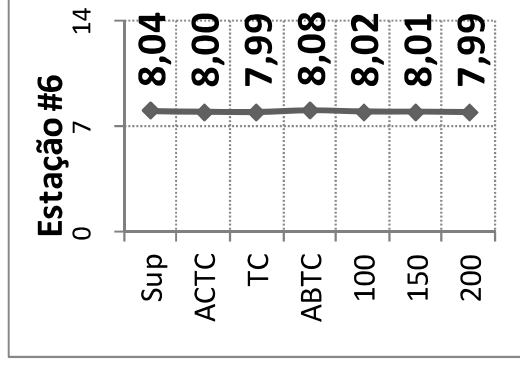
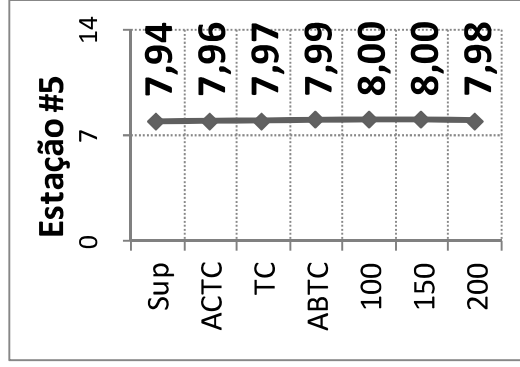
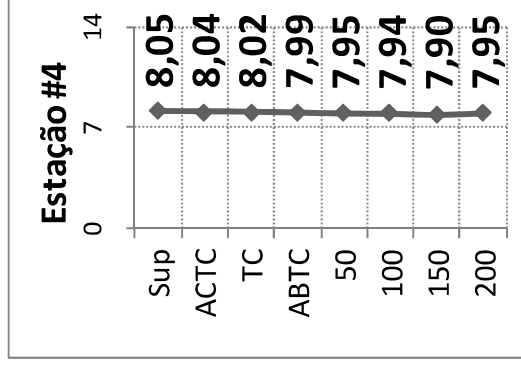
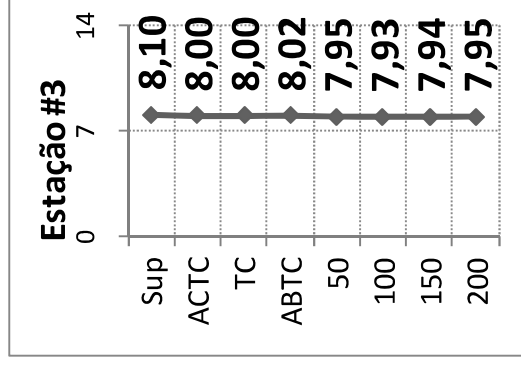
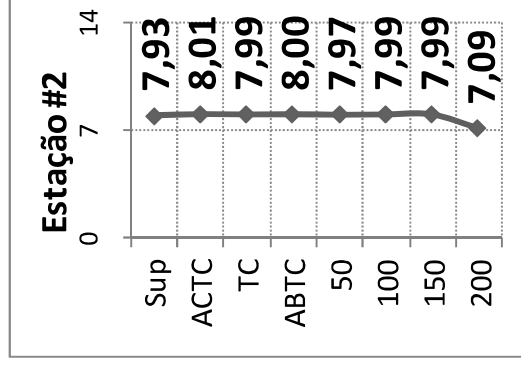
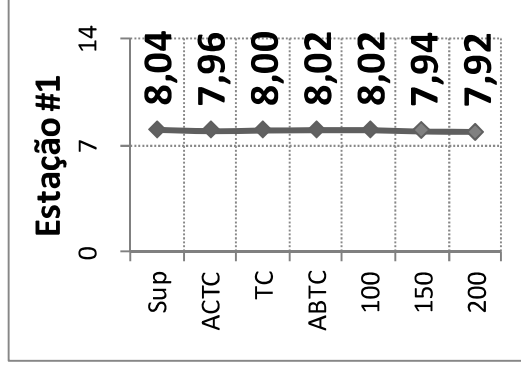
Estação	SUP	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	AC/TC	TC	AB/TC	100 m	150 m	200 m	Média	C.V.(%)
#1	8,04	*	*	*	*	*	7,96	8,00	8,02	8,02	7,94	7,92	7,99	0,53
#2	7,93	-	-	-	-	7,97	8,01	7,99	8,00	7,99	7,99	7,09	7,87	3,76
#3	8,10	*	*	*	*	7,95	8,00	8,00	8,02	7,93	7,94	7,95	7,99	0,66
#4	8,05	-	-	-	-	7,95	8,04	8,02	7,99	7,94	7,90	7,95	7,98	0,63
#5	7,94	-	-	-	-	*	7,96	7,97	7,99	8,00	8,00	7,98	7,98	0,26
#6	8,04	*	*	*	*	*	8,00	7,99	8,08	8,02	8,01	7,99	8,02	0,37
#7	8,04	-	-	-	-	7,94	8,02	7,99	7,97	7,93	7,93	8,00	7,98	0,49
#8	8,03	-	-	-	-	*	7,96	7,94	7,97	7,93	7,95	8,02	7,97	0,45
#9	7,92	*	*	*	8,05	7,95	7,94	7,98	8,02	7,93	7,89	7,90	7,95	0,64
#10	7,99	-	-	-	-	*	7,96	7,92	7,86	7,82	7,79	7,83	7,88	0,89
#11	8,01	-	-	-	-	7,95	7,99	8,02	8,02	7,98	7,98	7,96	7,99	0,31
#12	7,92	*	*	*	*	*	7,87	7,90	7,94	7,90	7,87	7,92	7,90	0,31
#13	8,00	-	-	-	-	7,93	7,97	8,00	8,00	7,95	7,90	7,96	7,96	0,43
<b>Média</b>	<b>8,00</b>	-	-	-	<b>8,05</b>	<b>7,95</b>	<b>7,98</b>	<b>7,98</b>	<b>7,99</b>	<b>7,95</b>	<b>7,93</b>	<b>7,88</b>		
<b>C.V.(%)</b>	<b>0,69</b>	-	-	-	<b>0,00</b>	<b>0,14</b>	<b>0,52</b>	<b>0,44</b>	<b>0,62</b>	<b>0,66</b>	<b>0,74</b>	<b>2,96</b>		

- Amostras não previstas.

\* Profundidades suprimidas.

C.V. = coeficiente de variação.

Em relação aos perfis verticais (**Figura VI.2.1-1** e **Figura VI.2.1-2**), notou-se baixa variação dos valores de pH ao longo das profundidades analisadas, não sendo possível a identificação de tendência na distribuição deste parâmetro.



**Legenda:**

◆ Valor de pH

ACTC – Profundidade de amostragem Acima da Termoclina

TC – Profundidade da Termoclina

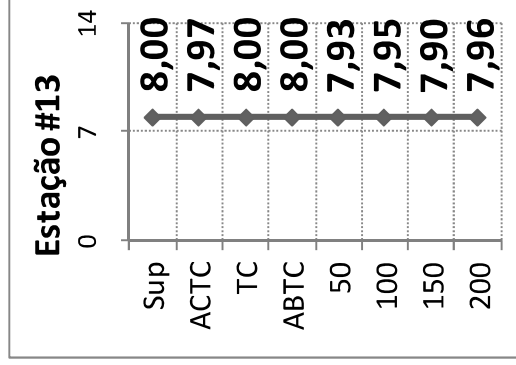
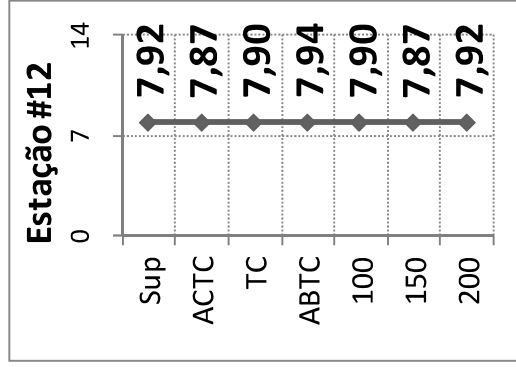
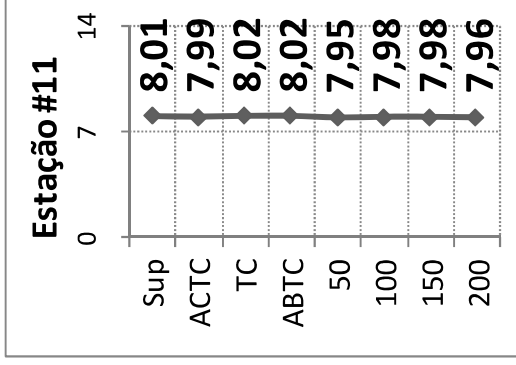
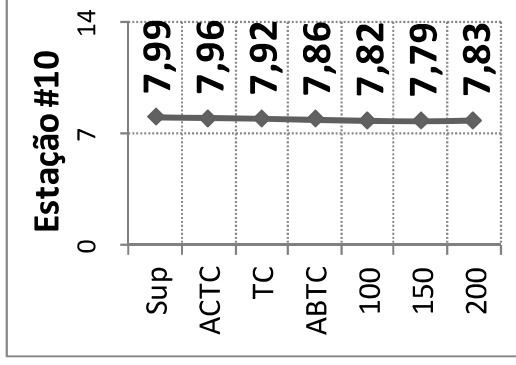
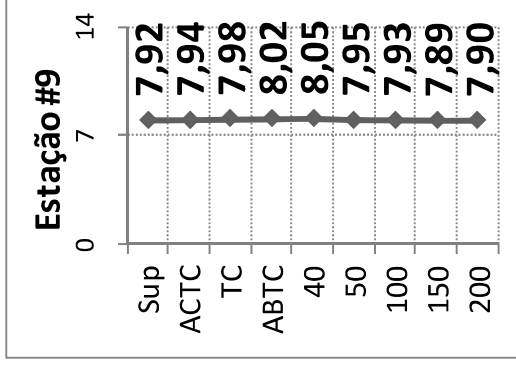
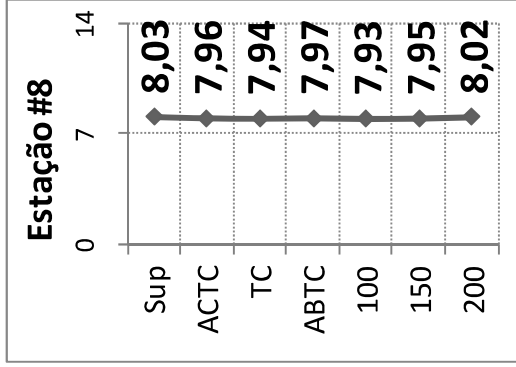
ABTC – Profundidade de amostragem Abaixo da Termoclina

SUP – Profundidade superfície

**Padrão de Qualidade de Água CONAMA 357/05 –**

6,5 < pH < 8,5.

**Figura VI.2.1-1 – Perfil vertical de pH registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).**



**Legenda:**

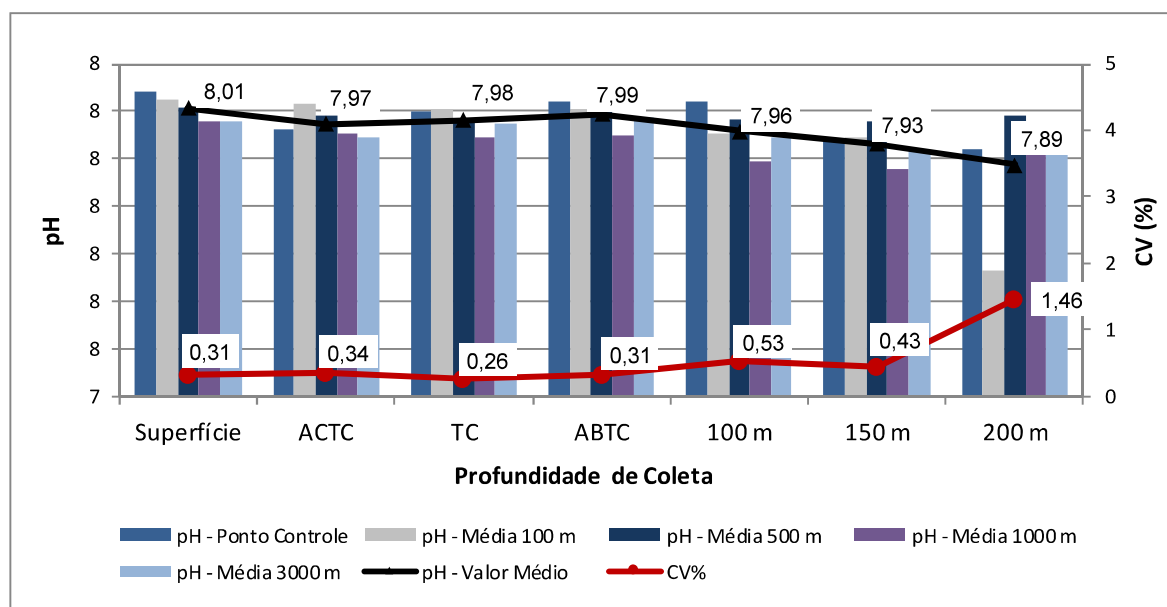
◆ Valor de pH

- ACTC – Profundidade de amostragem Acima da Termoclina
- TC – Profundidade da Termoclina
- ABTC – Profundidade de amostragem Abaixo da Termoclina
- SUP – Profundidade superfície

**Padrão de Qualidade de Água CONAMA 357/05 –  $6,5 < \text{pH} < 8,5$ .**

**Figura VI.2.1-2 – Perfil vertical de pH registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.**

Os valores médios de pH registrados nas estações localizadas a 100 m, 500 m, 1000 m e 3000 m do FPSO P-57 e na estação controle (P-57 #1) não apresentaram variação significativa indicando que, através dos dados desta campanha, não se pode identificar influência do FPSO P-57 no parâmetro pH na massa de água de seu entorno, conforme observado na **Figura VI.2.1-3**.



**Figura VI.2.1-3** – Distribuição dos valores médios de pH para as diferentes distâncias do FPSO P-57 e os respectivos coeficientes de variação da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental.

## VI.2.2 Oxigênio Dissolvido

As concentrações do parâmetro Oxigênio Dissolvido, determinado pelo método de *Winkler*, durante a 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (**Tabela VI.2.2-1**), variaram entre 5,88 mg/L (Estação #02 – 100 m) e 6,60 mg/L (Estação #01 – ABTC e Estação #08 – 200 m). Enquanto os resultados do parâmetro, determinados pelo sensor do CTD, apresentaram concentrações entre 6,17 (Estações #01 e #10 – 150 m) e 6,62 mg/L (Estação #06 – ABTC), conforme apresentado na **Tabela VI.2.2-2**. Os resultados da atual campanha foram próximos aos valores registrados nas campanhas anteriores, que variaram de 6,01 a 6,67 (7ª Campanha), e de 5,72 e 6,89 (8ª Campanha).



**Tabela VI.2.2-1 – Resultados de Oxigênio Dissolvido – OD (mg/L) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P -57, pelo método Winkler.**

Estação	SUP	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	AC/TC	TC	AB/TC	100 m	150 m	200 m	Média	C.V.(%)
#1	6,40	*	*	*	*	*	6,40	6,51	6,60	6,30	6,32	6,39	6,42	1,52
#2	6,05	-	-	-	-	6,22	5,95	6,15	6,31	5,88	6,15	6,12	6,10	2,15
#3	6,04	*	*	*	*	6,17	6,04	6,08	6,21	6,03	6,00	6,06	6,08	1,13
#4	6,24	-	-	-	-	6,33	6,31	6,29	6,38	5,99	6,32	6,34	6,28	1,82
#5	6,00	-	-	-	-	*	6,06	6,17	6,36	5,92	6,10	6,00	6,09	2,20
#6	6,17	*	*	*	*	*	6,46	6,31	6,38	6,15	6,13	6,31	6,27	1,86
#7	6,28	-	-	-	-	6,08	6,13	6,12	6,27	6,07	6,02	6,23	6,15	1,49
#8	6,41	-	-	-	-	*	6,34	6,42	6,46	6,55	6,51	6,60	6,47	1,28
#9	6,27	*	*	*	6,34	6,02	6,27	6,18	6,27	6,01	6,16	6,27	6,20	1,78
#10	6,50	-	-	-	-	*	6,58	6,58	6,48	6,50	6,41	6,40	6,49	1,02
#11	6,06	-	-	-	-	6,33	6,10	6,00	6,10	6,00	6,00	6,05	6,08	1,68
#12	6,21	*	*	*	*	*	6,29	6,37	6,37	6,10	6,05	6,38	6,25	2,02
#13	6,08	-	-	-	-	6,20	6,05	6,27	6,27	6,07	6,02	6,05	6,13	1,58
<b>Média</b>	<b>6,21</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6,34</b>	<b>6,19</b>	<b>6,23</b>	<b>6,27</b>	<b>6,34</b>	<b>6,12</b>	<b>6,17</b>	<b>6,25</b>		
<b>C.V.(%)</b>	<b>2,48</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,00</b>	<b>1,74</b>	<b>2,92</b>	<b>2,63</b>	<b>1,94</b>	<b>3,26</b>	<b>2,63</b>	<b>2,77</b>		

- Amostras não previstas.

\* Profundidades suprimidas.

C.V. = coeficiente de variação.

**Tabela VI.2.2-2 – Resultados de Oxigênio Dissolvido – OD (mg/L) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57, pelo sensor CTD.**

Estação	SUP	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	AC/TC	TC	AB/TC	100 m	150 m	200 m	Média	C.V.(%)
#1	6,25	*	*	*	*	*	6,32	6,38	6,40	6,22	6,17	6,37	6,30	1,31
#2	6,46	-	-	-	-	6,59	6,47	6,48	6,55	6,25	6,34	6,32	6,43	1,72
#3	6,31	*	*	*	*	6,47	6,31	6,39	6,38	6,26	6,35	6,35	6,35	0,93
#4	6,28	-	-	-	-	6,49	6,31	6,35	6,50	6,22	6,20	6,38	6,34	1,66
#5	6,43	-	-	-	-	*	6,54	6,52	6,48	6,28	6,33	6,56	6,45	1,55
#6	6,40	*	*	*	*	*	6,45	6,50	6,62	6,29	6,31	6,30	6,41	1,77
#7	6,45	-	-	-	-	6,49	6,42	6,47	6,54	6,32	6,30	6,34	6,42	1,27
#8	6,30	-	-	-	-	*	6,35	6,34	6,41	6,21	6,19	6,39	6,31	1,25
#9	6,33	*	*	*	6,49	6,56	6,31	6,43	6,39	6,22	6,32	6,37	6,38	1,51
#10	6,30	-	-	-	-	*	6,30	6,38	6,32	6,23	6,17	6,37	6,30	1,10
#11	6,31	-	-	-	-	6,47	6,30	6,37	6,55	6,18	6,33	6,36	6,36	1,65
#12	6,28	*	*	*	*	*	6,34	6,40	6,47	6,29	6,18	6,36	6,33	1,36
#13	6,31	-	-	-	-	6,50	6,34	6,38	6,40	6,27	6,18	6,38	6,35	1,41
<b>Média</b>	<b>6,34</b>	-	-	-	<b>6,49</b>	<b>6,51</b>	<b>6,37</b>	<b>6,41</b>	<b>6,46</b>	<b>6,25</b>	<b>6,26</b>	<b>6,37</b>		
<b>C.V.(%)</b>	<b>1,07</b>	-	-	-	<b>0,00</b>	<b>0,66</b>	<b>1,18</b>	<b>0,89</b>	<b>1,29</b>	<b>0,61</b>	<b>1,17</b>	<b>0,93</b>		

- Amostras não previstas.

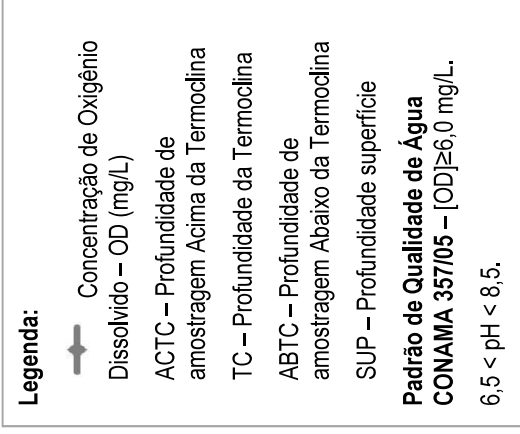
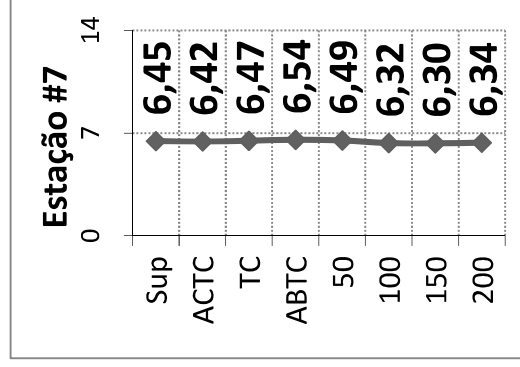
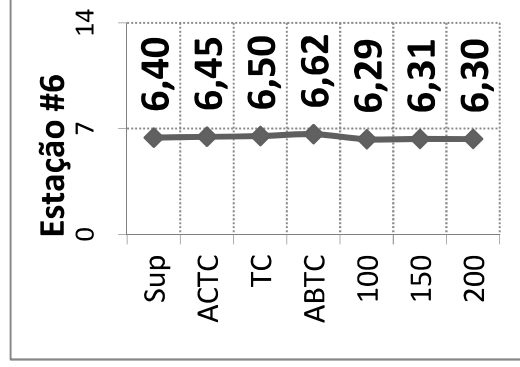
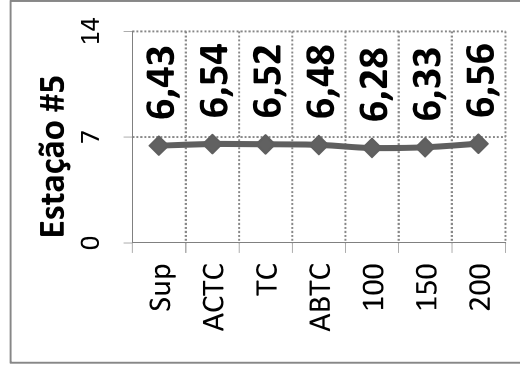
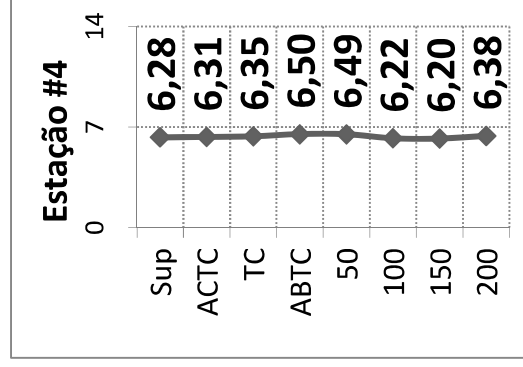
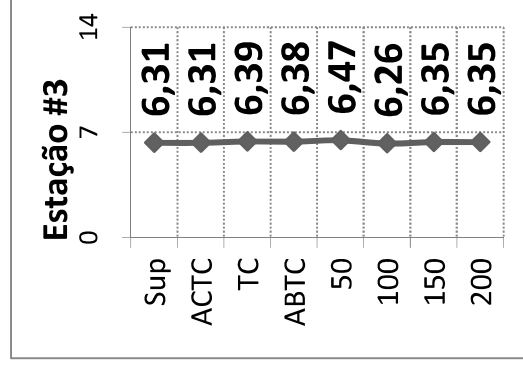
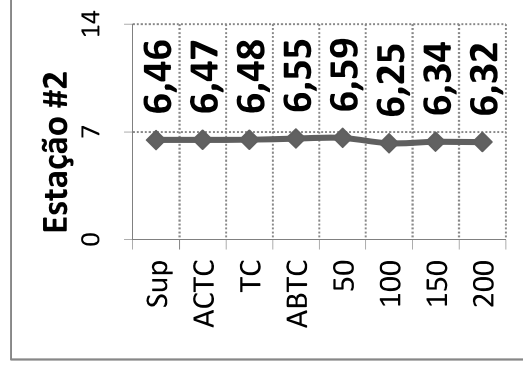
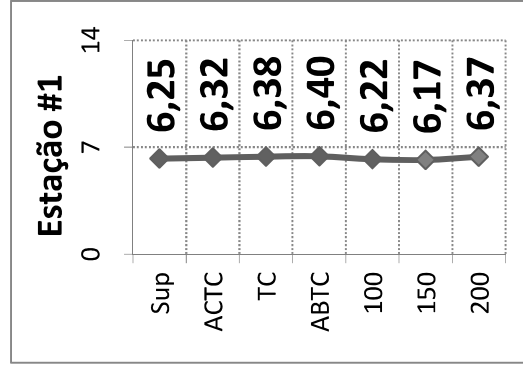
\* Profundidades suprimidas.

C.V. = coeficiente de variação.

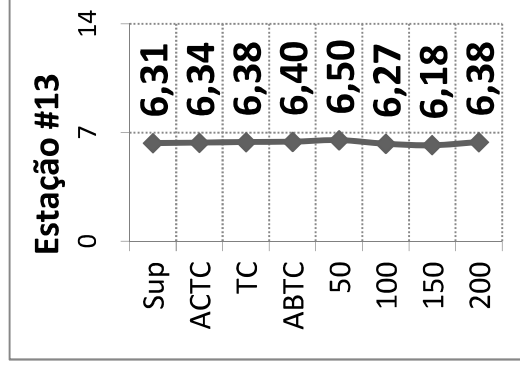
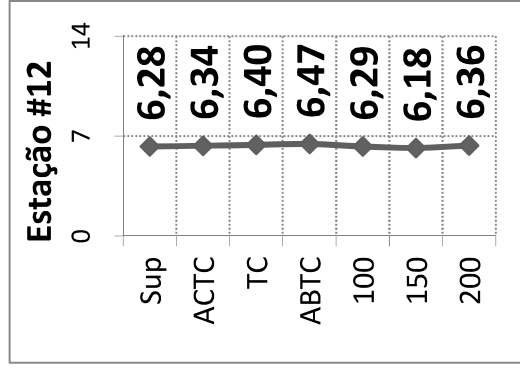
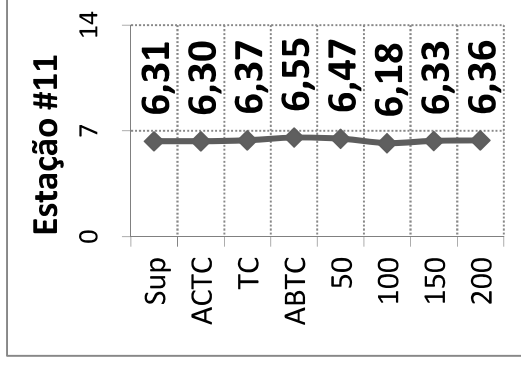
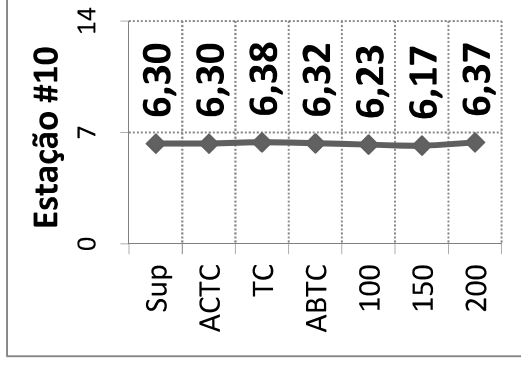
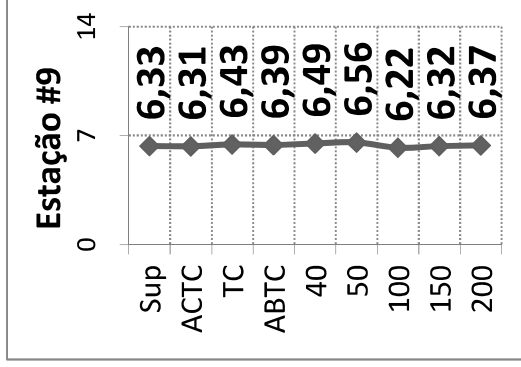
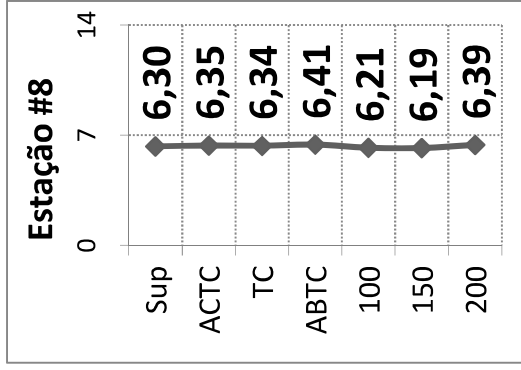
Ressalta-se que a análise titulométrica realizada pelo método de Winkler para a determinação de oxigênio dissolvido na amostra, consiste na neutralização de soluções, à qual é acompanhada pela virada de coloração da amostra, sendo esta observada visualmente pelo responsável pela análise, podendo ser considerada uma avaliação subjetiva. Além da subjetividade descrita, deve-se considerar a possível contaminação das amostras de água que pode ter ocorrido durante o procedimento de coleta em campo ou durante a realização das análises no laboratório a bordo da embarcação. Devido a isso, realiza-se também a medição desse parâmetro através de um sensor acoplado ao CTD.

Na atual campanha, as concentrações de oxigênio dissolvido, registrada pelo sensor CTD, estiveram de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas salinas (Classe I) ( $> 6,00$  mg/L).

Os perfis verticais de oxigênio dissolvido são apresentados nas **Figura VI.2.2-1e Figura VI.2.2-2**. Conforme apresentado na **Tabela VI.2.2-2**, foi registrada baixa variação na concentração de OD entre os estratos analisados, com C.V entre 0,93% e 1,77%. Deste modo, não foi detectada tendência de estratificação ao longo dos estratos de profundidade amostrados.



**Figura VI.2.2-1** – Perfil vertical de Oxigênio Dissolvido (mg/L), registrado pelo sensor CTD, nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).



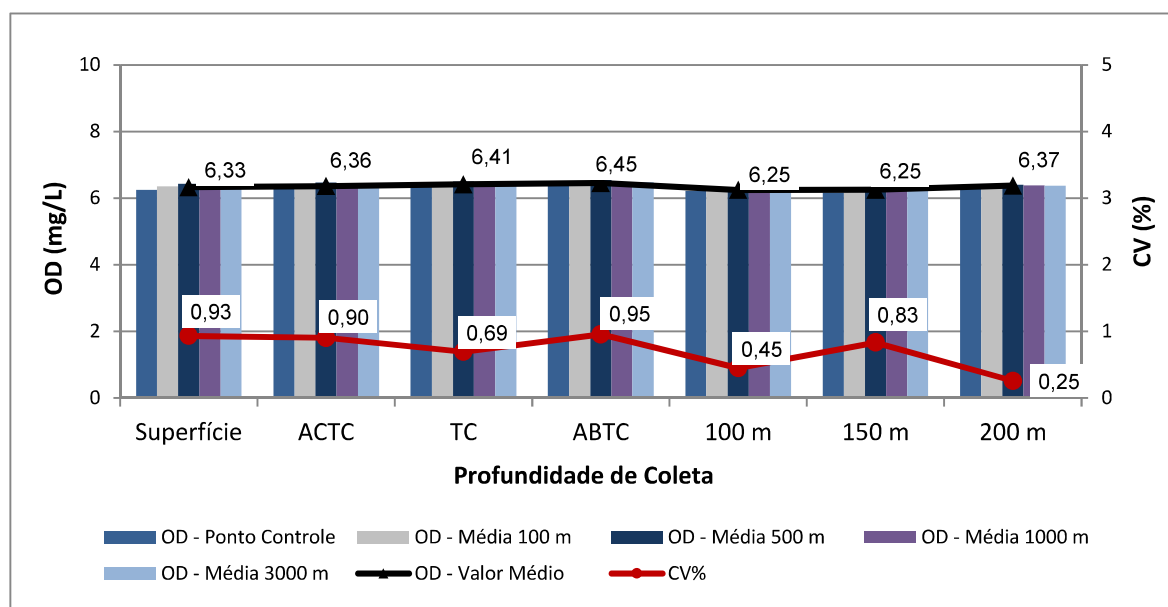
**Legenda:**

- Concentração de Oxigênio Dissolvido – OD (mg/L)
- ACTC – Profundidade de amostragem Acima da Termoclina
- TC – Profundidade da Termoclina
- ABTC – Profundidade de amostragem Abaixo da Termoclina
- SUP – Profundidade superfície

**Padrão de Qualidade de Água CONAMA 357/05 – [OD] ≥ 6,0 mg/L**

**Figura VI.2.2-2 – Perfil vertical de Oxigênio Dissolvido (mg/L), registrado pelo sensor CTD, nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.**

Em relação à distribuição horizontal das concentrações médias de oxigênio dissolvido, nota-se que não há tendência de variação das concentrações de OD entre as estações localizadas às diferentes distâncias do FPSO (**Figura VI.2.2-3**). O maior coeficiente de variação registrado foi de 0,95% (ABTC) indicando homogeneidade dos dados para este parâmetro.



**Figura VI.2.2-3** – Distribuição das concentrações médias de oxigênio dissolvido (mg/L) para as diferentes distâncias do FPSO P-57 e os respectivos coeficientes de variação da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental.

### VI.2.3 Material Particulado em Suspensão

A concentração de Material Particulado em Suspensão (MPS) nas amostras analisadas variou de 0,30 mg/L (Estação #13 – 150 m) a 9,65 mg/L (Estação #10 – ABTC), conforme pode ser observado na **Tabela VI.2.3-1**.

A faixa de valores de MPS observados na campanha atual foram similares aos resultados encontrados na 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 6ª Campanhas, que variaram de 0,26 a 9,73 mg/L, e também foram inferiores aos observados na 5ª (0,93 a 19,50 mg/L), 7ª (0,55 a 33,15 mg/L) e 8ª Campanhas (0,55 a 33,15 mg/L).

**Tabela VI.2.3-1 – Resultados de Material Particulado em Suspensão – MPS (mg/L) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.**

Estação	SUP	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	AC/TC	TC	AB/TC	100 m	150 m	200 m	Média	C.V.(%)
#1	2,00	*	*	*	*	*	0,90	0,62	1,35	0,60	0,98	1,05	1,07	41,80
#2	3,75	-	-	-	-	1,03	0,48	0,54	0,55	1,58	1,53	1,23	1,34	74,90
#3	2,35	*	*	*	*	2,10	1,48	1,62	1,33	0,95	0,75	1,30	1,49	33,92
#4	5,15	-	-	-	-	1,43	0,50	1,12	2,60	1,83	1,78	1,50	1,99	66,42
#5	5,30	-	-	-	-	*	1,93	9,50	3,50	3,40	2,45	2,20	4,04	60,97
#6	6,25	*	*	*	*	*	1,73	5,46	3,40	5,73	7,75	8,28	5,51	38,79
#7	6,75	-	-	-	-	9,58	1,18	5,81	3,33	4,30	1,38	1,80	4,27	65,04
#8	7,95	-	-	-	-	*	5,28	0,31	0,50	6,78	4,48	0,70	3,71	79,73
#9	4,15	*	*	*	6,83	3,88	2,95	3,62	3,93	2,45	4,38	2,05	3,80	34,27
#10	4,15	-	-	-	-	*	1,15	5,85	9,65	2,40	1,90	2,63	3,96	69,02
#11	1,20	-	-	-	-	0,68	4,70	1,62	0,98	0,85	0,58	1,03	1,46	86,80
#12	4,10	*	*	*	*	*	1,83	3,50	2,73	7,20	1,70	3,88	3,56	48,37
#13	3,70	-	-	-	-	0,93	1,50	1,46	0,98	2,00	0,30	6,03	2,11	83,09
<b>Média</b>	<b>4,37</b>	-	-	-	<b>6,83</b>	<b>2,80</b>	<b>1,97</b>	<b>3,16</b>	<b>2,68</b>	<b>3,08</b>	<b>2,30</b>	<b>2,59</b>		
<b>C.V.(%)</b>	<b>42,22</b>	-	-	-	<b>0,00</b>	<b>104,94</b>	<b>72,79</b>	<b>84,88</b>	<b>86,87</b>	<b>70,15</b>	<b>86,90</b>	<b>82,94</b>		

- Amostragens não previstas.

\* Profundidades suprimidas.

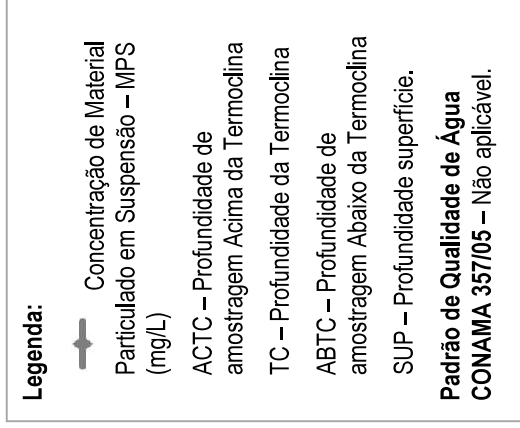
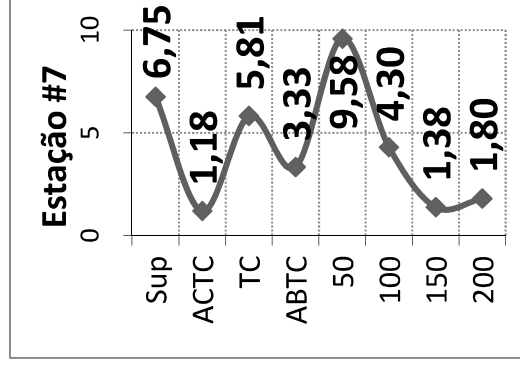
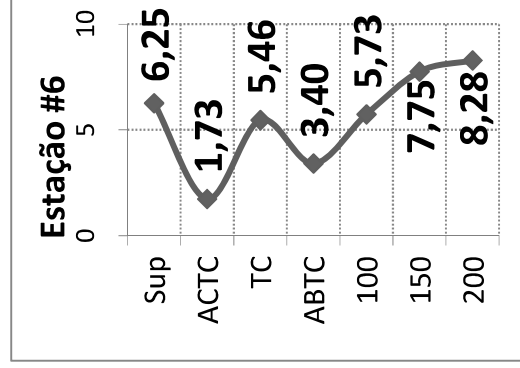
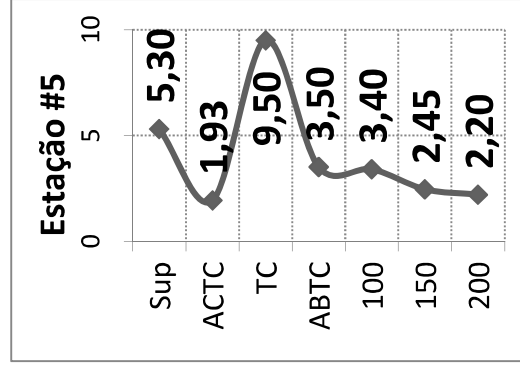
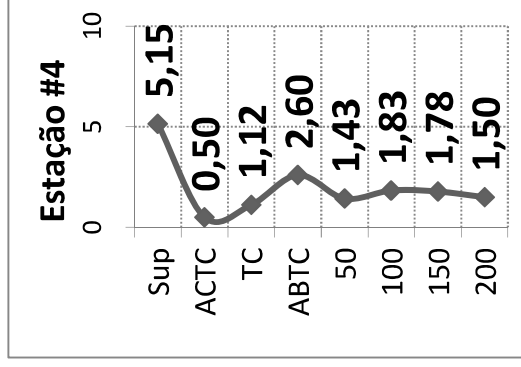
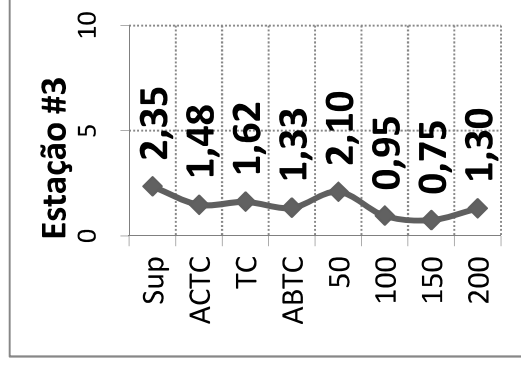
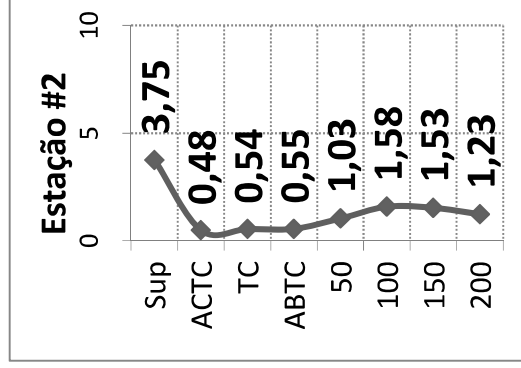
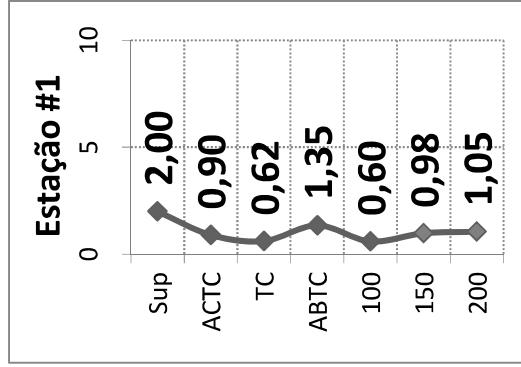
C.V. = coeficiente de variação.

Pedrosa *et al.*, (2006) registrou valores entre 1,5 mg/L e 9,2 mg/L nas regiões norte e sul da Bacia de Campos. Já Gabardo (2007) aferiu concentrações de MPS desde 0,27 mg/L a 12,6 mg/L na Bacia de Campos em regiões de entorno às plataformas. Observou-se similaridade entre os resultados da atual campanha (0,30 a 9,65 mg/L) e os encontrados nos estudos citados.

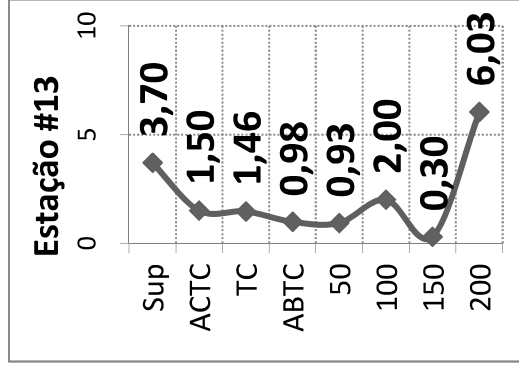
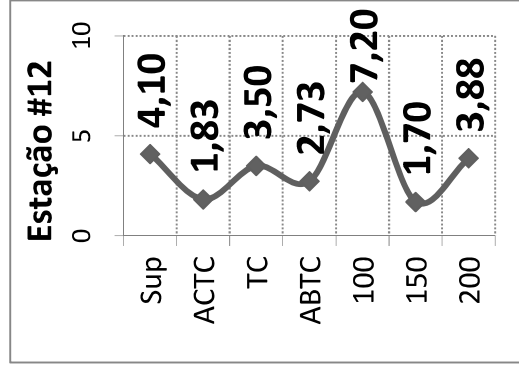
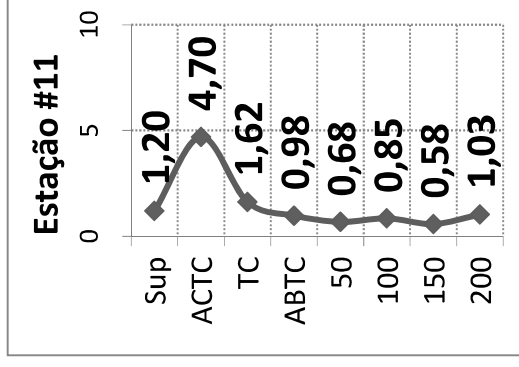
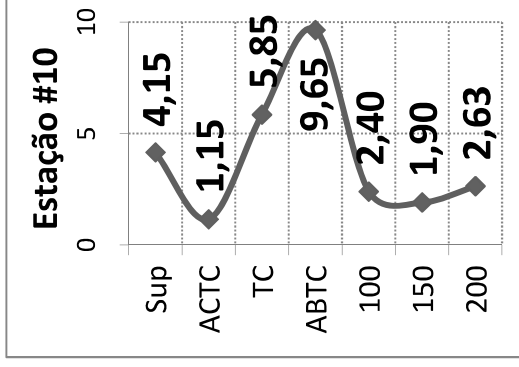
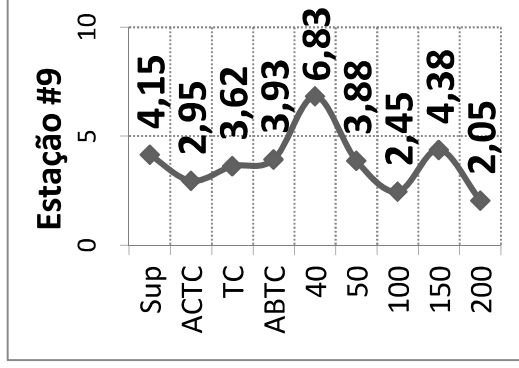
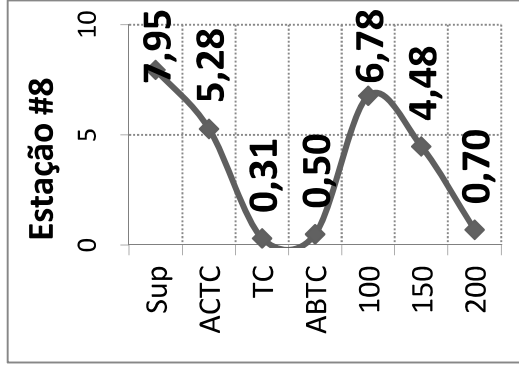
O Projeto de Caracterização Ambiental Regional da Bacia do Espírito Santo e parte Norte da Bacia de Campos - PCR-ES (PETROBRAS, 2015), analisou a concentração de MPS em dois estrados da coluna d'água (superfície e 2ª profundidade) e registrou valores mínimo e máximo de 0,62 e 4,92 mg/L, respectivamente, durante o verão. No inverno, foram registradas concentrações mais elevadas, com o máximo de 7,38 mg/L. Ressalta-se que 80 amostras da atual campanha, das 99 analisadas no total, apresentaram resultados abaixo do valor máximo encontrado no PCR-ES durante o verão (4,92 mg/L).

Em relação aos perfis verticais, os valores apresentaram variabilidade entre os estratos (**Figura VI.2.3-1** e **Figura VI.2.3-2**), entretanto, não é possível identificar gradiente de estratificação nas concentrações de MPS.





**Figura VI.2.3-1 – Perfil vertical de Material Particulado em Suspensão (mg/L) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).**



**Legenda:**

—●— Concentração de Material Particulado em Suspensão – MPS (mg/L)

ACTC – Profundidade de amostragem Acima da Termoclina

TC – Profundidade da Termoclina

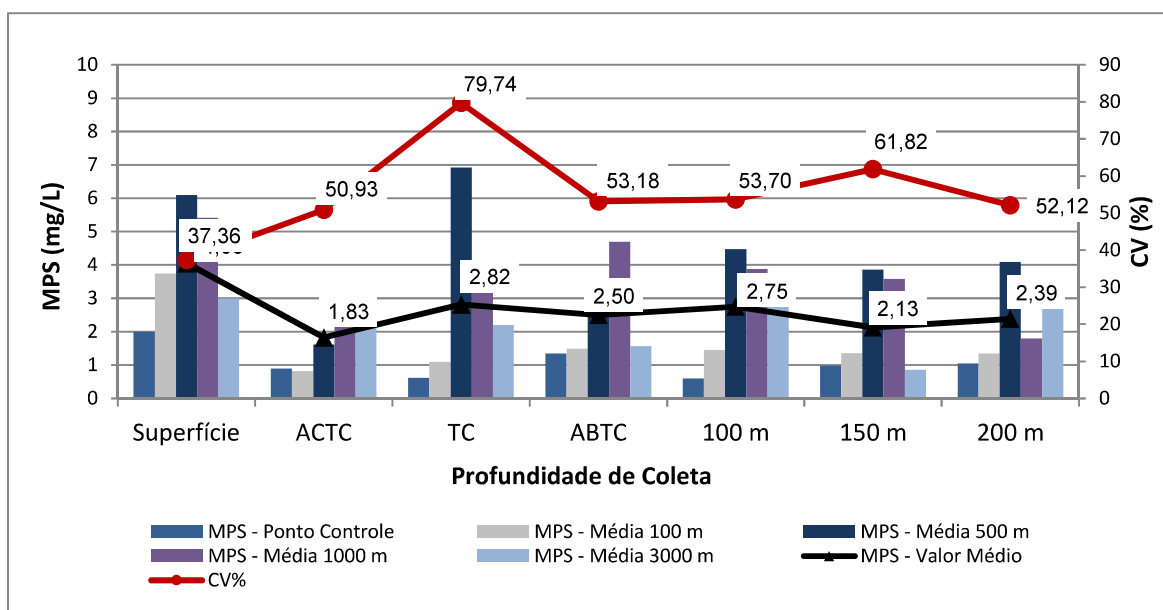
ABTC – Profundidade de amostragem Abaixo da Termoclina

SUP – Profundidade superfície.

Padrão de Qualidade de Água CONAMA 357/05 – Não aplicável.

**Figura VI.2.3-2 – Perfil vertical de Material Particulado em Suspensão (mg/L) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.**

De acordo com a **Figura VI.2.3-3**, não foi possível observar tendência na distribuição dos valores de MPS entre as estações localizadas às diferentes distâncias da Unidade FPSO P-57. Ressalta-se que, de maneira geral, as maiores concentrações de MPS na presente campanha foram registradas nas estações localizadas no raio de 500 m e 1000 m. Este resultado indica que a variação horizontal de MPS registrada na atual campanha, pode não estar associada às atividades da Unidade FPSO monitorada.



**Figura VI.2.3-3** – Distribuição das concentrações médias de Material Particulado em Suspensão (mg/L) para as diferentes distâncias do FPSO P-57 e os respectivos coeficientes de variação da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental.

## VI.2.4 Carbono Orgânico Total

A presença de carbono orgânico total no oceano pode estar associada a processos biológicos tais como, a atividade de organismos zooplânctônicos, excreção por algas e degradação de partículas orgânicas (SEMPÉRÉ, *et al.*, 2002).

A concentração de Carbono Orgânico Total (COT) nas amostras analisadas na atual campanha variou de 0,50 mg/L (Estação #09 – SUP) a 3,23 mg/L (Estação #04 – TC) conforme pode ser observado na **Tabela VI.2.4-1**.

Na atual campanha, apenas o valor máximo observado (3,23 mg/L) esteve próximo ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas

salinas classe I ( $\leq 3,0$  mg/L). Ressalta-se que 16 amostras apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (0,5 mg/L).

**Tabela VI.2.4-1 – Resultados de Carbono Orgânico Total - COT (mg/L) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.**

Estação	SUP	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	AC/TC	TC	AB/TC	100 m	150 m	200 m	Média	C.V.(%)
#1	0,54	*	*	*	*	*	0,63	<0,5	0,51	0,63	0,71	<0,5	0,60	11,83
#2	0,63	-	-	-	-	0,99	0,61	0,60	0,89	0,51	0,79	0,51	0,69	24,15
#3	0,90	*	*	*	*	0,51	0,88	0,57	0,56	<0,5	<0,5	0,62	0,67	23,26
#4	0,77	-	-	-	-	1,21	1,47	3,23	1,27	1,00	1,17	0,90	1,38	52,99
#5	0,54	-	-	-	-	*	0,57	0,68	1,03	0,61	<0,5	0,77	0,70	23,68
#6	1,29	*	*	*	*	*	0,92	0,96	0,77	0,82	0,82	<0,5	0,93	18,64
#7	0,98	-	-	-	-	1,17	1,06	0,86	0,86	1,10	0,75	0,71	0,94	16,73
#8	0,53	-	-	-	-	*	0,63	0,54	0,55	0,61	0,52	<0,5	0,56	7,37
#9	0,50	*	*	*	0,52	0,63	0,59	0,79	0,58	0,58	<0,5	<0,5	0,60	14,71
#10	0,61	-	-	-	-	*	0,54	0,58	0,59	0,66	<0,5	<0,5	0,60	6,59
#11	1,31	-	-	-	-	1,11	1,02	1,00	1,11	0,94	0,86	0,83	1,02	14,20
#12	0,73	*	*	*	*	*	0,74	0,78	1,02	0,81	0,63	<0,5	0,79	15,16
#13	0,60	-	-	-	-	<0,5	<0,5	0,60	0,57	0,80	<0,5	<0,5	0,64	14,28
<b>Média</b>	<b>0,76</b>	-	-	-	<b>0,52</b>	<b>0,94</b>	<b>0,81</b>	<b>0,93</b>	<b>0,79</b>	<b>0,76</b>	<b>0,78</b>	<b>0,72</b>		
<b>C.V.(%)</b>	<b>35,10</b>	-	-	-	<b>0,00</b>	<b>28,85</b>	<b>33,01</b>	<b>76,00</b>	<b>30,88</b>	<b>23,54</b>	<b>22,90</b>	<b>17,95</b>		

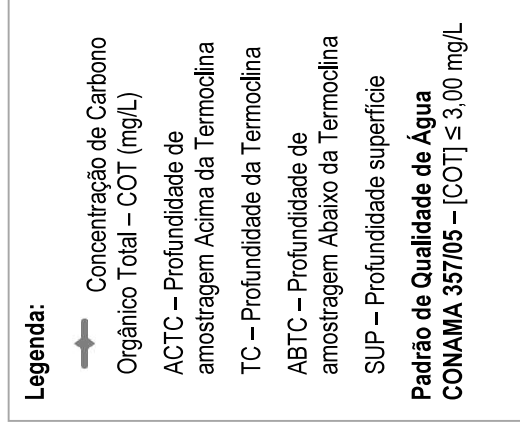
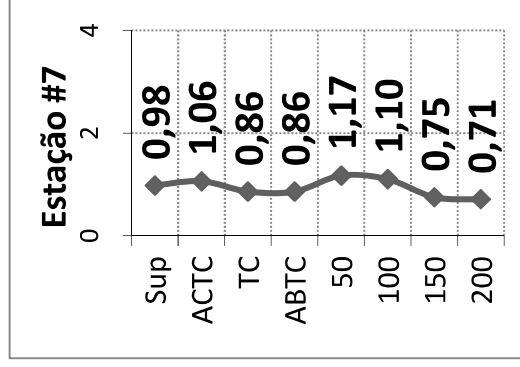
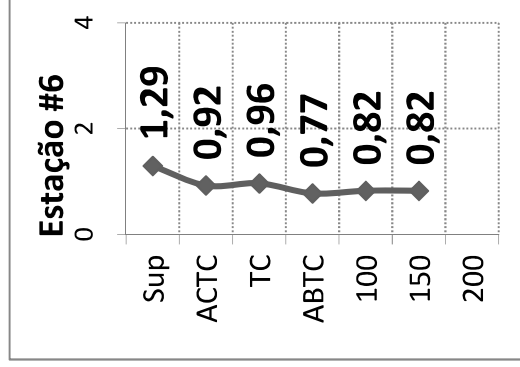
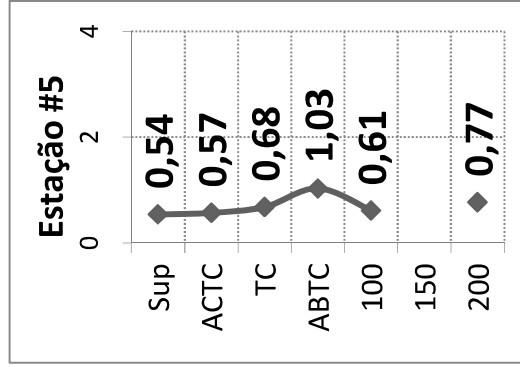
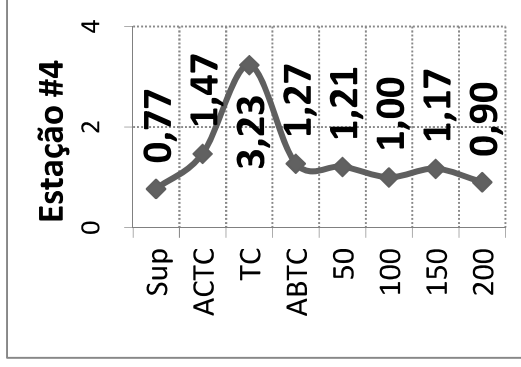
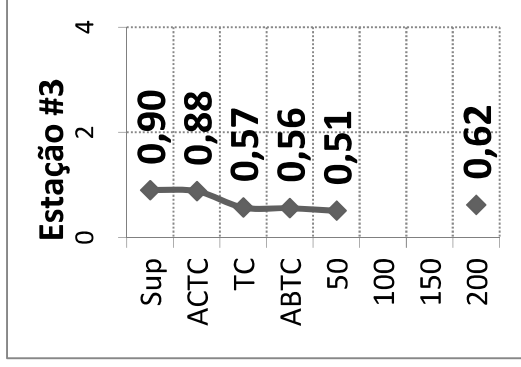
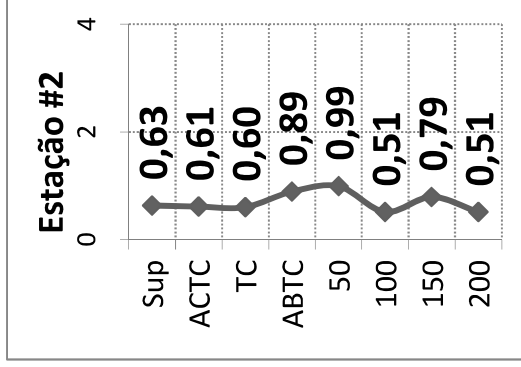
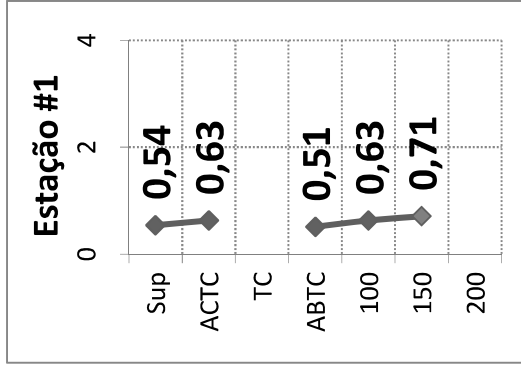
- Amostras não previstas.

\* Profundidades suprimidas.

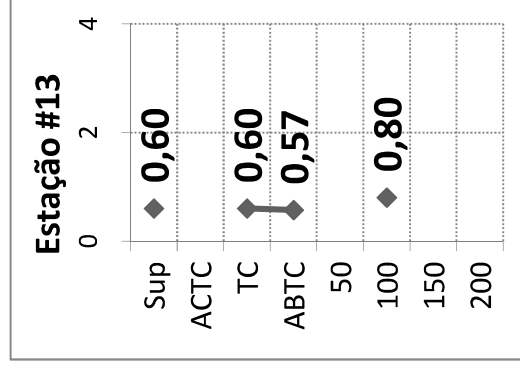
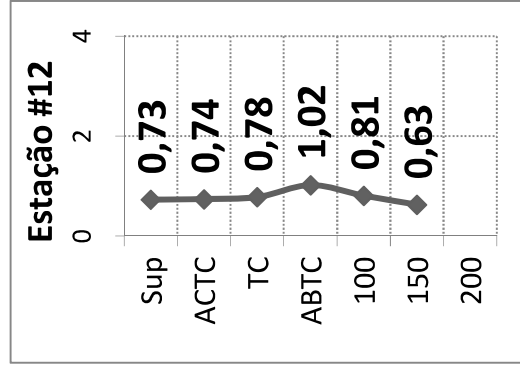
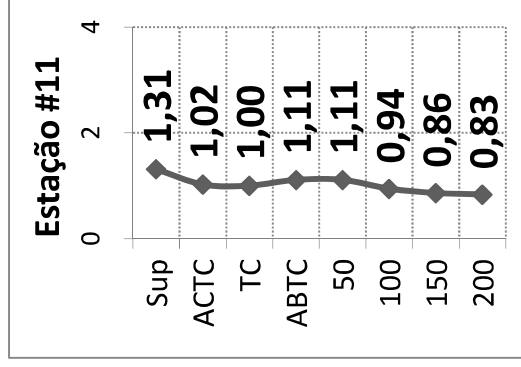
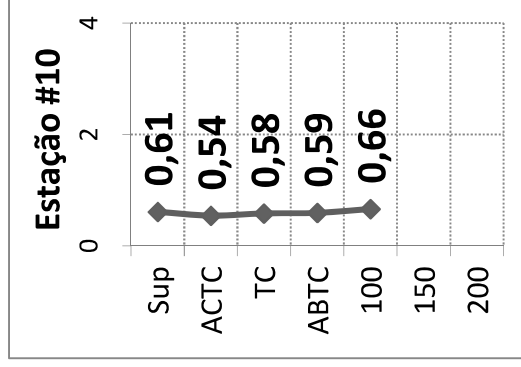
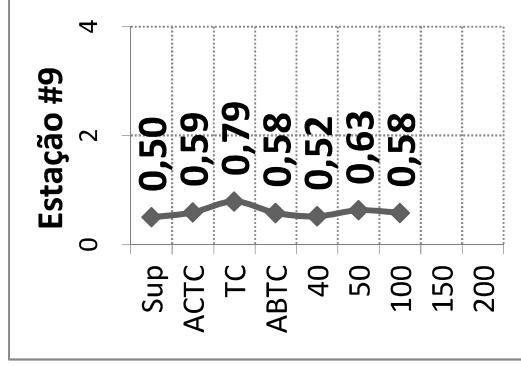
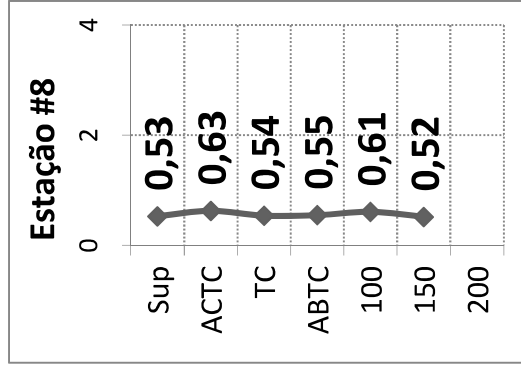
C.V. = coeficiente de variação.

No PCR-ES, estudo realizado no sistema pelágico da Bacia do Espírito Santo e na porção norte da Bacia de Campos (PETROBRAS, 2015), as concentrações de Carbono Orgânico em material particulado em suspensão analisada em dois estratos da coluna d'água (superfície e 2ª profundidade) durante o verão e inverno variaram entre 0,5 mg/g e 28,9 mg/g. Ressalta-se que estes valores não são comparáveis ao atual estudo, pois apresentam apenas a fração de Carbono Orgânico presente no material particulado em suspensão e a análise da presente campanha refere-se à fração de Carbono Orgânico tanto no material particulado quanto dissolvido, ou seja, na forma de Carbono Orgânico Total.

Em relação aos perfis verticais de COT, não foi possível identificar relação entre a variação na concentração deste parâmetro e os diferentes estratos de profundidade monitorados (**Figura VI.2.4-1 e Figura VI.2.4-2**).



**Figura VI.2.4-1 – Perfil vertical de Carbono Orgânico Total (mg/L) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).**



**Legenda:**

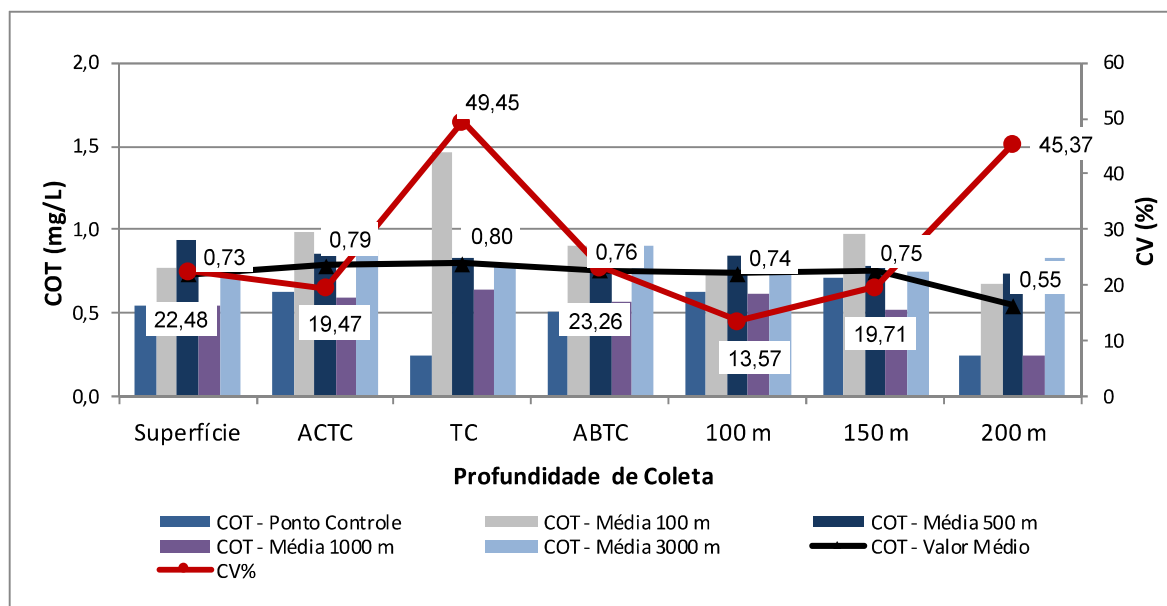
- Concentração de Carbono Orgânico Total – COT (mg/L)
- ACTC – Profundidade de amostragem Acima da Termoclina
- TC – Profundidade da Termoclina
- ABTC – Profundidade de amostragem Abaixo da Termoclina
- SUP – Profundidade superfície

**Padrão de Qualidade de Água CONAMA 357/05 – [COT] ≤ 3,0 mg/L.**

**Figura VI.2.4-2 – Perfil vertical de Carbono Orgânico Total (mg/L) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.**



A **Figura VI.2.4-3** apresenta as concentrações médias de COT em diferentes distâncias da Unidade FPSO. Não foi possível observar tendência de distribuição do parâmetro considerando a distância das estações em relação a FPSO. Ressalta-se que a maior variação foi observada em TC (49,45 %), profundidade na qual em que as estações localizadas a 100 m da FPSO apresentaram valores máximos de COT.



**Figura VI.2.4-3** – Distribuição das concentrações médias de Carbono Orgânico Total (mg/L) para as diferentes distâncias do FPSO P-57 e os respectivos coeficientes de variação da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental. Nota: para resultados <LQ foram utilizados LQ/2 para o cálculo das médias e C.V.

## VI.2.5 Nutrientes

Na atual campanha de monitoramento, os nutrientes analisados (Fósforo, Nitrito, Nitrato e o Nitrogênio Amoniacal) não registraram resultados acima do limite de quantificação (0,02 mg/L, 0,007 mg/L, 0,10 mg/L e 0,05 mg/L, respectivamente). Todos os nutrientes tiveram, conseqüentemente, resultados abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas salinas classe I: 0,062 mg/L para Fósforo, 0,4 mg/L para Nitrato e Nitrogênio Amoniacal e 0,07 mg/L para Nitrito.

Os resultados obtidos na campanha anterior para os nutrientes, também não apresentaram concentrações acima dos limites de quantificação, corroborando com os resultados encontrados no presente monitoramento.

Nitrito registrou um resultado quantificável na 6ª campanha (0,013 mg/L), enquanto Nitrato já apresentou concentrações acima do limite de quantificação na 1ª, 2ª e 3ª Campanhas, entretanto, os valores foram condizentes com o encontrado por Pedrosa *et al.*, (2006), em que o valor máximo obtido para a região da Bacia de Campos foi de 0,48 mg/L. Diferente do observado no presente monitoramento, Fósforo Total apresentou resultados quantificáveis na 7ª campanha (0,04 a 0,18 mg/L) e na 5ª campanha (0,01 e 0,37 mg/L).

### VI.2.6 Sulfetos

Na presente campanha, todas as amostras analisadas apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação (0,002 mg/L) para Sulfetos. Nas campanhas anteriores, este parâmetro também não foi registrado acima do limite de quantificação, indicando que não há contaminação de sulfetos no entorno de influência do FPSO. A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece o limite máximo de 0,002 mg/L para águas salinas classe I.

### VI.2.7 Fenóis

Todas as amostras analisadas na atual campanha apresentaram concentrações de Fenóis abaixo do limite de quantificação (0,005 mg/L) e não ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas salinas classe I (< 0,06 mg/L).

Nas campanhas anteriores também não foram identificadas concentrações de Fenóis acima do limite de quantificação, com exceção da 1ª Campanha em que foram encontrados valores quantificáveis variando de 0,001 e 0,003 mg/L.

## **VI.2.8 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, Hidrocarbonetos Totais de Petróleo, MCNR, n-alcanos e BTEX**

Na atual campanha de monitoramento, todas as amostras apresentaram valores de HPA, HTP, n-alcanos, MCNR e BTEX abaixo dos limites de quantificação de cada composto (0,005 µg/L para HPA e 1,00 µg/L para os demais). Resultados semelhantes foram encontrados nas seis campanhas anteriores, corroborando com os resultados encontrados no presente monitoramento.

Já na 1ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57, foram detectadas concentrações acima dos limites de quantificação para os parâmetros HPA (0,01 a 0,254 µg/L) e n-alcanos (0,5 a 15,57 µg/L), enquanto na 2ª Campanha foram observadas concentrações acima do limite de quantificação (> 50 µg/L) para o parâmetro MCNR e n-alcanos (2,14 a 18,57 µg/L). Ressalta-se que para os parâmetros quantificados não há limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 1 para águas salinas.

## **VI.2.9 Ecotoxicidade**

### **VI.2.9.1 Ensaios agudos com *Mysidopsis juniae***

Na atual Campanha de Monitoramento, os ensaios utilizando *Mysidopsis juniae* resultaram em 100% de amostras não tóxicas correspondendo a 99 amostras analisadas. A porcentagem de letalidade variou entre 0 e 15,00%, e 84 amostras resultaram em 0% de letalidade. Os resultados dos efeitos de Toxicidade Aguda estão apresentados na **Tabela VI.2.9.1-1**.

É importante ressaltar que os resultados dos ensaios de sensibilidade realizados no presente estudo estiveram dentro dos limites da carta controle. Outro fator que garante a qualidade dos ensaios e dos organismos utilizados nos testes foi a porcentagem nula de letalidade registrada nas amostras controle.

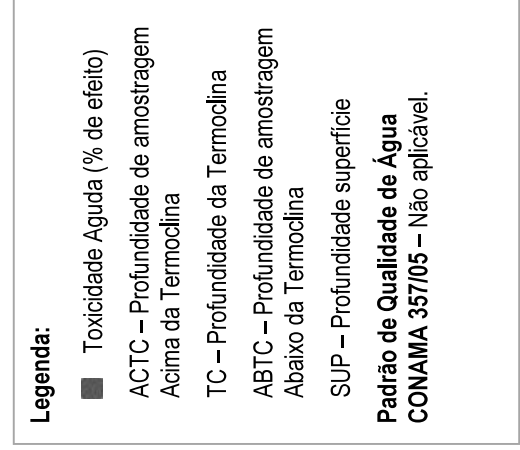
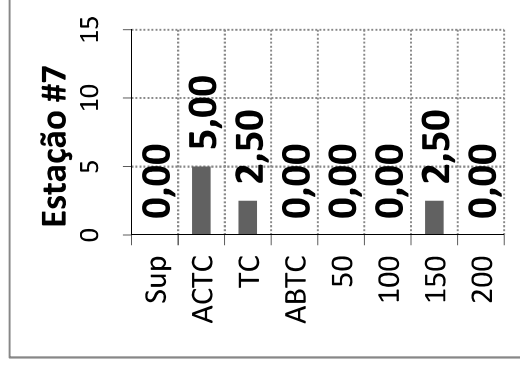
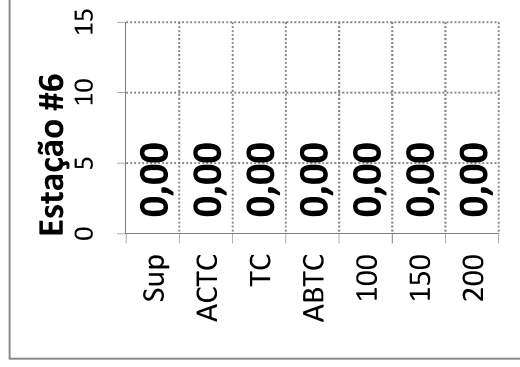
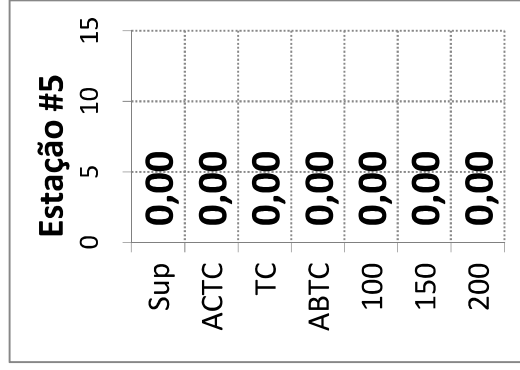
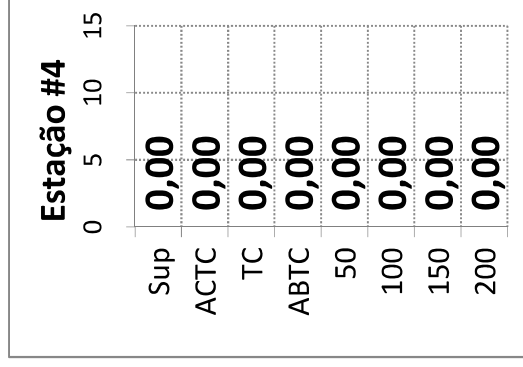
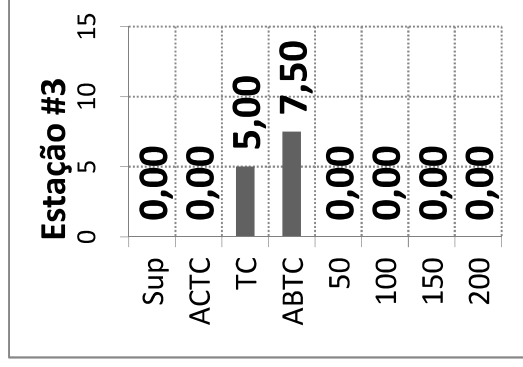
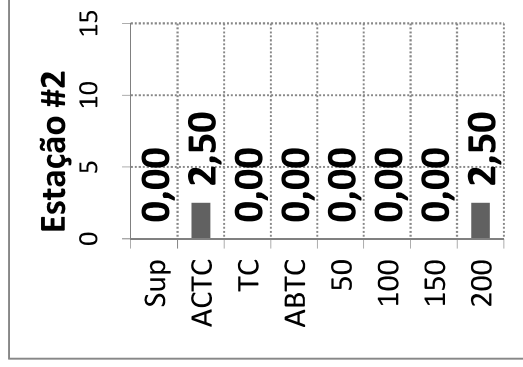
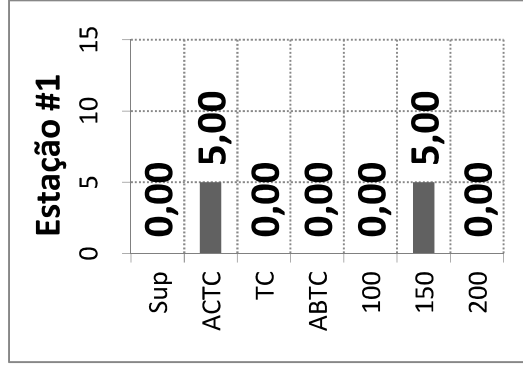
**Tabela VI.2.9.1-1 – Resultados de Toxicidade Aguda (% de efeito) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P- 57.**

Estação	SUP	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	AC/TC	TC	AB/TC	100 m	150 m	200 m
#1	0,00	*	*	*	*	*	5,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00
#2	0,00	-	-	-	-	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
#3	0,00	*	*	*	*	0,00	0,00	5,00	7,50	0,00	0,00	0,00
#4	0,00	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
#5	0,00	-	-	-	-	*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
#6	0,00	*	*	*	*	*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
#7	0,00	-	-	-	-	0,00	5,00	2,50	0,00	0,00	2,50	0,00
#8	0,00	-	-	-	-	*	0,00	2,50	5,00	0,00	0,00	10,00
#9	7,50	*	*	*	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
#10	0,00	-	-	-	-	*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
#11	0,00	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
#12	0,00	*	*	*	*	*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
#13	0,00	-	-	-	-	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

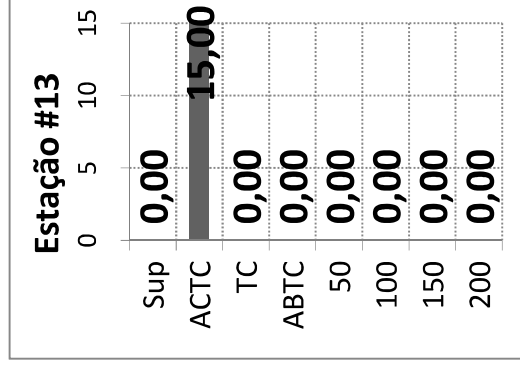
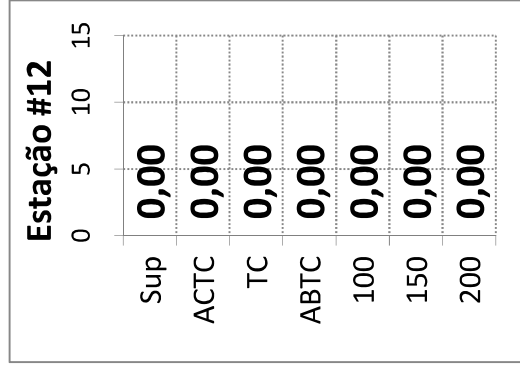
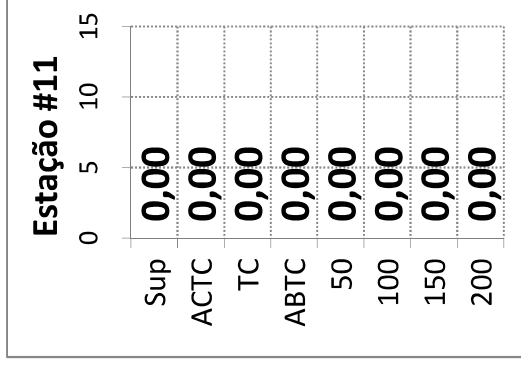
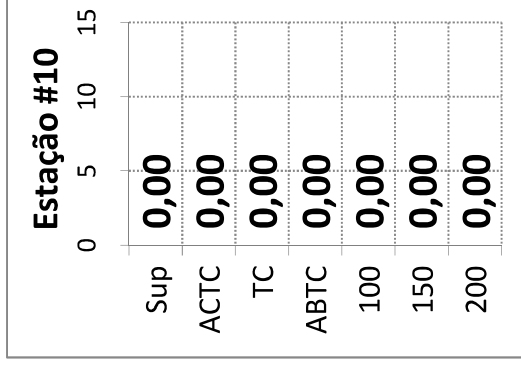
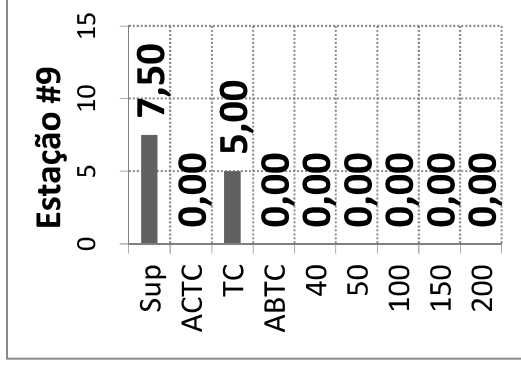
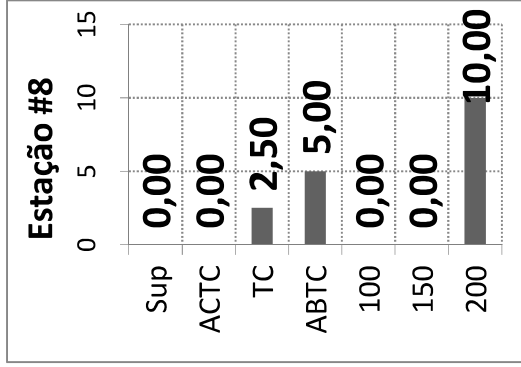
- Amostras não previstas.

\* Profundidades suprimidas.

As **Figura VI.2.9.1-1** e **Figura VI.2.9.1-2** apresentam os resultados de percentual de efeito mortalidade observado no ensaio ecotoxicidade aguda com *Mysidopsis juniae* nas amostras da P-57 da 9ª campanha, indicando de forma generalizada os baixos valores de toxicidade obtidos espacialmente em todos os estratos avaliados.



**Figura VI.2.9.1-1 – Perfil vertical de Toxicidade Aguda (% de efeito) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).**



**Legenda:**

■ Toxicidade Aguda (% de efeito)

ACTC – Profundidade de amostragem Acima da Termoclina

TC – Profundidade da Termoclina

ABTC – Profundidade de amostragem Abaixo da Termoclina

SUP – Profundidade superfície

**Padrão de Qualidade de Água CONAMA 357/05 – Não aplicável.**

**Figura VI.2.9.1-2 – Perfil vertical de Toxicidade Aguda (% de efeito) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.**

### **VI.2.9.2 Ensaios crônicos com *Echinometra lucunter***

Os resultados dos ensaios de Toxicidade Crônica, com o uso de *Echinometra lucunter*, evidenciou que todas as amostras do total de 99 analisadas, não apresentaram efeitos crônicos tóxicos para o teste de ecotoxicidade crônica. Os resultados encontrados para este parâmetro atendem às exigências da Resolução CONAMA nº 357/05 que preconiza a ausência de toxicidade crônica em águas salinas do tipo I a partir do raio de 500 m de distância do FPSO. Os resultados dos efeitos tóxicos crônicos estão apresentados na **Tabela VI.2.9.2-1**.



**Tabela VI.2.9.2-1 – Resultados de Toxicidade Crônica (% de plúteos normais) registrados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.**

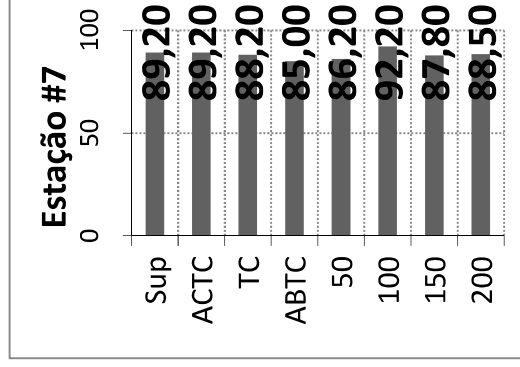
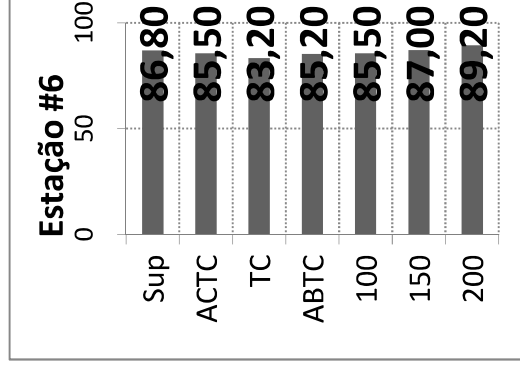
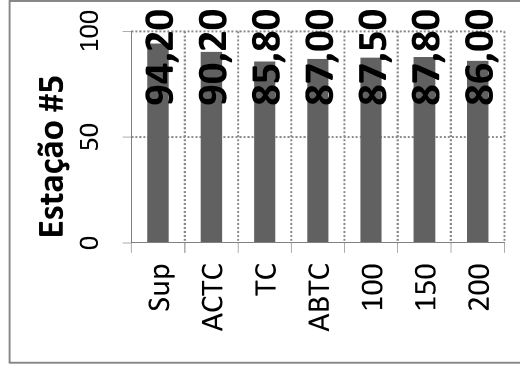
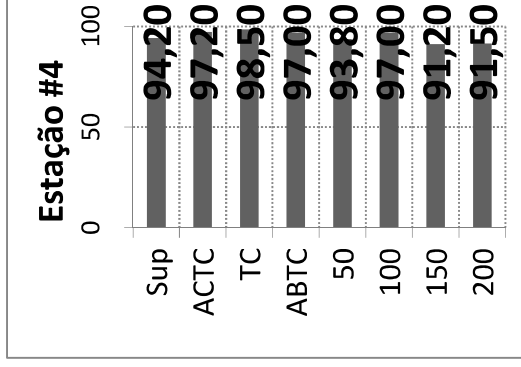
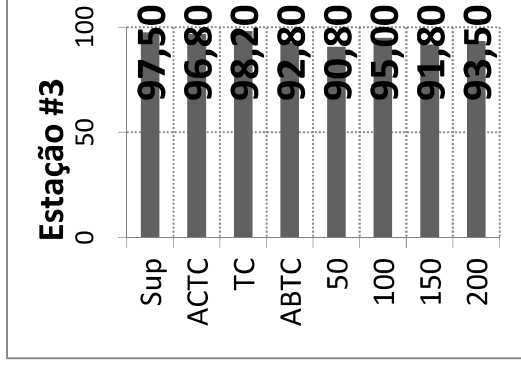
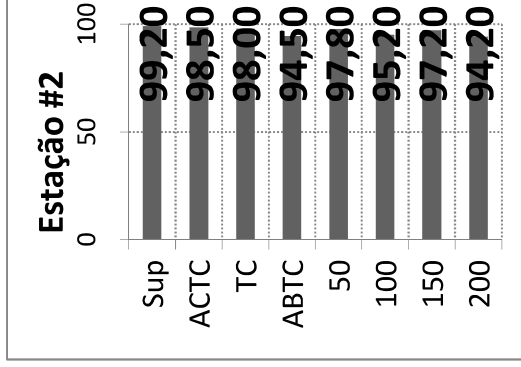
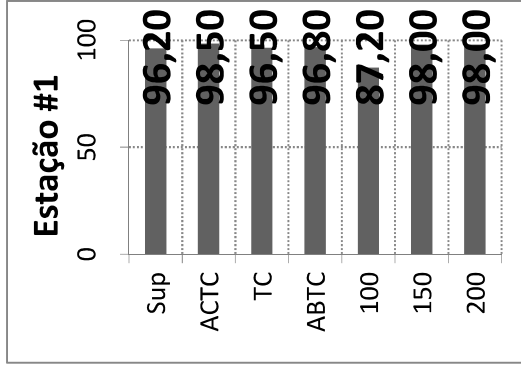
Estação	SUP	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	AC/TC	TC	AB/TC	100 m	150 m	200 m
#1	96,20	*	*	*	*	*	98,50	96,50	96,80	87,20	98,00	98,00
#2	99,20	-	-	-	-	97,80	98,50	98,00	94,50	95,20	97,20	94,20
#3	97,50	*	*	*	*	90,80	96,80	98,20	92,80	95,00	91,80	93,50
#4	94,20	-	-	-	-	93,80	97,20	98,50	97,00	97,00	91,20	91,50
#5	94,20	-	-	-	-	*	90,20	85,80	87,00	87,50	87,80	86,00
#6	86,80	*	*	*	*	*	85,50	83,20	85,20	85,50	87,00	89,20
#7	89,20	-	-	-	-	86,20	89,20	88,20	85,00	92,20	87,80	88,50
#8	89,50	-	-	-	-	*	84,00	85,50	86,80	90,50	84,50	89,50
#9	86,20	*	*	*	86,20	84,00	85,80	84,00	84,50	87,50	87,80	84,50
#10	88,00	-	-	-	-	*	84,00	86,80	85,00	88,20	89,80	84,00
#11	94,80	-	-	-	-	98,20	97,50	98,00	98,20	98,00	99,00	98,00
#12	96,00	*	*	*	*	*	94,80	97,80	98,80	98,20	90,50	95,00
#13	95,70	-	-	-	-	94,80	97,20	95,20	96,00	93,80	92,00	94,80

- Amostras não previstas.

\* Profundidades suprimidas.

Os perfis verticais de Toxicidade Crônica são apresentados nas **Figura VI.2.9.2-1** e **Figura VI.2.9.2-2**. Observa-se que neste caso, os percentuais indicados são de normalidade quanto ao desenvolvimento embrio larval.

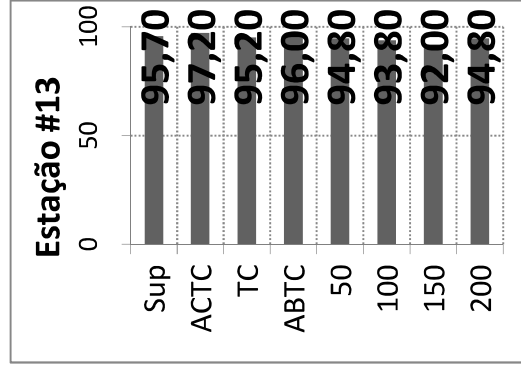
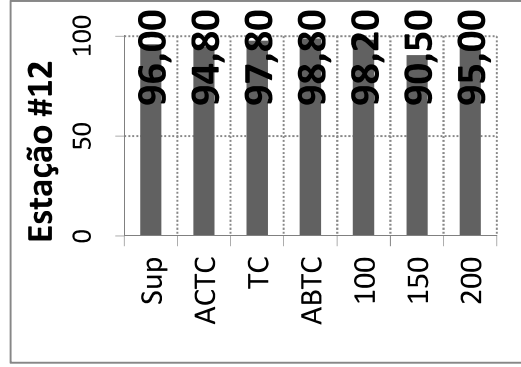
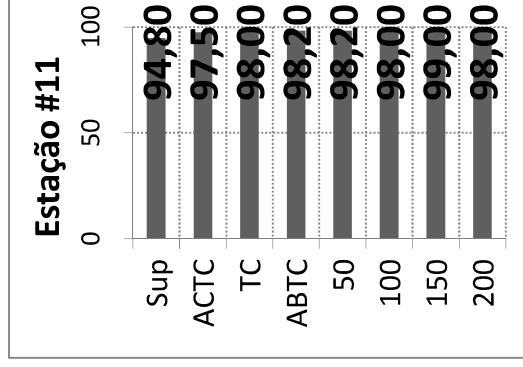
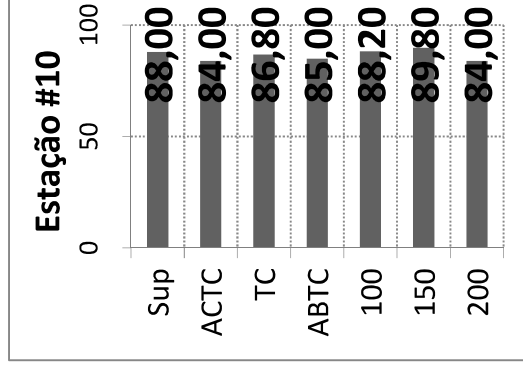
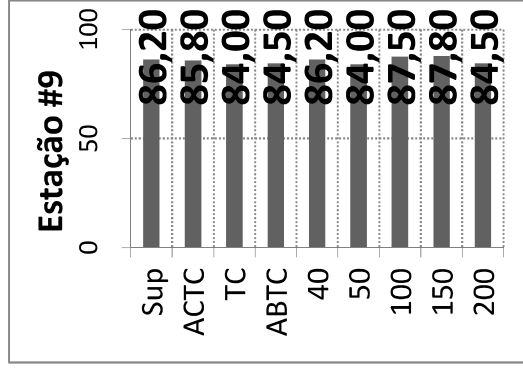
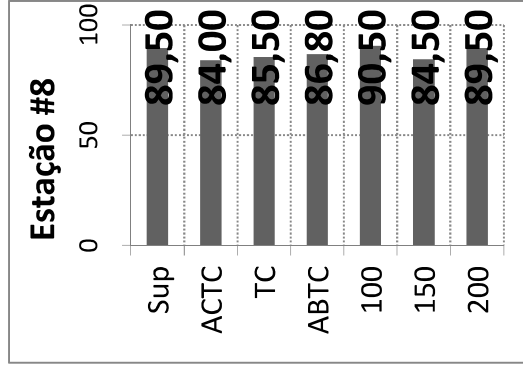
Destaca-se que na atual campanha não foram observadas percentagens indicativas de eventual efeito crônico, isto é, valores de normalidade inferiores a 80%, limite mínimo de desenvolvimento embrio larval aceitável no controle de laboratório para este tipo de ensaio.



**Legenda:**

- Toxicidade Crônica (% de efeito)
  - ACTC – Profundidade de amostragem Acima da Termoclina
  - TC – Profundidade da Termoclina
  - ABTC – Profundidade de amostragem Abaixo da Termoclina
  - SUP – Profundidade superfície
- Padrão de Qualidade de Água  
CONAMA 357/05 –**  
Ausência de Toxicidade Crônica.

**Figura VI.2.9.2-1** – Perfil vertical de Toxicidade Crônica (% de plúteos normais) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57 (continua).



**Legenda:**

- Toxicidade Crônica (% de efeito)
- ACTC – Profundidade de amostragem Acima da Termoclina
- TC – Profundidade da Termoclina
- ABTC – Profundidade de amostragem Abaixo da Termoclina

**Padrão de Qualidade de Água CONAMA 357/05 –**

Ausência de Toxicidade Crônica.

**Figura VI.2.9.2-2 – Perfil vertical de Toxicidade Crônica (% de plúteos normais) registrado nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P-57.**

## VI.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

Os laudos laboratoriais com os índices ecológicos e os registros fotográficos referentes às análises das comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica e ictioplanctônica estão apresentados no **Anexo VI.3-1**, **Anexo VI.3-2** e **Anexo VI.3-3**, respectivamente. Os laudos referentes à análise de clorofila *a* encontram-se no **Anexo VI.2-1**.

### VI.3.1 Clorofila *a*

Na presente campanha de monitoramento, não foi registrada concentração de Clorofila *a* acima do limite de quantificação (0,01 µg/L) nas amostras de água coletadas no entorno do FPSO P-57. Nas duas campanhas anteriores, também não foram detectadas concentrações quantificáveis, enquanto na 5ª campanha foram registrados resultados baixos de Clorofila *a* entre 0,01 e 0,3 µg/L.

Ambientes oceânicos são considerados oligotróficos, portanto, apresentam baixos valores de nutrientes e, por consequência, baixos valores de produção primária. Desta forma, os resultados encontrados nesta campanha e nas anteriores estão de acordo com as baixas concentrações esperadas para ambientes oligotróficos (RAST *et al.*, 1989).

### VI.3.1 Comunidade Fitoplanctônica

#### VI.3.1.1 Composição da Comunidade Fitoplanctônica

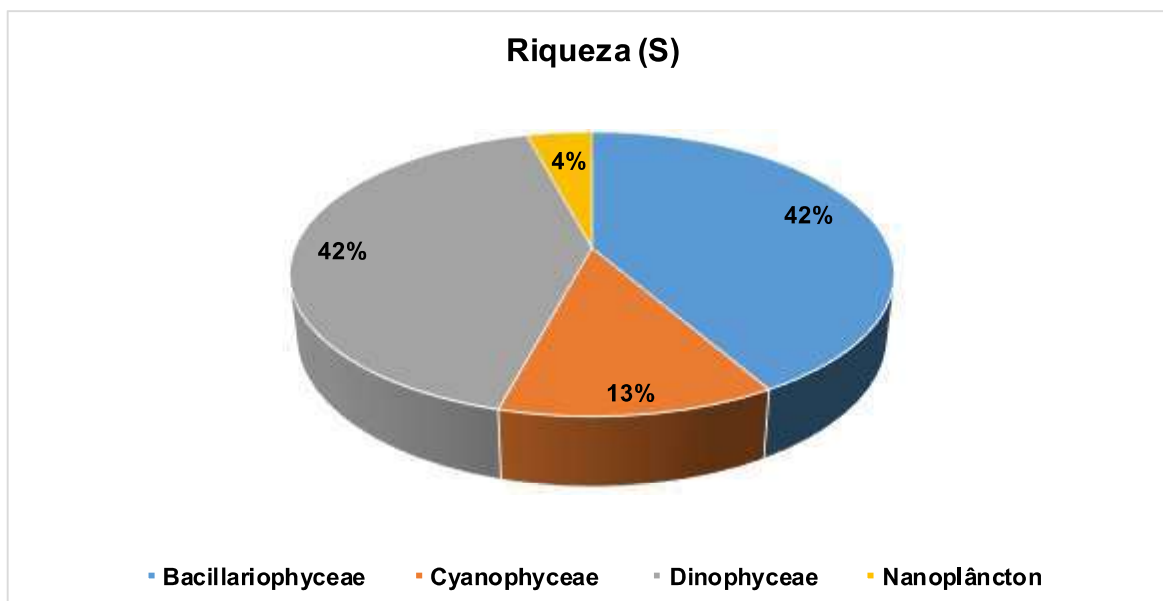
Na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno da Unidade Marítima de Produção FPSO P-57 foram identificados 24 taxa, distribuídos entre 3 classes e a fração do Nanoplâncton não identificada (**Quadro VI.3.1.1-1**).

O número de taxa identificados nas campanhas anteriores oscilou entre um mínimo de 14 (2ª e 8ª Campanha) e um máximo de 84 (4ª Campanha), desta forma é observado um número de taxa nesta campanha dentro dos valores encontrados em campanhas anteriores.

**Quadro VI.3.1.1-1 – Lista dos taxa do fitoplâncton registrado na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.**

Classes	Taxa
Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros atlanticum</i>
	<i>Chaetoceros</i> sp.
	<i>Coscinodiscus</i> sp.
	<i>Cylindrotheca</i> sp.
	<i>Navicula</i> sp.
	<i>Nitzschia longissima</i>
	<i>Nitzschia</i> sp.
	<i>Pleurosigma</i> sp.
	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.
	<i>Thalassiosira</i> sp.
Cyanophyceae	<i>Komvophoron tenuis</i>
	<i>Oscillatoria</i> sp.
	<i>Trichodesmium</i> sp.
Dinophyceae	<i>Ceratium arietinum</i>
	<i>Ceratium fusus</i>
	<i>Ceratium</i> sp.
	<i>Gonyaulax</i> sp.
	<i>Gyrodinium fusiforme</i>
	<i>Gyrodinium</i> sp.
	<i>Oxytoxum variabile</i>
	<i>Protoperidinium oceanicum</i>
<i>Protoperidinium</i> sp.	
Nanoplâncton	<i>Tripos sumatranus</i>
	Nanoplâncton

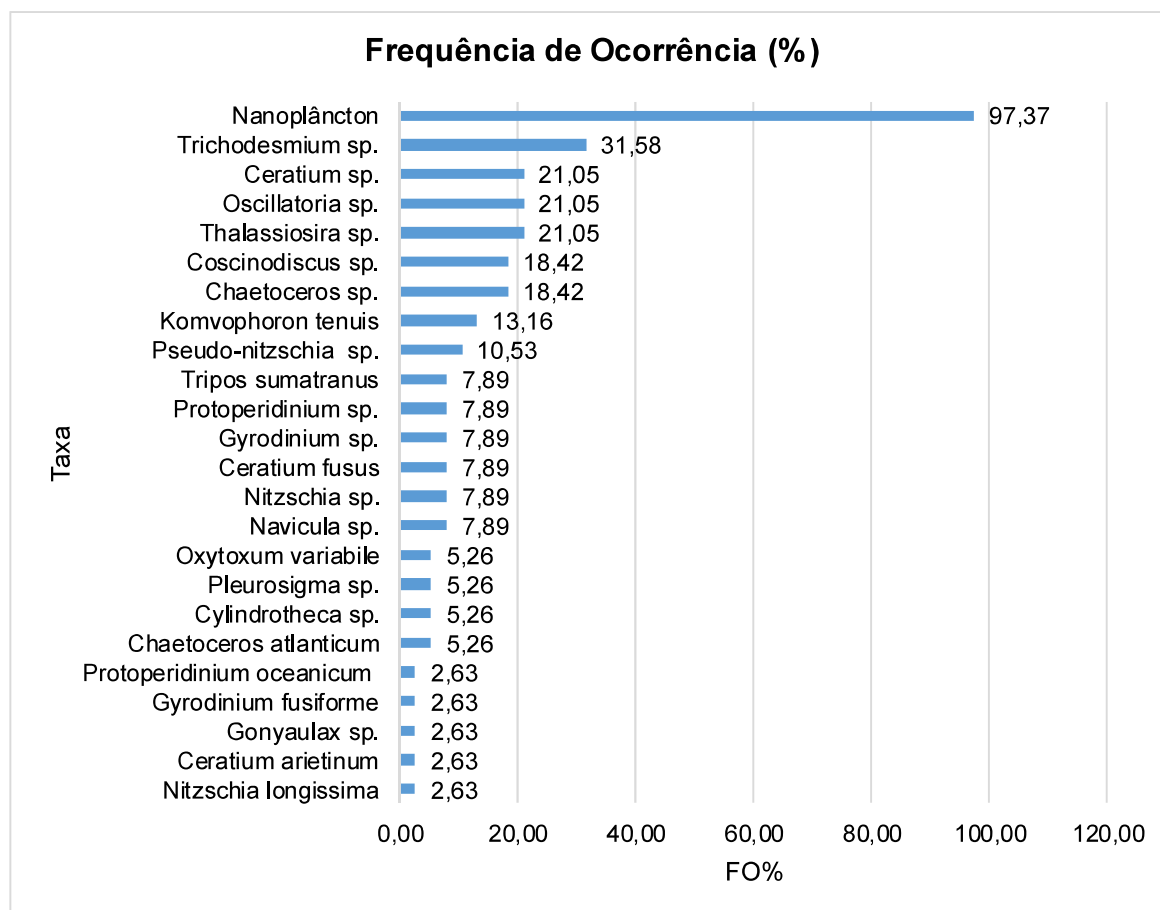
As classes Dinophyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae e Prymnesiophyceae apresentaram representatividade de riquezas de espécies de 36%, 21%, 21% e 14%, respectivamente (**Figura VI.3.1.1-1**).



**Figura VI.3.1.1-1** – Representatividade das Divisões do fitoplâncton durante a 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

### VI.3.1.2 Frequência de Ocorrência

Em termos de frequência de ocorrência, entre todas as estações amostrais, a maioria dos taxa se enquadram na classificação como esporádicos, presentes em menos que 20% das amostras. A fração do Nanoplâncton esteve presente em 97,37% das amostras, sendo considerada, portanto, muito frequente (**Figura VI.3.1.2-1e Tabela VI.3.1.2-1**).



**Figura VI.3.1.2-1** – Frequência de ocorrência dos taxa do fitoplâncton identificados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

**Tabela VI.3.1.2-1** – Frequência de ocorrência (FO %) dos taxa do fitoplâncton identificados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P- 57. MF- Muito frequente; F- Frequente; PF- Pouco Frequente e E- Esporádico

Taxa	FO%	
<i>Nitzschia longissima</i>	2,63	E
<i>Ceratium arietinum</i>	2,63	E
<i>Gonyaulax sp.</i>	2,63	E
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	2,63	E
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	2,63	E
<i>Chaetoceros atlanticum</i>	5,26	E
<i>Cylindrotheca sp.</i>	5,26	E
<i>Pleurosigma sp.</i>	5,26	E
<i>Oxytoxum variabile</i>	5,26	E
<i>Navicula sp.</i>	7,89	E
<i>Nitzschia sp.</i>	7,89	E
<i>Ceratium fusus</i>	7,89	E
<i>Gyrodinium sp.</i>	7,89	E

(continua)



Tabela VI.3.1.2-1 (conclusão)

Taxa	FO%	
<i>Protoperidinium</i> sp.	7,89	E
<i>Tripos sumatranus</i>	7,89	E
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.	10,53	E
<i>Komvophoron tenuis</i>	13,16	E
<i>Chaetoceros</i> sp.	18,42	E
<i>Coscinodiscus</i> sp.	18,42	E
<i>Thalassiosira</i> sp.	21,05	PF
<i>Oscillatoria</i> sp.	21,05	PF
<i>Ceratium</i> sp.	21,05	PF
<i>Trichodesmium</i> sp.	31,58	PF
Nanoplâncton	97,37	MF

### VI.3.1.3 Densidade

Na distribuição vertical da densidade média do fitoplâncton, o maior valor encontrado foi na Superfície, com 234,8 x 10<sup>3</sup> cél/L, e o menor valor foi encontrado na profundidade 200 m com 26,00 x 10<sup>3</sup> cél/L (Figura VI.3.1.3-1).

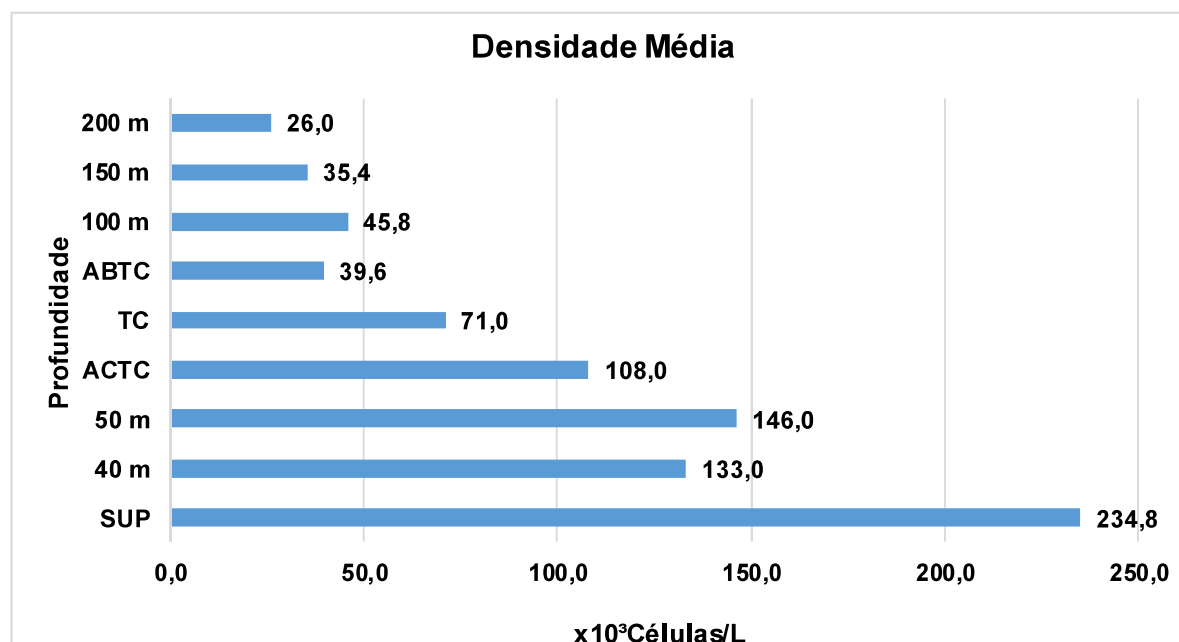
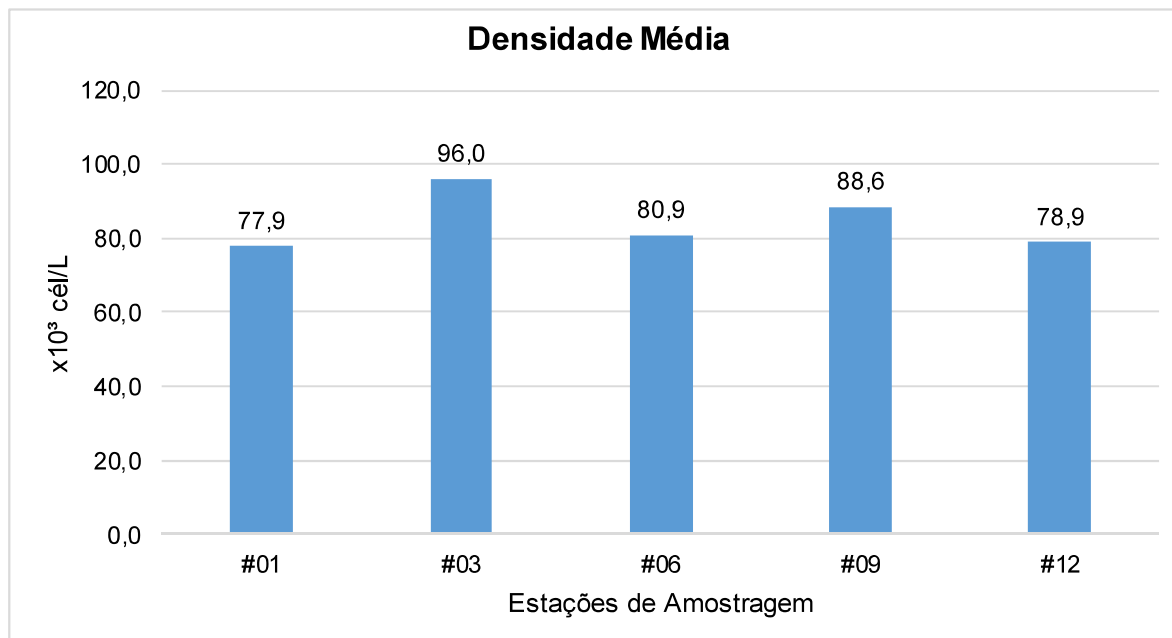


Figura VI.3.1.3-1 – Distribuição vertical da densidade média de organismos fitoplanctônicos identificados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

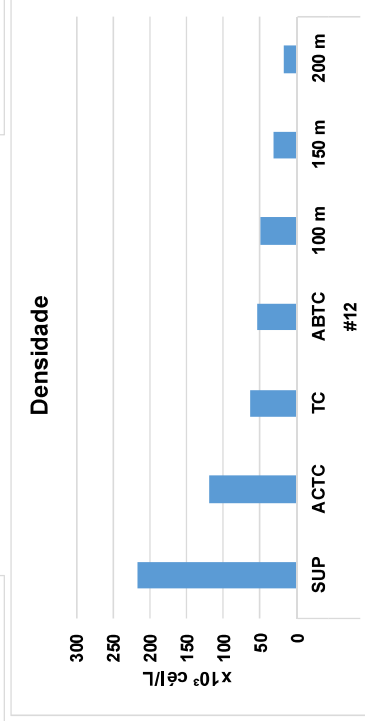
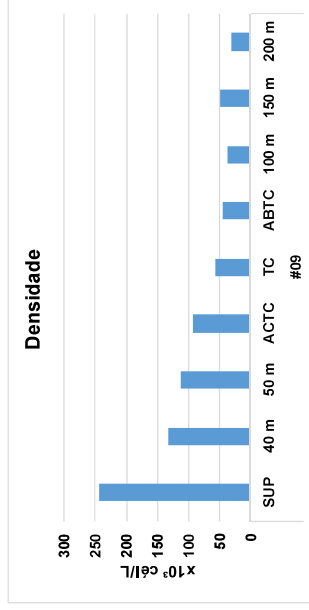
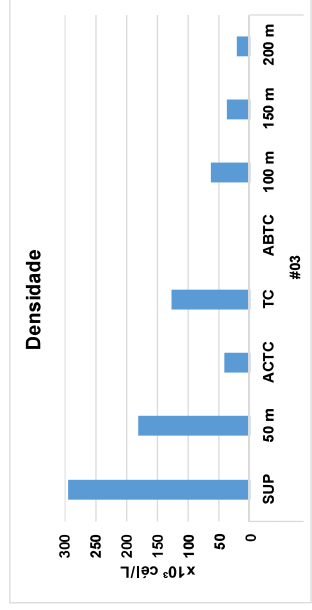
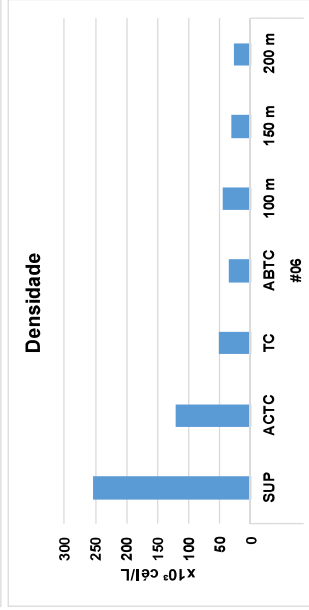
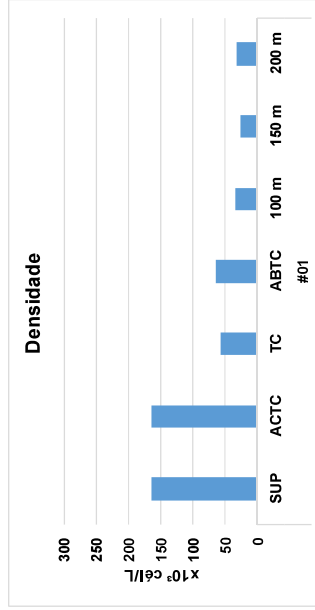
Na distribuição horizontal da densidade média do fitoplâncton, o maior valor foi encontrado na Estação #03, com  $96,0 \times 10^3$  cél/L, e o menor valor na Estação #01 com  $77,9 \times 10^3$  cél/L (**Figura VI.3.1.3-2**).



**Figura VI.3.1.3-2** – Distribuição horizontal da densidade média de organismos fitoplanctônicos identificados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

A maior e menor densidade foram observadas, na estação #03, na superfície com  $294 \times 10^3$  cél/L e na ABTC, com 0 cél/L, respectivamente (**Figura VI.3.1.3-3**). Não foram notadas variações significativas entre os pontos de amostragem (ANOVA;  $p > 0,05$ ). Entretanto foram notadas variações significativas entre as profundidades de amostragem (ANOVA;  $p < 0,05$ ). As variações foram significativas entre as densidades observadas na superfície e as densidades registradas nas demais profundidades (TUKEY;  $p < 0,05$ ). Além disso, nas amostras realizadas a 50 m de profundidade a densidade foi significativamente superior à observada abaixo da termoclina (ABTC) e a 100 m, 150 m e 200 m de profundidade (TUKEY;  $p < 0,05$ ). Para a densidade observada acima da termoclina (ACTC), os valores foram significativamente superiores aos observados na ABTC, 150 m e 200 m de profundidade (TUKEY;  $p < 0,05$ ).

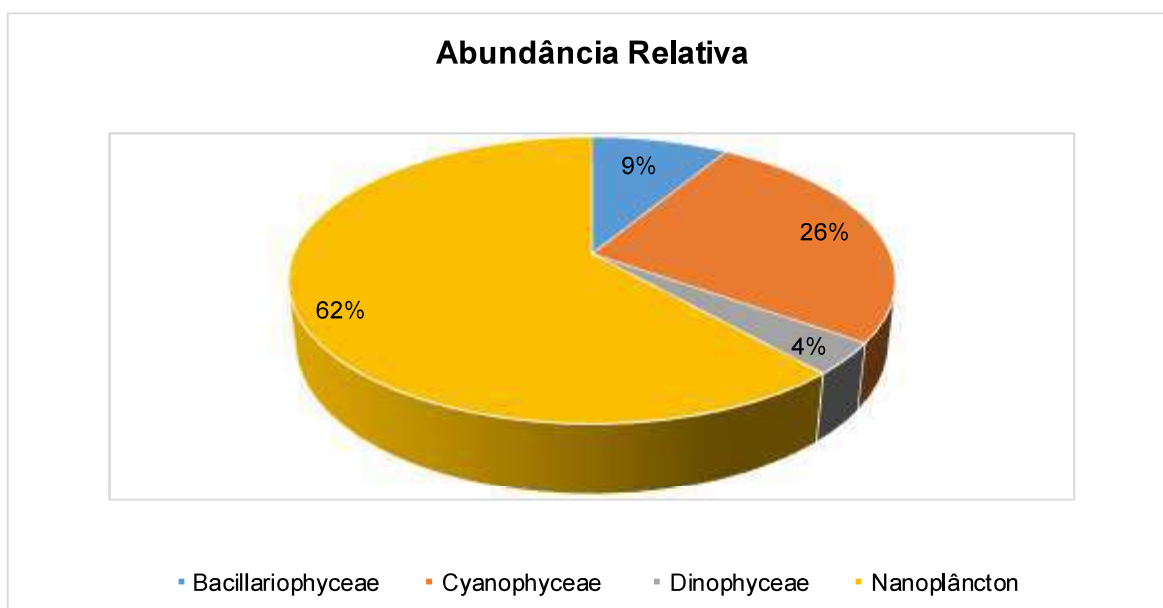
Os valores de densidade registrados na atual campanha, estiveram dentro da faixa de valores encontrados nas campanhas anteriores que oscilaram entre 0,05 x 103 cél/L a 3.774 x 103 cél/L.



**Figura VI.3.1.3-3** – Densidade total de organismos fitoplanctônicos identificados nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57. Nota: não foram encontrados organismos na estação #03 –ABTC.

### VI.3.1.4 Abundância do Fitoplâncton

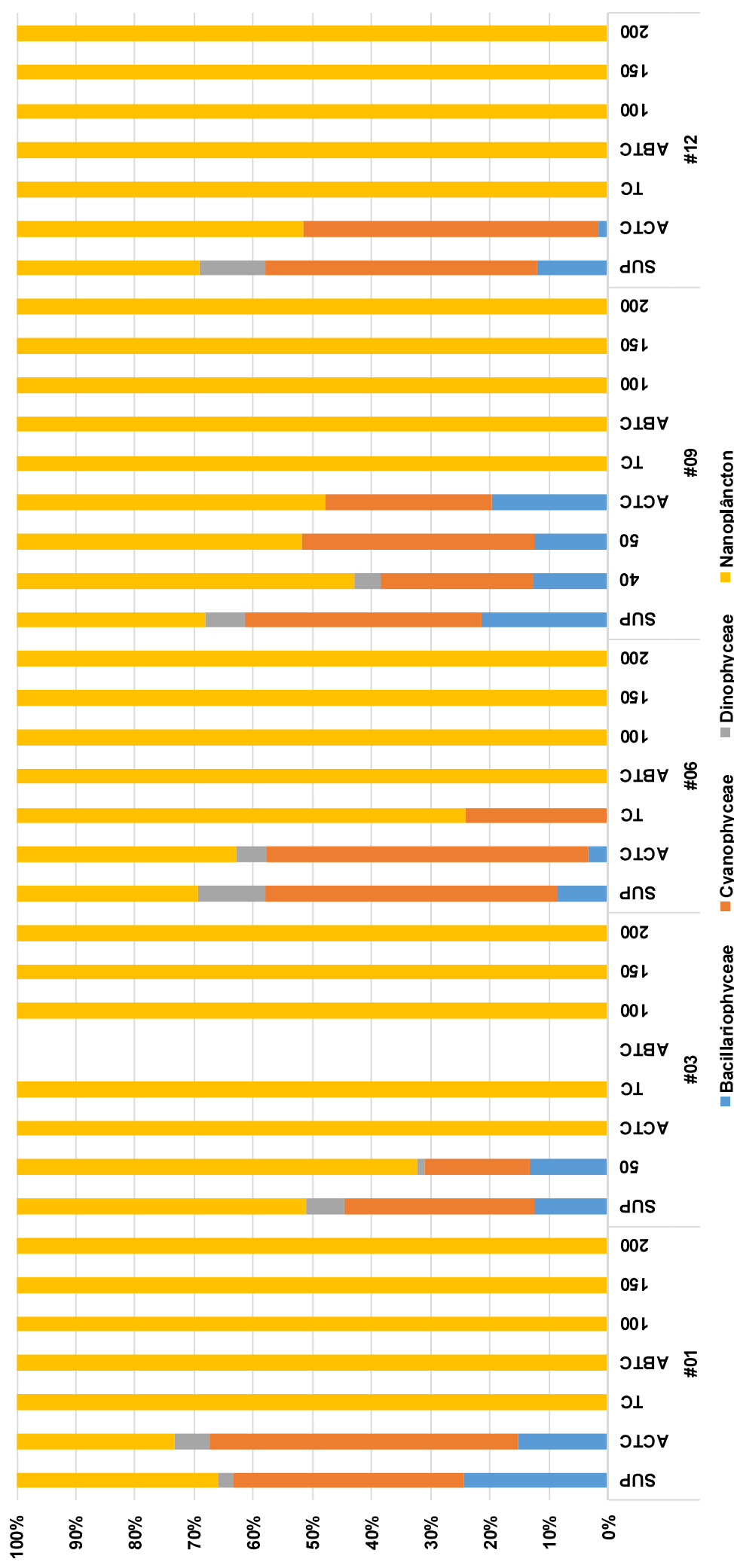
Os dados de abundância relativa (%) entre todas as estações (Figura VI.3.1.4-1) mostraram que, quantitativamente, a fração do nanoplâncton apresentou a maior contribuição, representando 62% do total. Estes organismos são de fundamental importância em ambientes oceânicos oligotróficos e são constituídos por organismos com tamanho entre 2  $\mu\text{m}$  e 20  $\mu\text{m}$  (TENENBAUM *et al.*, 2007).



**Figura VI.3.1.4-1** – Abundância relativa das divisões do fitoplâncton identificadas nas estações da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do FPSO P- 57.

Os dados de abundância relativa das classes por estação (Figura VI.3.1.4-2) apresentaram o nanoplâncton com a maior contribuição quantitativa em todas as estações nas profundidades TC, ABTC, 100 m, 150 m e 200 m. Nas estações #01, #06 e #12, a classe Cyanophyceae apresentou maior abundância relativa nas profundidades de superfície e ACTC, bem como na estação #09 na superfície. Na estação #03 em superfície, 50 m e ACTC, bem como na estação #09 em 40 m, 50 m e ACTC o nanoplâncton também apresentou a maior abundância relativa.

### Abundância relativa Classes

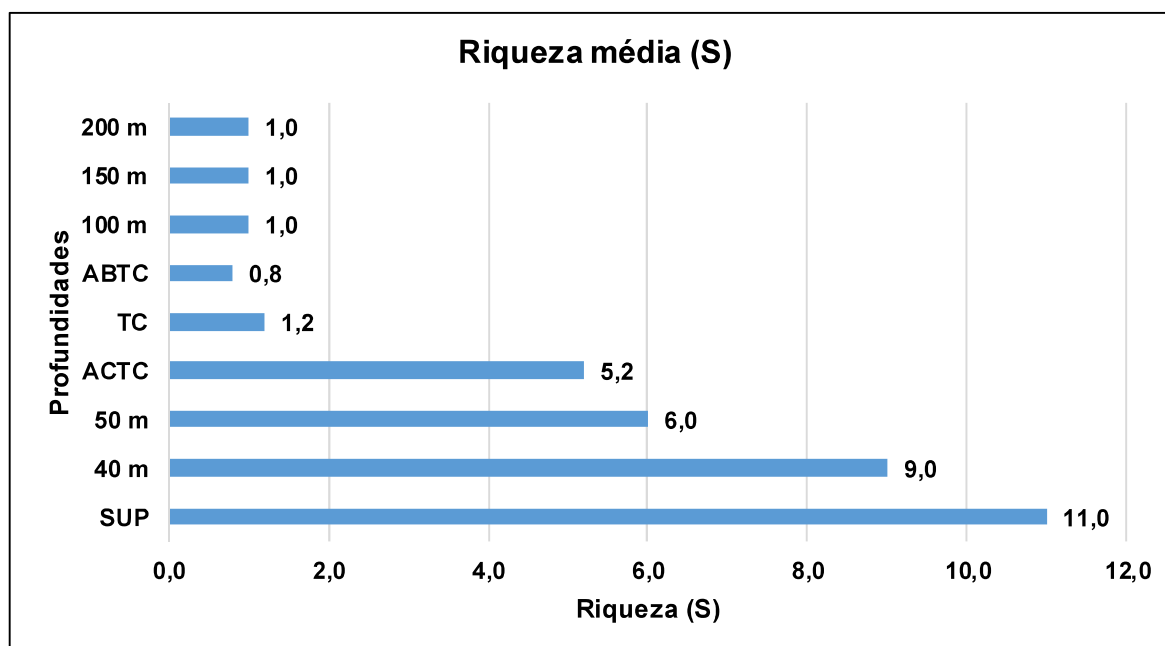


**Figura VI.3.1.4-2 – Abundância relativa das divisões do fitoplâncton identificadas por profundidade em cada estação amostral da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57. Nota: não foram encontrados organismos na estação #03 – ABTC.**

### VI.3.1.5 Índices Ecológicos do Fitoplâncton

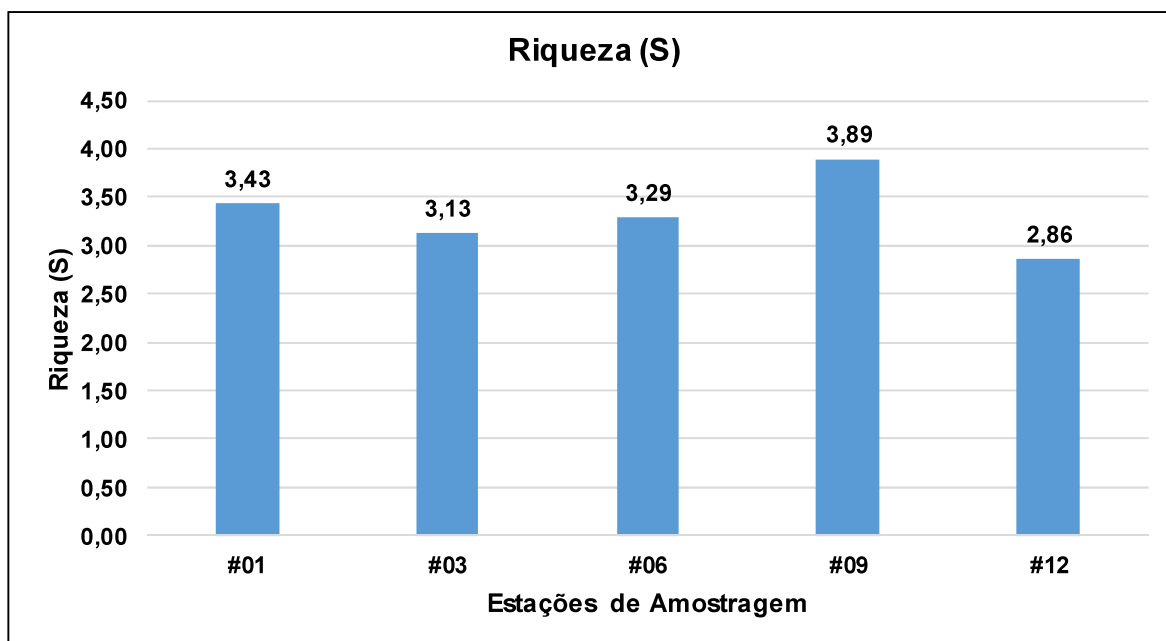
#### VI.3.1.5.1 Riqueza de espécies

A distribuição vertical média da riqueza mostrou número de taxa variando de 0,8 abaixo da termoclina (ABTC), a 11 taxa em superfície (SUP) (Figura VI.3.1.5.1-1).



**Figura VI.3.1.5.1-1** – Distribuição vertical da média da riqueza de espécies fitoplanctônicas identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

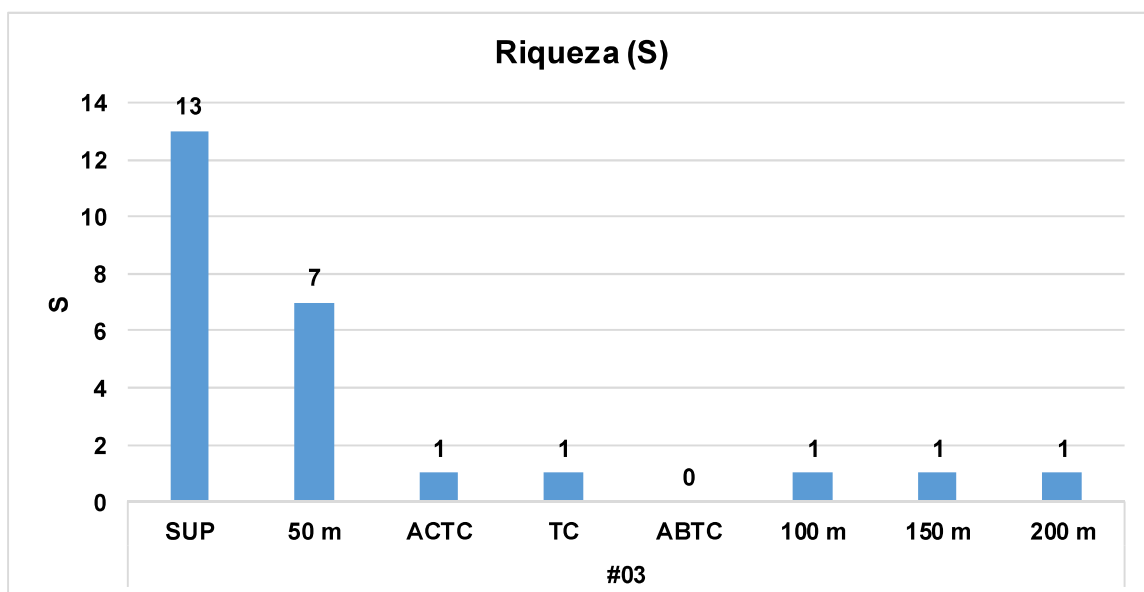
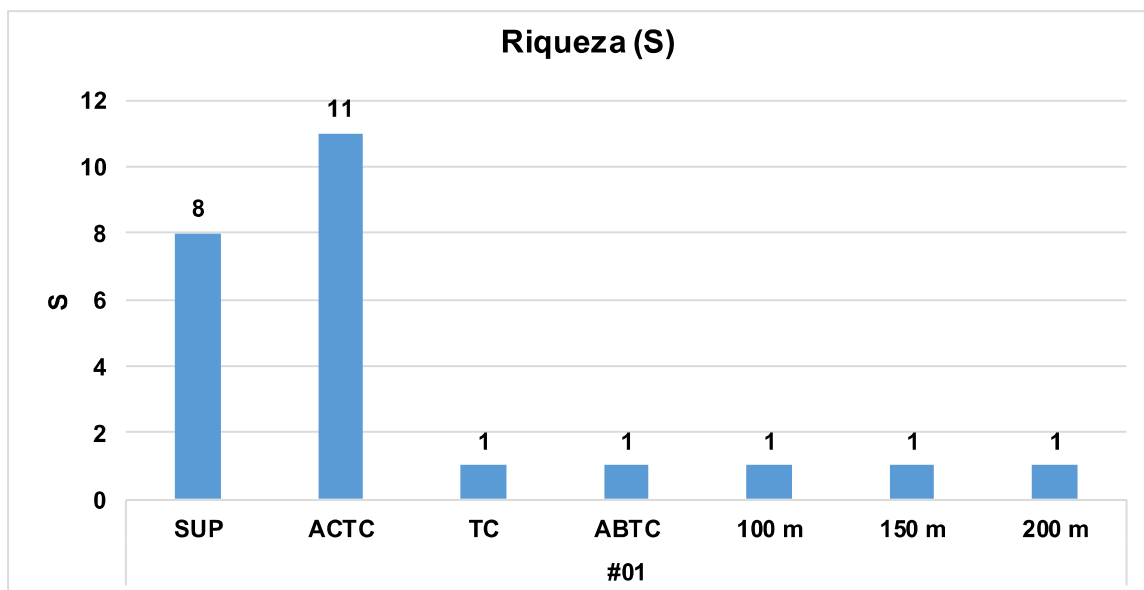
A distribuição horizontal média da riqueza apresentou número de taxa variando de 3,13 na Estação #03 a 3,89 taxa na estação #09 (Figura VI.3.1.5.1-2).



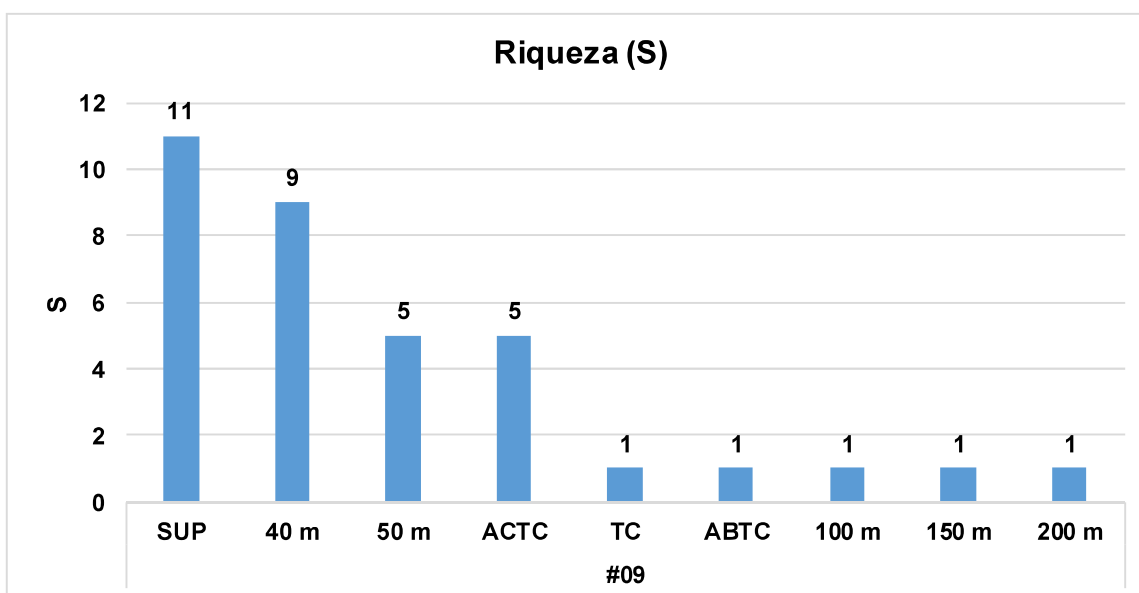
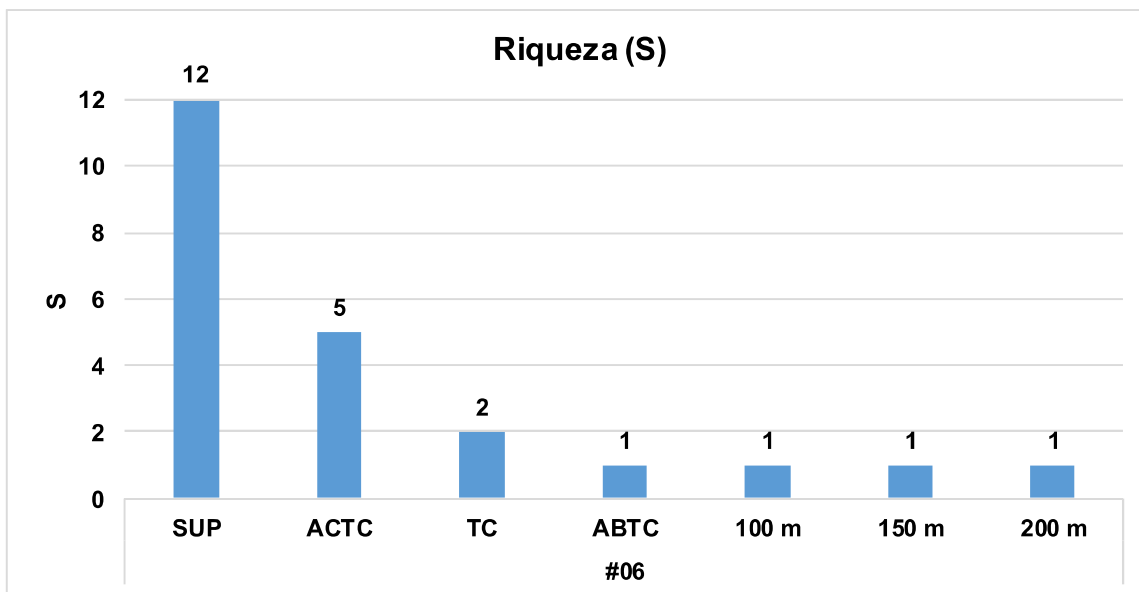
**Figura VI.3.1.5.1-2** – Distribuição horizontal da média da riqueza de espécies fitoplanctônicas identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

A Estação #01 (controle) apresentou riqueza variando entre 1 táxon nas profundidades abaixo da termoclina à 11 taxa na ACTC. Na Estação #03, a riqueza foi maior na superfície, com 13 taxa, e menor na ABTC, aonde não foi registrado nenhum organismo. Na Estação #06, a maior riqueza foi observada na profundidade de superfície, com 12 taxa, e a menor nas profundidades abaixo da termoclina (ABTC), com 1 táxon cada. Na Estação #09, a maior riqueza foi observada em superfície, com resultado de 11 e a menor nas profundidades da termoclina (TC) e inferiores, tais como ABTC, 100 m, 150 m e 200 m. A Estação #12 apresentou a maior riqueza na superfície, com 11 taxa, e a menor, nas profundidades da termoclina e abaixo, com 1 táxon cada (**Figura VI.3.1.5.1-3**, **Figura VI.3.1.5.1-4** e **Figura VI.3.1.5.1-5**).

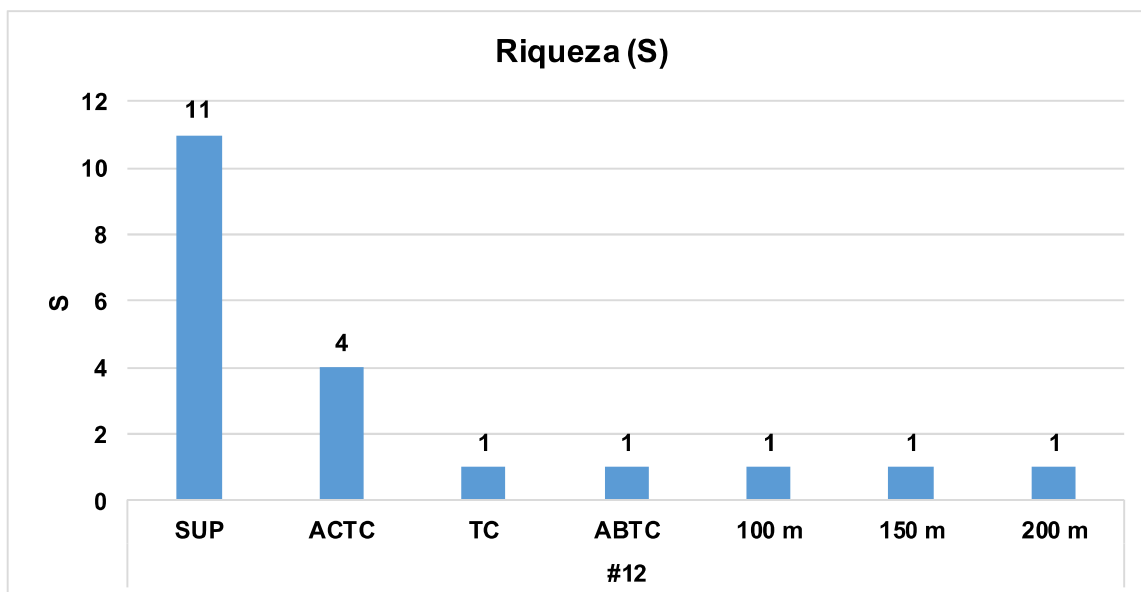




**Figura VI.3.1.5.1-3** – Riqueza de espécies fitoplanctônicas identificadas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57 (continua). Nota: não foram encontrados organismos na estação #03 – ABTC.



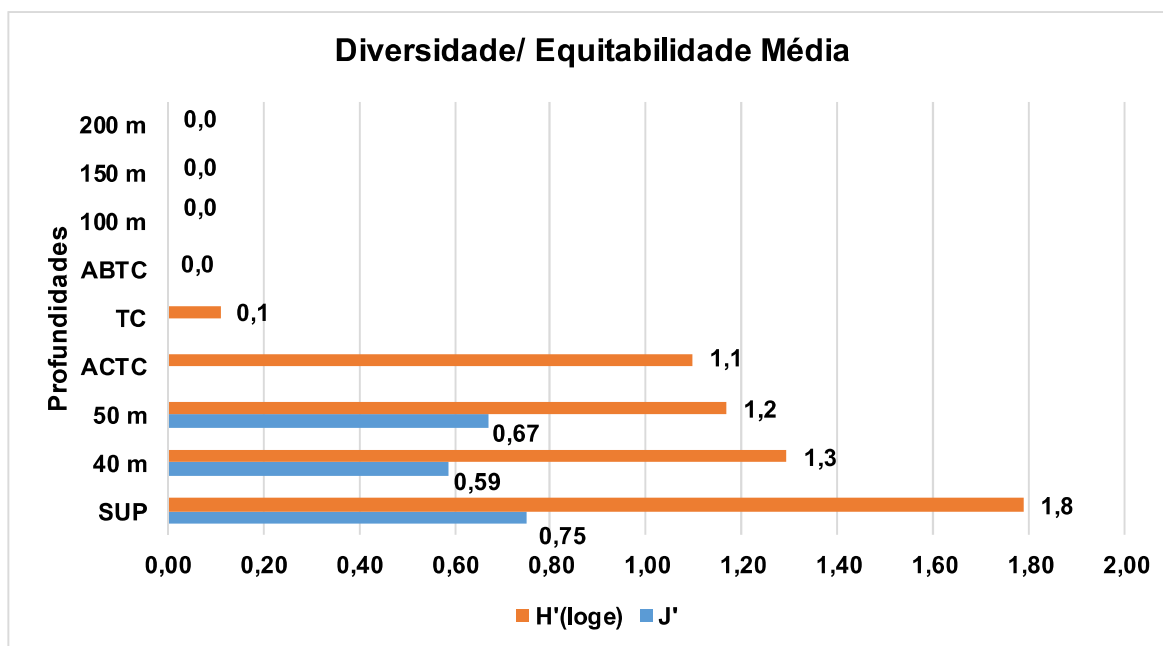
**Figura VI.3.1.5.1-4** – Riqueza de espécies fitoplanctônicas identificadas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57 (continua).



**Figura VI.3.1.5.1-5** – Riqueza de espécies fitoplanctônicas identificadas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

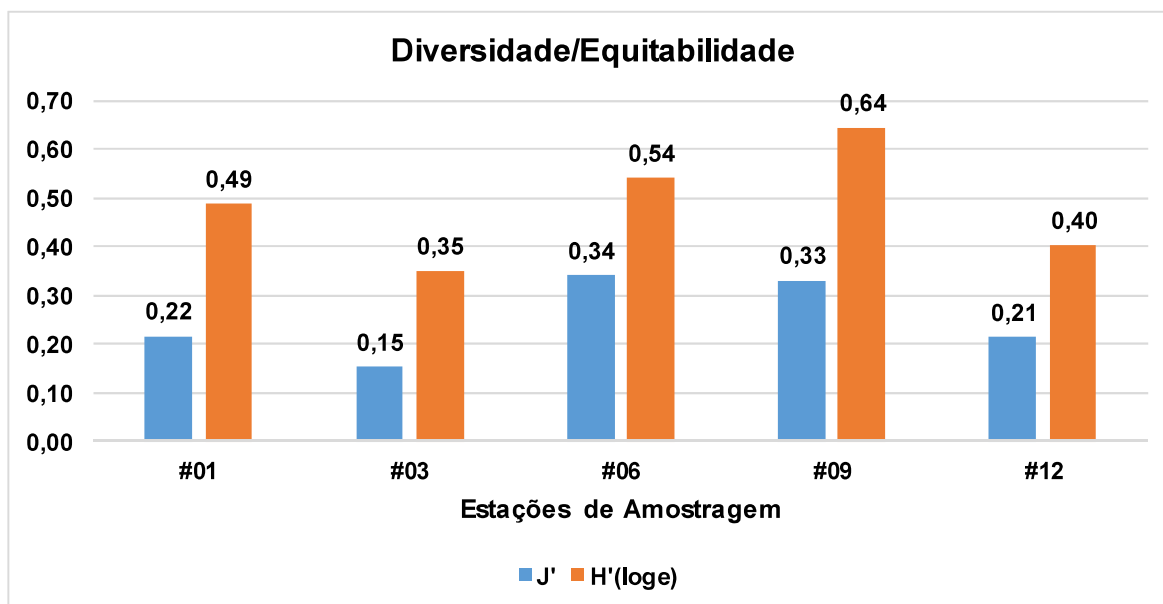
#### VI.3.1.5.2 Diversidade e Equitabilidade

A diversidade média vertical apresentou-se nulas nas profundidades abaixo da termoclina e o maior valor médio foi registrado na superfície (1,8 nats/ind). A equitabilidade média vertical apresentou-se nula em todas as profundidades da ACTC e abaixo e o maior valor foi observado na superfície (**Figura VI.3.1.5.2-1**).



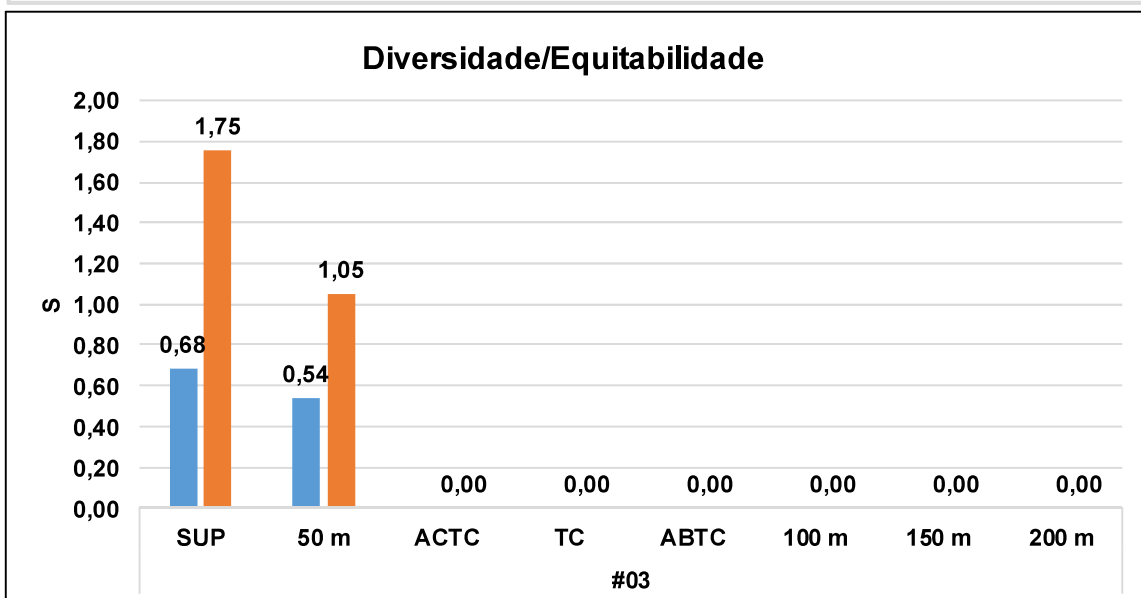
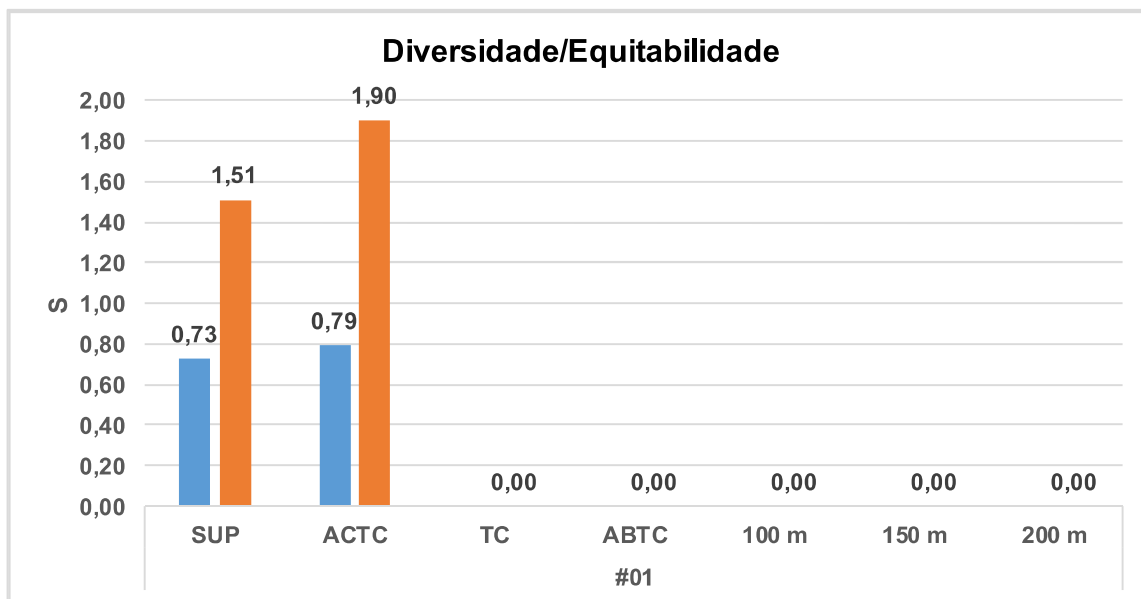
**Figura VI.3.1.5.2-1** – Distribuição média vertical da diversidade e equitabilidade do fitoplâncton identificado na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

Com relação à diversidade média horizontal, os valores oscilaram entre 0,35 nats/ind (Estação #03) e 0,64 nats/ind (Estação #09). Os valores de equitabilidade média horizontal oscilaram entre 0,15 (Estação #03) e 0,34 (Estação #06) (**Figura VI.3.1.5.2-2**)

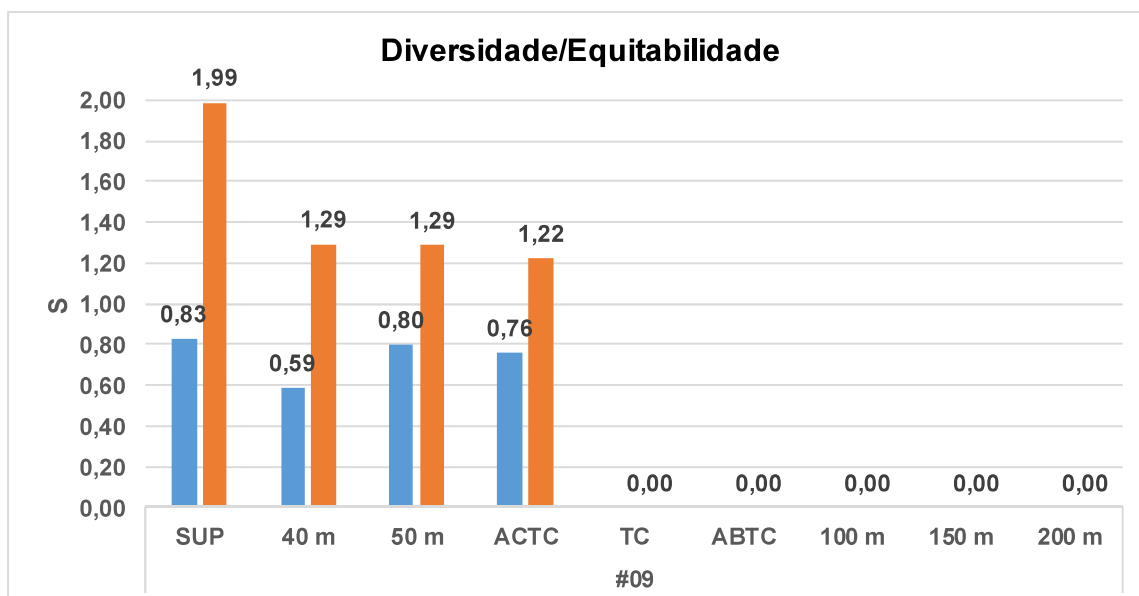
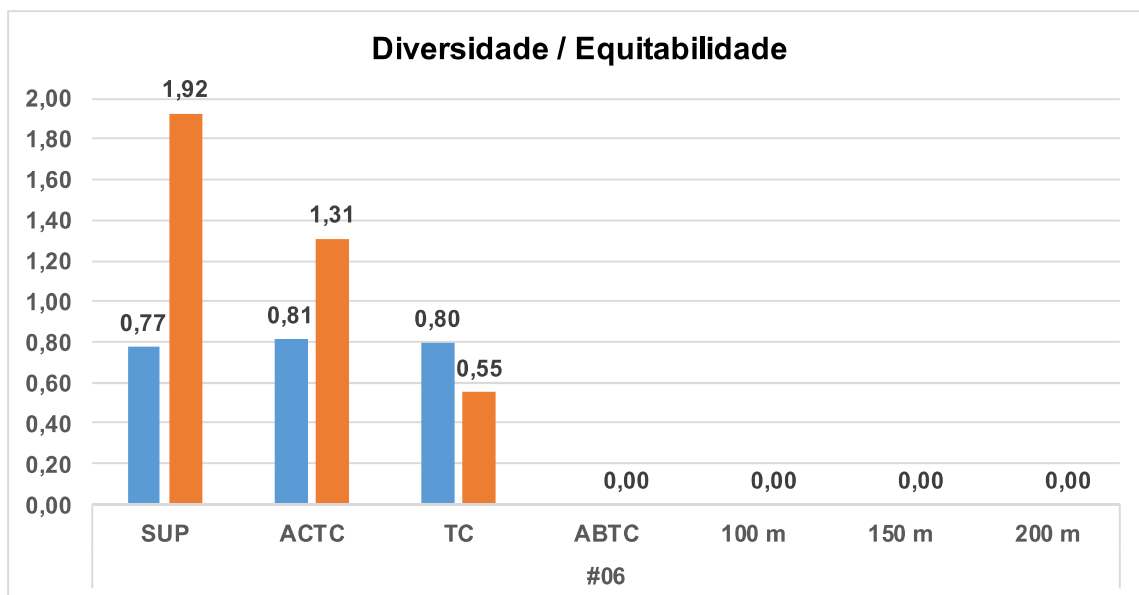


**Figura VI.3.1.5.2-2** – Distribuição média horizontal da diversidade e equitabilidade do fitoplâncton identificado na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

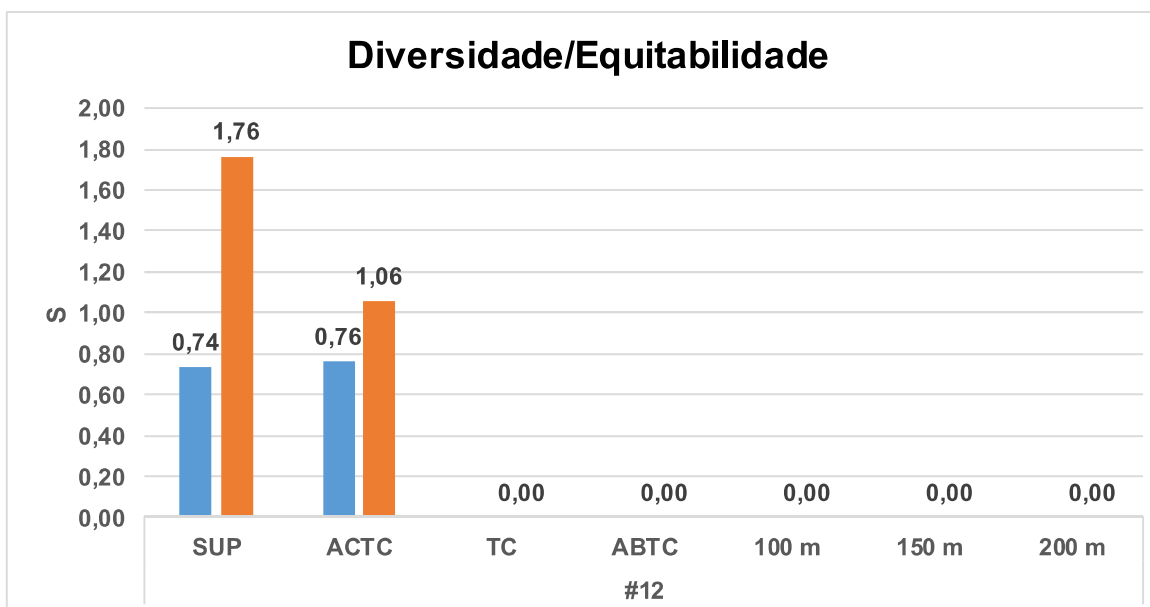
Ao analisar a distribuição vertical da diversidade em cada estação amostral, verificou-se que a Estação #09 apresentou o maior valor na superfície (1,99 nats/ind), seguida da Estação #06 também na superfície (1,92 nats/ind). Foram observados valores nulos de diversidade nas profundidades ABTC e inferiores em todas as estações, bem como na termoclina nas Estações #01, #03, #09 e #12 e na ACTC na estação #03. O maior valor de equitabilidade foi registrado na Estação #09 na superfície (0,83) enquanto que a menor equitabilidade foi observada na Estação #03 em 50 m de profundidade (0,54). Em todas as estações nas profundidades abaixo da termoclina e inferiores, bem como na TC nas Estações #01, #03, #09 e #12 e na ACTC na Estação #03, devido aos valores nulos de diversidade, o índice de equitabilidade não pôde ser determinado (**Figura VI.3.1.5.2-3, Figura VI.3.1.5.2-5 e Figura VI.3.1.5.2-5**).



**Figura VI.3.1.5.2-3** – Diversidade e Equitabilidade de espécies fitoplanctônicas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57 (continua).



**Figura VI.3.1.5.2-4** – Diversidade e Equitabilidade de espécies fitoplanctônicas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.



**Figura VI.3.1.5.2-5** – Diversidade e Equitabilidade de espécies fitoplanctônicas nas estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

### VI.3.1.6 Análise Geral com base na Estatística

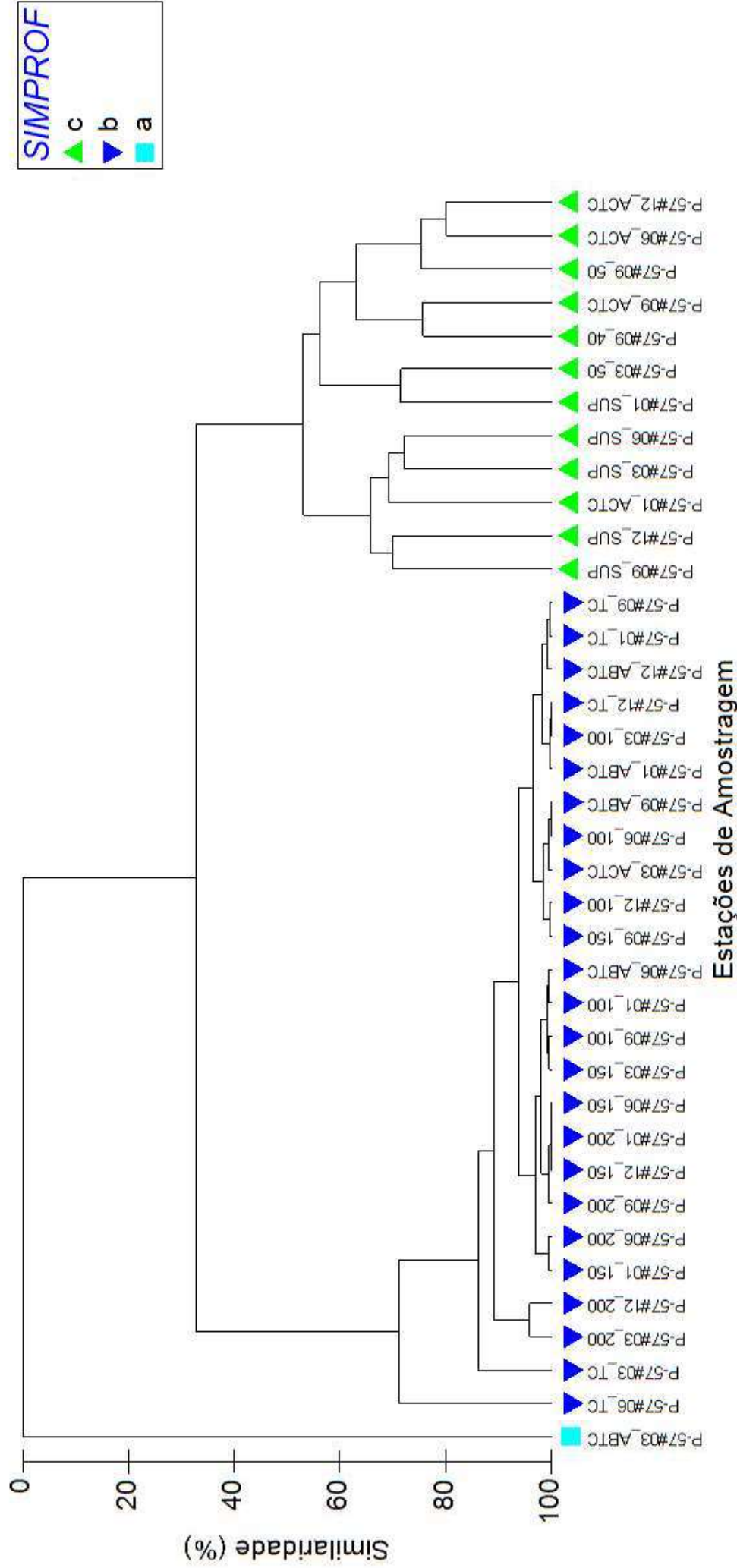
A análise de agrupamento, baseada na matriz de densidade e composição dos taxa nas diferentes estações amostrais evidenciou a formação de 3 grupos e mostrou similaridade superior a 32,83% entre os grupos **b** e **c**. O grupo **a**, formado pela amostra ABTC da Estação #03, sem nenhum organismo contabilizado, foi totalmente dissimilar às demais amostras (**Figura VI.3.1.6-1**).

A análise SIMPER definiu as espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os grupos formados na análise de agrupamento. A densidade da fração do Nanoplâncton foi a principal responsável pela similaridade dentro dos grupos **b** e **c**, sendo que este táxon apresentou contribuição de 100% para a similaridade dentro do grupo **b** e 34,69% para a similaridade dentro do grupo **c**. Os grupos **b** e **c**, quando comparados, apresentaram dissimilaridade média de 67,17%, influenciada principalmente pelos taxa *Trichodesmium* sp. e *Oscillatoria* sp. com contribuições de 24,40% e 11,03%, respectivamente. Os grupos **a** e **c** apresentaram dissimilaridade de 100% com maior contribuição relativa do Nanoplâncton (22,48%) e *Trichodesmium* sp. (20,04%). No que se refere à comparação entre **a** e **b**, foi observada uma dissimilaridade de 100% com alta contribuição do Nanoplâncton (98,35%).



Os índices ecológicos não apresentaram diferença significativa entre as estações amostrais (ANOVA;  $p > 0,05$ ). Já entre as profundidades amostradas foram notadas variações significativas (ANOVA;  $p < 0,05$ ) evidenciando os maiores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade nas profundidades superiores da coluna d'água.

## Análise de Agrupamento



**Figura VI.3.1.6-1** – Análise de agrupamento (Índice Bray-Curtis –  $\text{Log}(x+1)$ ) da composição e densidade do fitoplâncton nas diferentes estações da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

## VI.3.2 Comunidade Zooplanctônica

### VI.3.2.1 Composição da Comunidade Zooplanctônica

Na 9ª Campanha de Monitoramento realizada no entorno da Unidade Marítima de Produção FPSO, foram identificados um total de 84 categorias taxonômicas com o registro de 12 grupos, representados por indivíduos de Annelida, Copepoda, Decapoda, Euphausiacea, Mysida, Stomatopoda, Bryozoa, Chaetognatha, Chordata, Cnidaria, Echinodermata e Mollusca, distribuídos entre família, gênero, espécie e estágios de desenvolvimento larval (**Quadro VI.3.2.1-1**).

**Quadro VI.3.2.1-1** – Composição do zooplâncton identificado na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.

<b>Filo Annelida</b>
Classe Polychaeta
Polychaeta
<b>Filo Arthropoda</b>
<b>Subfilo Crustacea</b>
Classe Hexanauplia
<b>Subclasse Copepoda</b>
Nauplios - Copepoda
<b>Ordem Calanoida</b>
<b>Família Acartiidae</b>
<i>Acartia lilljeborgi</i>
<i>Acartia</i> spp.
<b>Família Aetideidae</b>
<i>Gaetanus minor</i>
<b>Família Augaptilidae</b>
<i>Haloptilus longicornis</i>
<b>Família Calanidae</b>
<i>Calanoides carinatus</i>
<i>Calanoides macrocarinatus</i>
<i>Calanoides</i> sp.
<i>Calanus simillimus</i>
<i>Nannocalanus minor</i>
<i>Neocalanus gracilis</i>
<i>Neocalanus robustior</i>
<i>Undinula vulgaris</i>
<b>Família Candaciidae</b>
<i>Candacia pachydactyla</i>

(continua)

Quadro VI.3.2.1-1 - continua

<b>Família Centropagidae</b>
<i>Centropages bradyi</i>
<b>Família Eucalanidae</b>
<i>Pareucalanus langae</i>
<b>Família Mesaiokeratidae</b>
<i>Mesaiokeras sp.</i>
<b>Família Metridinidae</b>
<i>Pleuromamma abdominalis</i>
<i>Pleuromamma gracilis</i>
<i>Pleuromamma piseki</i>
<b>Família Paracalanidae</b>
<i>Calocalanus pavo</i>
<i>Calocalanus spp.</i>
<i>Mecynocera clausi</i>
<i>Paracalanus aculeatus</i>
<i>Paracalanus spp.</i>
<i>Parvocalanus scotti</i>
<b>Família Pontellidae</b>
<i>Calanopia americana</i>
<i>Pontellopsis brevis</i>
<i>Pontellopsis sp.</i>
<b>Família Pseudodiaptomidae</b>
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>
<b>Família Rhincalanidae</b>
<i>Rhincalanus cornutus</i>
<i>Rhincalanus nasutus</i>
<b>Família Scolecitrichidae</b>
<i>Scolecithrix danae</i>
<b>Família Spinocalanidae</b>
<i>Spinocalanus horridus</i>
<b>Família Subeucalanidae</b>
<i>Subeucalanus subtenuis</i>
<b>Família Temoridae</b>
<i>Temora stylifera</i>
<i>Temora turbinata</i>
<b>Ordem Cyclopoida</b>
<b>Família Corycaeidae</b>
<i>Corycaeus giesbrechti</i>
<i>Corycaeus lautus</i>
<i>Corycaeus ovalis</i>
<i>Corycaeus robustus</i>
<i>Corycaeus speciosus</i>

(continua)

Quadro VI.3.2.1-1 - continua

<i>Corycaeus typicus</i>
<i>Farranula concinna</i>
<i>Farranula curta</i>
<i>Farranula gracilis</i>
<b>Família Oncaeidae</b>
<i>Oncaea</i> sp.
<b>Família Sapphirinidae</b>
<i>Sapphirina intestinata</i>
<b>Ordem Harpacticoida</b>
<b>Família Ectinosomatidae</b>
<i>Microsetella norvegica</i>
<i>Microsetella rosea</i>
<b>Família Miraciidae</b>
<i>Macrosetella gracilis</i>
<i>Miracia efferata</i>
<b>Família Tachuduudae</b>
<i>Euterpina acutifrons</i>
<b>Ordem Nudibranchia</b>
<b>Família Fionidae</b>
<i>Oithona atlantica</i>
<i>Oithona hebes</i>
<i>Oithona nana</i>
<i>Oithona plumifera</i>
<b>Classe Malacostraca</b>
<b>Subclasse Eumalacostraca</b>
<b>Ordem Decapoda</b>
Brachyura - Zoea
Caridea
<b>Família Alpheidae</b>
<i>Alpheus</i> spp. (zoea)
<b>Família Luciferidae</b>
<i>Belzebub faxoni</i>
<i>Lucifer typus</i>
<b>Família Porcellanidae</b>
Porcellanidae
<b>Família Sergestidae</b>
<i>Sergestes atlanticus</i>
<i>Sergestes</i> spp. (zoea)
Sergestidae
<b>Ordem Euphausiacea</b>
Euphausiacea
<b>Ordem Mysida</b>

(continua)

Quadro VI.3.2.1-1 - continua

Mysida
<b>Subclasse Hoplocarida</b>
<b>Ordem Stomatopoda</b>
Stomatopoda
<b>Filo Bryozoa</b>
Bryozoa
<b>Filo Chaetognatha</b>
<b>Classe Sagittoidea</b>
<b>Ordem Apherogastera</b>
<b>Família Sagittidae</b>
<i>Flaccisagitta</i> sp.
<i>Parasagitta friderici</i>
<i>Parasagitta</i> spp.
<b>Filo Chordata</b>
<b>Subfilo Tunicata</b>
<b>Classe Appendicularia</b>
<b>Ordem Copelata</b>
<b>Família Fritillariidae</b>
<i>Fritillaria</i> sp.
<b>Família Oikopleuridae</b>
<i>Oikopleura (Coecaria) longicauda</i>
<i>Oikopleura (Vexillaria) dioica</i>
<b>Filo Cnidaria</b>
<b>Classe Hydrozoa</b>
Hydrozoa
<b>Subclasse Hydroidolina</b>
<b>Ordem Leptothecata</b>
<b>Família Campanulariidae</b>
<i>Obelia</i> sp.
<b>Ordem Siphonophorae</b>
Siphonophorae
<b>Filo Echinodermata</b>
<b>Subfilo Asterozoa</b>
<b>Classe Ophiuroidea</b>
Ophiuroidea
<b>Filo Mollusca</b>
<b>Classe Bivalvia</b>
Bivalvia
<b>Classe Gastropoda</b>
Gastropoda
<b>Subclasse Heterobranchia</b>
<b>Ordem Pteropoda</b>
Pteropoda

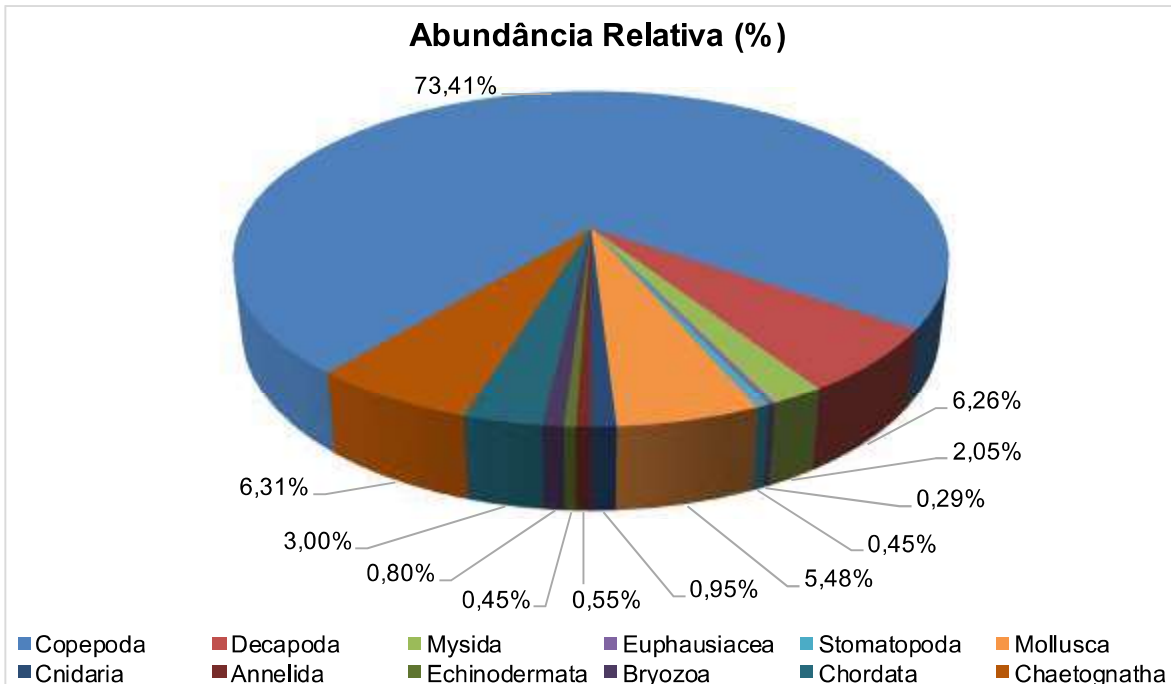
O filo Arthropoda foi o mais representativo em número de categorias taxonômicas por grupo quando comparado aos demais filos identificados, tais como: Annelida, Bryozoa, Chaetognatha, Chordata, Cnidaria, Echinodermata e Mollusca. Corroborando com os resultados observados ao longo das campanhas de monitoramento no entorno da região do FPSO. O filo Arthropoda foi representado pelos grupos Copepoda (n = 57), Decapoda (n = 9), Euphausiacea (n = 1), Mysida (n = 1) e Stomatopoda (n = 1) (**Figura VI.3.2.1-1**).



**Figura VI.3.2.1-1** – Número de categorias taxonômicas de zooplâncton por grupo obtidos na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.

### VI.3.2.2 Abundância do Zooplâncton

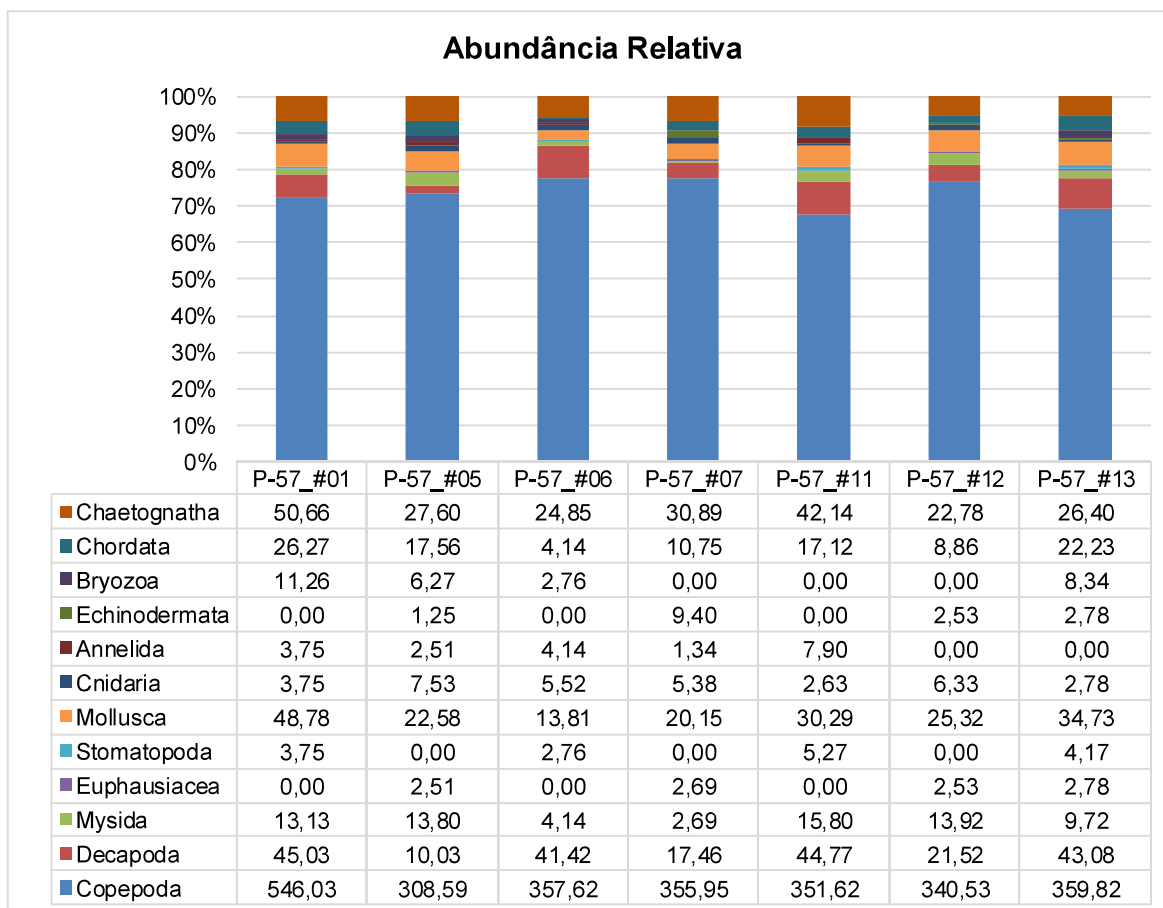
A composição do zooplâncton apresentou o grupo Copepoda como dominante com abundância relativa de 73,41% do total amostrado. A distribuição das abundâncias relativas para esta campanha apresentou a seguinte composição: representantes do grupo Chaetognatha (6,31%), Decapoda (6,26%), Chordata (3,00%) e Mysida (2,05%) com representações acima de 2%. Além destes, os demais grupos possuem suas abundâncias relativas informadas na **Figura VI.3.2.2-1**.



**Figura VI.3.2.2-1** – Abundância relativa dos grupos zooplancônicos coletados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.

O grupo Copepoda apresentou alta densidade e maior número de taxa na atual campanha em todas as estações de amostragem. Estes registros são comumente relatados ao longo de toda a costa brasileira (BJÖRNBERG, 1981), corroborando os registros das campanhas anteriores (**Figura VI.3.2.2-2**).



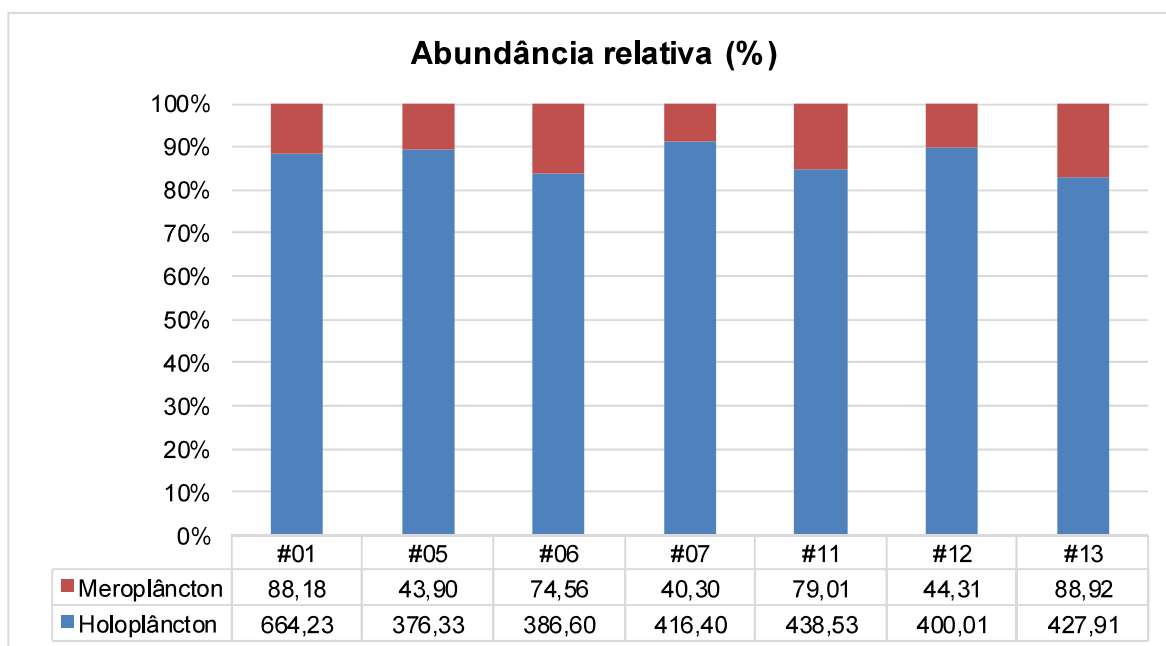


**Figura VI.3.2.2-2** – Abundância relativa dos grupos zooplânctônicos coletados nas estações amostrais na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.

Dentre os *taxa* que se destacaram para esta campanha, *Paracalanus* spp. foi o mais representativo com 21,21% do total de organismos coletados (757,13 org/m<sup>3</sup>). A espécie *Corycaeus speciosus* foi a segunda mais abundante (626,42,0 org/m<sup>3</sup>), representando 17,55% da abundância relativa. A menor abundância foi observada para a espécie *Pseudodiaptomus acutus*, com apenas 0,04% do total coletado e 1,25 org/m<sup>3</sup>.

Com relação à divisão dos zooplâncton, entre organismos que passam todo o seu ciclo de vida como integrantes do plâncton (holoplâncton) e organismos que possuem apenas as fases iniciais do seu ciclo de vida no plâncton (meroplâncton), pode-se observar a dominância do holoplâncton ao longo da campanha, o que corrobora com resultados observados ao longo de todo o monitoramento na região de entorno do FPSO e, também, descrito por Bradford-Grieve *et al.*, (1999) para a costa brasileira de modo geral (**Figura VI.3.2.2-3**).

O holoplâncton dominou com média de 81% do total de taxa coletados sendo também dominante em abundância todas as estações de amostragem, enquanto o meroplâncton contribuiu com apenas 19% do total de taxa. O holoplâncton foi representado pelos grupos Copepoda, Euphausiacea, Chaetognatha, Decapoda, Chordata, Mysidacea Mollusca. Já o meroplâncton foi constituído por Annelida, Decapoda, Stomatopoda, Mollusca, Cnidaria, Echinodermata e Bryozoa (**Figura VI.3.2.2-3**).



**Figura VI.3.2.2-3** – Distribuição das abundâncias relativas entre o holoplâncton e meroplâncton da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.

### VI.3.2.3 Frequência de Ocorrência

A distribuição espacial das frequências de ocorrência observadas para esta campanha relata a maioria dos grupos do zooplâncton classificados como muito frequentes e frequentes, ou seja, com ocorrência superior a 40% do total coletado e registrado em mais de 3 estações amostrais. Os taxa *Calanus simillimus*, *Candacia pachydactyla*, *Corycaeus robustus*, *Corycaeus typicus*, *Miracia efferata*, *Nannocalanus minor*, *Oithona nana*, *Pleuromamma gracilis*, *Pleuromamma piseki*, *Belzebub faxoni* e *Parasagitta friderici* foram classificados como pouco frequentes para esta campanha (28,57%), enquanto os taxa *Acartia lilljeborgi*, *Farranula*

*gracilis*, *Neocalanus gracilis*, *Oithona atlântica*, *Paraeucalanus langae*, *Pontellopsis brevis*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Spinocalanus horridus*, *Subeucalanus subtenuis* e Siphonophorae, foram classificados como esporádicos para esta campanha com 14,29% de frequência de ocorrência (**Figura VI.3.2.3-1**).

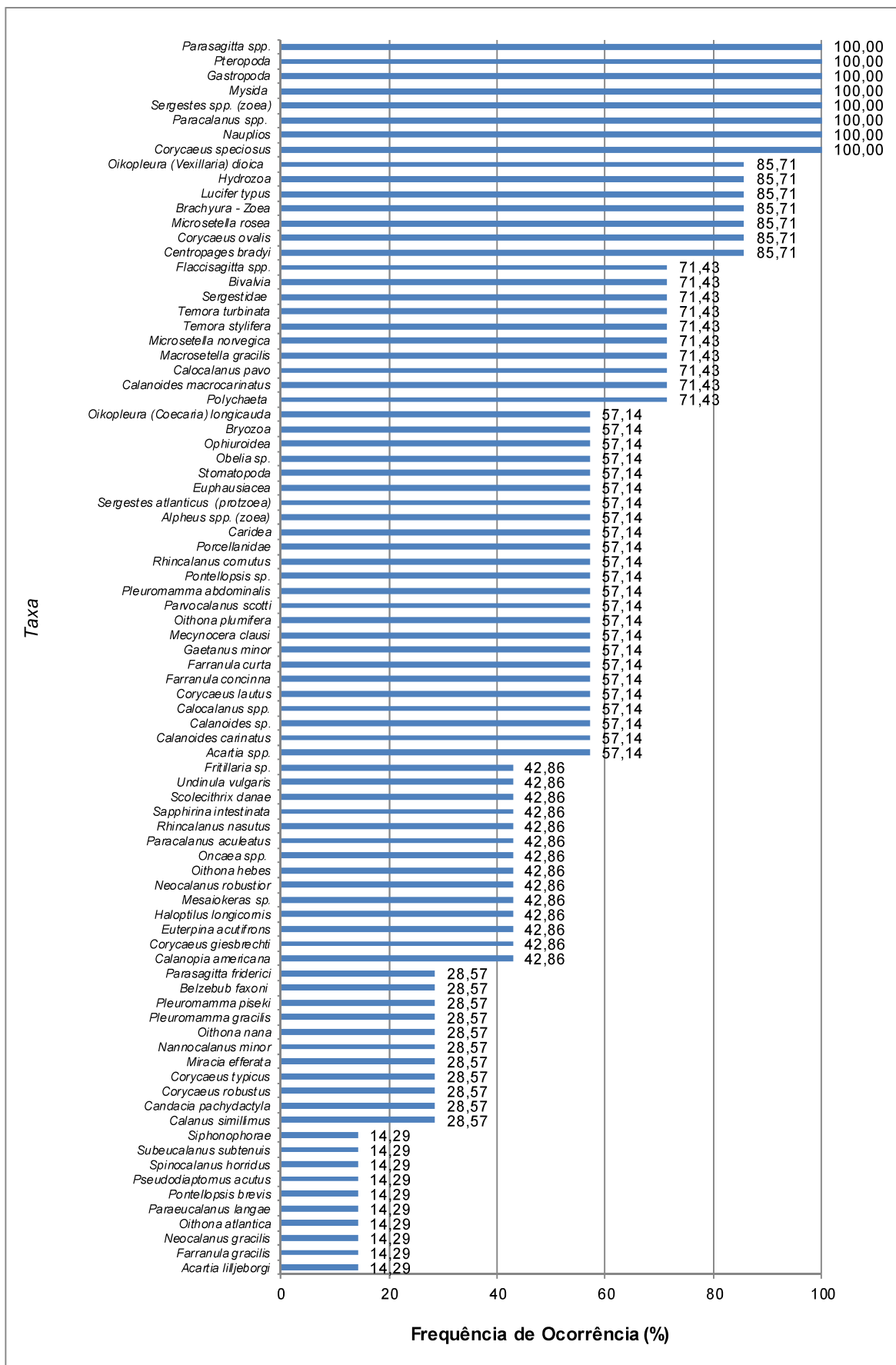


Figura VI.3.2.3-1 – Frequência de ocorrência dos taxa zooplancctônicos coletados na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.

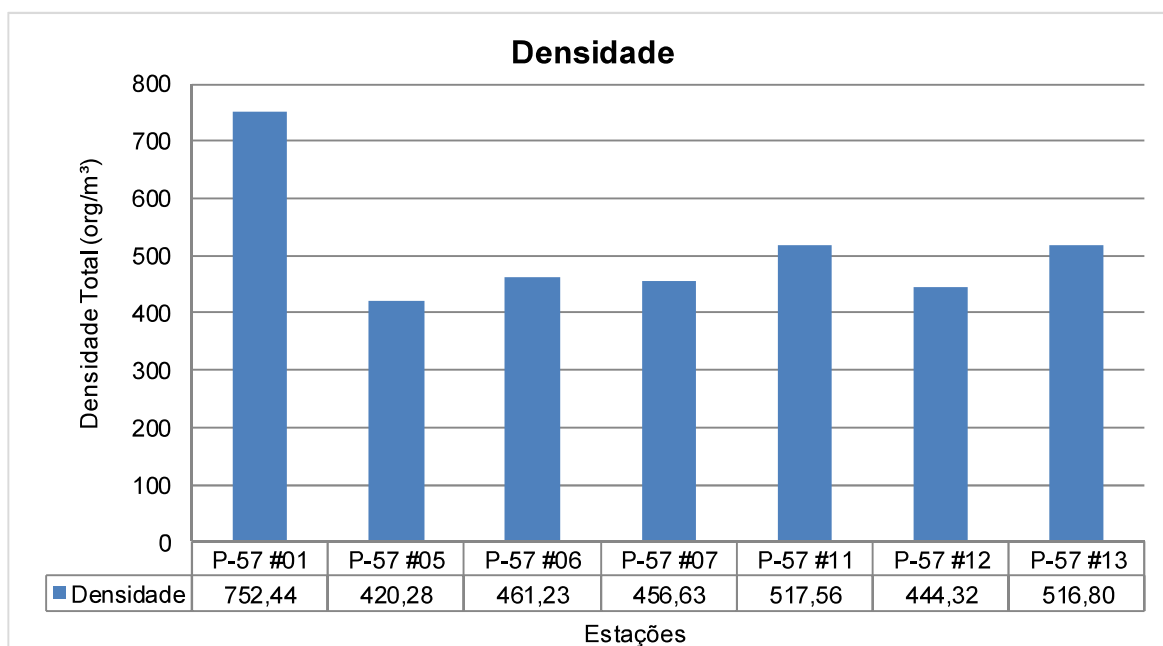
Para esta campanha, ressalta-se novamente a dominância absoluta do grupo Copepoda em relação aos demais organismos. As altas densidades de organismos deste grupo vêm sendo relatadas ao longo de todas as campanhas de monitoramento na região. Resultados similares a este são comuns e vêm sendo descritos para regiões costeiras e oceânicas. Os grupos mais numerosos de zooplâncton encontrados por Brandini *et al.*, (1997) na costa brasileira foram Copepoda, Appendicularia, Chaetognatha, Hydromedusae e Salpidae, representando papel importante na rede trófica. Para esta campanha, os organismos mais abundantes e frequentes pertencem à subclasse Copepoda, cujo fato também foi registrado por Cavalcanti e Larrazábal (2004), corroborando a dominância de copépodes com os resultados aqui descritos.

Dentre os copépodes destaca-se a alta densidade e frequência das espécies *Corycaeus* spp., considerados por Bjönberg (1981) e Bradford Grieve *et al.*, (1999) como espécies típicas e abundantes de águas costeiras e oceânicas. Os resultados encontrados corroboram trabalhos para o zooplâncton oceânico no nordeste brasileiro os quais destacam a presença das espécies dos gêneros *Farranula*, *Oithona*, *Corycaeus* e *Euchaeta*, ressaltando a alta diversidade encontrada influenciada principalmente pelo grupo Copepoda, indicando assim estabilidade ambiental e espécies indicadoras da corrente do Brasil e de massas d'água oligotróficas na área de estudo (GUSMÃO *et al.*, 1997).

Outros taxa de Copepoda encontrados são típicas de sistemas oceânicos, como é o caso de *Temora* sp. (BRADFORD-GRIEVE, 1994). Outros grupos encontrados, como o filo Chaetognatha, larvas de Decapoda, Appendicularia e Euphausiacea, também são típicos de ambientes oceânicos e costeiros (PIERROT-BULTS e NAIR, 1991; ESNAL, 1999; CAMPOS, 2000; BONECKER e CARVALHO, 2006). O filo Chaetognatha apresentou-se frequente para esta campanha, esses organismos predadores ativos principalmente de copépodes, estando correlacionados positivamente em ocorrência e abundância com Copepoda (PEARRE, 1980; MARAZZO *et al.*, 1997; ARAUJO e RIBEIRO, 2005).

### VI.3.2.4 Densidade de Organismos

A densidade total das categorias taxonômicas obtidas na 9ª Campanha na região de entorno do FPSO apresentou média de 509,89 org/m<sup>3</sup> registrados, sendo que a menor densidade foi observada na Estação #05 (420,28 org/m<sup>3</sup>) e a maior densidade observada na Estação #01 (752,44 org/m<sup>3</sup>) (Figura VI.3.2.4-1 e Tabela VI.3.2.4-1)



**Figura VI.3.2.4-1** – Densidade do zooplâncton (org/m<sup>3</sup>) para cada estação amostral, da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.

A densidade média na atual campanha foi a maior registrada durante a campanha de monitoramento no entorno do FPSO. A 8ª campanha realizada em dezembro de 2018 apresentou densidade média de 78,02 org/m<sup>3</sup>, sendo que a menor densidade foi observada na Estação #07 (10,92 org/m<sup>3</sup>) e a maior densidade observada na Estação #11 (137,44 org/m<sup>3</sup>). A 7ª Campanha, realizada em junho de 2018, apresentou densidade média de 123,84 org/m<sup>3</sup>, com menor densidade observada na estação #13 (81,59 org/m<sup>3</sup>) e maior densidade registrada na estação #07 (233,47 org/m<sup>3</sup>). A 6ª Campanha apresentou média de 154,78 org/m<sup>3</sup> registrados, sendo que a menor densidade foi observada na Estação #07 (91,57 org/m<sup>3</sup>) e a maior densidade observada na Estação #01 (223,60 org/m<sup>3</sup>). A 5ª Campanha, realizada em abril de 2015, apresentou média de 192,66 org/m<sup>3</sup>

registrados, com a menor densidade observada na Estação #11 (168,10 org/m<sup>3</sup>) e a maior observada na Estação #01 (255,36 org/m<sup>3</sup>). Na 4ª Campanha, observou-se menor média de 113,36 org/m<sup>3</sup> registrados, com mínima de 70,54 org/m<sup>3</sup> na Estação #01 (Controle) e máxima de 152,24 org/m<sup>3</sup> na Estação #06. A segunda maior densidade média foi registrada na 3ª Campanha com 381,17 org/m<sup>3</sup>, enquanto a média observada na 2ª Campanha foi de 288,5 org/m<sup>3</sup>. A 1ª Campanha também apresentou densidade média elevada em relação as demais campanhas com pouco mais de 325 org/m<sup>3</sup> registrados.

**Tabela VI.3.2.4-1** – Densidade do zooplâncton (org/m<sup>3</sup>) para cada estação amostral, da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.

Grupo	Táxons	P-57 #01	P-57 #05	P-57 #06	P-57 #07	P-57 #11	P-57 #12	P-57 #13
Polychaeta	Polychaeta	3,75	2,51	4,14	1,34	7,90	0,00	0,00
Copepoda	<i>Acartia</i> spp.	5,63	0,00	5,52	0,00	3,95	0,00	4,17
Copepoda	<i>Acartia lilljeborgi</i>	0,00	0,00	0,00	4,03	0,00	0,00	0,00
Copepoda	<i>Calanoides carinatus</i>	22,52	6,27	0,00	0,00	0,00	5,06	2,78
Copepoda	<i>Calanoides macrocarinatus</i>	5,63	0,00	2,76	2,69	2,63	2,53	0,00
Copepoda	<i>Calanoides</i> sp.	0,00	3,76	0,00	2,69	6,58	0,00	1,39
Copepoda	<i>Calanopia americana</i>	3,75	0,00	0,00	5,37	0,00	3,80	0,00
Copepoda	<i>Calanus simillimus</i>	0,00	5,02	2,76	0,00	0,00	0,00	0,00
Copepoda	<i>Calocalanus pavo</i>	0,00	0,00	5,52	6,72	2,63	2,53	2,78
Copepoda	<i>Calocalanus</i> spp.	5,63	3,76	0,00	0,00	10,54	0,00	8,34
Copepoda	<i>Candacia pachydactyla</i>	0,00	0,00	0,00	8,06	0,00	3,80	0,00
Copepoda	<i>Centropages bradyi</i>	7,51	1,25	1,38	2,69	0,00	3,80	2,78
Copepoda	<i>Corycaeus giesbrechti</i>	13,13	0,00	0,00	1,34	0,00	0,00	16,67
Copepoda	<i>Corycaeus lautus</i>	0,00	2,51	2,76	0,00	9,22	1,27	0,00
Copepoda	<i>Corycaeus ovalis</i>	22,52	13,80	0,00	2,69	2,63	13,92	9,72
Copepoda	<i>Corycaeus robustus</i>	0,00	0,00	4,14	0,00	10,54	0,00	0,00
Copepoda	<i>Corycaeus speciosus</i>	121,97	70,26	87,00	119,53	71,12	89,88	66,68
Copepoda	<i>Corycaeus typicus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	14,49	0,00	2,78
Copepoda	<i>Euterpina acutifrons</i>	0,00	0,00	15,19	0,00	0,00	3,80	11,11
Copepoda	<i>Farranula concinna</i>	3,75	0,00	2,76	0,00	2,63	15,19	0,00
Copepoda	<i>Farranula curta</i>	0,00	3,76	0,00	4,03	9,22	0,00	19,45
Copepoda	<i>Farranula gracilis</i>	5,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Copepoda	<i>Gaetanus minor</i>	0,00	2,51	4,14	0,00	0,00	2,53	2,78
Copepoda	<i>Haloptilus longicornis</i>	5,63	0,00	0,00	5,37	2,63	0,00	0,00
Copepoda	<i>Macrosetella gracilis</i>	0,00	3,76	19,33	2,69	14,49	0,00	4,17
Copepoda	<i>Mecynocera clausi</i>	7,51	0,00	0,00	1,34	7,90	3,80	0,00
Copepoda	<i>Mesaiokeras</i> sp.	0,00	8,78	2,76	0,00	0,00	0,00	9,72
Copepoda	<i>Microsetella norvegica</i>	3,75	1,25	0,00	2,69	0,00	8,86	1,39
Copepoda	<i>Microsetella rosea</i>	7,51	10,04	2,76	4,03	2,63	0,00	2,78
Copepoda	<i>Miracia efferata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	5,27	1,27	0,00

(continua)

Tabela VI.3.2.4-1 (continuação)

Grupo	Táxons	P-57 #01	P-57 #05	P-57 #06	P-57 #07	P-57 #11	P-57 #12	P-57 #13
Copepoda	<i>Nannocalanus minor</i>	3,75	0,00	0,00	2,69	0,00	0,00	0,00
Copepoda	Nauplios	41,28	31,36	16,57	21,49	23,71	26,58	9,72
Copepoda	<i>Neocalanus gracilis</i>	11,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Copepoda	<i>Neocalanus robustior</i>	0,00	1,25	0,00	4,03	0,00	5,06	0,00
Copepoda	<i>Oithona atlantica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63	0,00	0,00
Copepoda	<i>Oithona hebes</i>	13,13	0,00	1,38	0,00	0,00	2,53	0,00
Copepoda	<i>Oithona nana</i>	0,00	0,00	0,00	2,69	3,95	0,00	0,00
Copepoda	<i>Oithona plumifera</i>	3,75	2,51	2,76	8,06	0,00	0,00	0,00
Copepoda	<i>Oncaea</i> spp.	22,52	0,00	0,00	0,00	10,54	0,00	20,84
Copepoda	<i>Paracalanus aculeatus</i>	0,00	15,05	0,00	2,69	0,00	2,53	0,00
Copepoda	<i>Paracalanus</i> spp.	159,49	97,86	127,04	75,21	107,99	93,68	95,86
Copepoda	<i>Paraeucalanus langae</i>	0,00	0,00	0,00	9,40	0,00	0,00	0,00
Copepoda	<i>Parvocalanus scotti</i>	0,00	0,00	8,29	0,00	2,63	3,80	2,78
Copepoda	<i>Pleuromamma abdominalis</i>	0,00	2,51	15,19	1,34	0,00	6,33	0,00
Copepoda	<i>Pleuromamma gracilis</i>	0,00	0,00	2,76	1,34	0,00	0,00	0,00
Copepoda	<i>Pleuromamma piseki</i>	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	2,53	0,00
Copepoda	<i>Pontellopsis brevis</i>	0,00	0,00	0,00	2,69	0,00	0,00	0,00
Copepoda	<i>Pontellopsis</i> sp.	5,63	0,00	16,57	0,00	0,00	2,53	16,67
Copepoda	<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Copepoda	<i>Rhincalanus comutus</i>	3,75	0,00	0,00	2,69	0,00	1,27	2,78
Copepoda	<i>Rhincalanus nasutus</i>	0,00	0,00	4,14	1,34	0,00	7,60	0,00
Copepoda	<i>Sapphirina intestinalis</i>	0,00	0,00	1,38	0,00	0,00	2,53	4,17
Copepoda	<i>Scolecithrix danae</i>	0,00	2,51	0,00	2,69	0,00	0,00	2,78
Copepoda	<i>Spinocalanus horridus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63	0,00	0,00
Copepoda	<i>Subeucalanus subtenuis</i>	0,00	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Copepoda	<i>Temora stylifera</i>	13,13	0,00	0,00	29,55	14,49	21,52	31,95
Copepoda	<i>Temora turbinata</i>	22,52	13,80	0,00	2,69	3,95	0,00	2,78
Copepoda	<i>Undinula vulgaris</i>	3,75	0,00	2,76	9,40	0,00	0,00	0,00
Decapoda	Brachyura - Zoea	15,01	2,51	9,67	0,00	15,80	10,13	2,78
Decapoda	Porcellanidae	3,75	0,00	2,76	0,00	1,32	0,00	16,67
Decapoda	<i>Belzebub faxoni</i>	1,88	0,00	2,76	0,00	0,00	0,00	0,00
Decapoda	<i>Lucifer typus</i>	0,00	2,51	4,14	4,03	6,58	2,53	5,56
Decapoda	Caridea	9,38	0,00	11,05	2,69	9,22	0,00	0,00
Decapoda	<i>Alpheus</i> spp. (zoea)	0,00	1,25	1,38	0,00	1,32	0,00	2,78
Decapoda	Sergestidae	0,00	0,00	2,76	9,40	2,63	2,53	4,17
Decapoda	<i>Sergestes</i> spp. (zoea)	11,26	3,76	4,14	1,34	7,90	3,80	8,34
Decapoda	<i>Sergestes atlanticus</i> (protzoea)	3,75	0,00	2,76	0,00	0,00	2,53	2,78
Mysida	Mysida	13,13	13,80	4,14	2,69	15,80	13,92	9,72
Euphausiacea	Euphausiacea	0,00	2,51	0,00	2,69	0,00	2,53	2,78
Stomatopoda	Stomatopoda	3,75	0,00	2,76	0,00	5,27	0,00	4,17
Mollusca	Bivalvia	13,13	2,51	1,38	2,69	0,00	0,00	2,78
Mollusca	Gastropoda	22,52	17,56	11,05	14,77	28,97	18,99	29,17
Mollusca	Pteropoda	13,13	2,51	1,38	2,69	1,32	6,33	2,78

(continua)



Tabela VI.3.2.4-1 (conclusão)

Grupo	Táxons	P-57 #01	P-57 #05	P-57 #06	P-57 #07	P-57 #11	P-57 #12	P-57 #13
Cnidaria	Hydrozoa	3,75	5,02	2,76	2,69	2,63	2,53	0,00
Cnidaria	<i>Obelia</i> sp.	0,00	0,00	2,76	2,69	0,00	3,80	2,78
Cnidaria	Siphonophorae	0,00	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Echinodermata	Ophiuroidea	0,00	1,25	0,00	9,40	0,00	2,53	2,78
Bryozoa	Bryozoa	11,26	6,27	2,76	0,00	0,00	0,00	8,34
Chordata	<i>Oikopleura (Vexillaria) dioica</i>	3,75	0,00	2,76	6,72	14,49	8,86	19,45
Chordata	<i>Oikopleura (Coecaria) longicauda</i>	0,00	2,51	1,38	4,03	2,63	0,00	0,00
Chordata	<i>Fritillaria</i> sp.	22,52	15,05	0,00	0,00	0,00	0,00	2,78
Chaetognatha	<i>Flaccisagitta</i> spp.	9,38	0,00	2,76	6,72	0,00	2,53	2,78
Chaetognatha	<i>Parasagitta friderici</i>	15,01	0,00	0,00	0,00	9,22	0,00	0,00
Chaetognatha	<i>Parasagitta</i> spp.	26,27	27,60	22,09	24,17	32,92	20,25	23,62

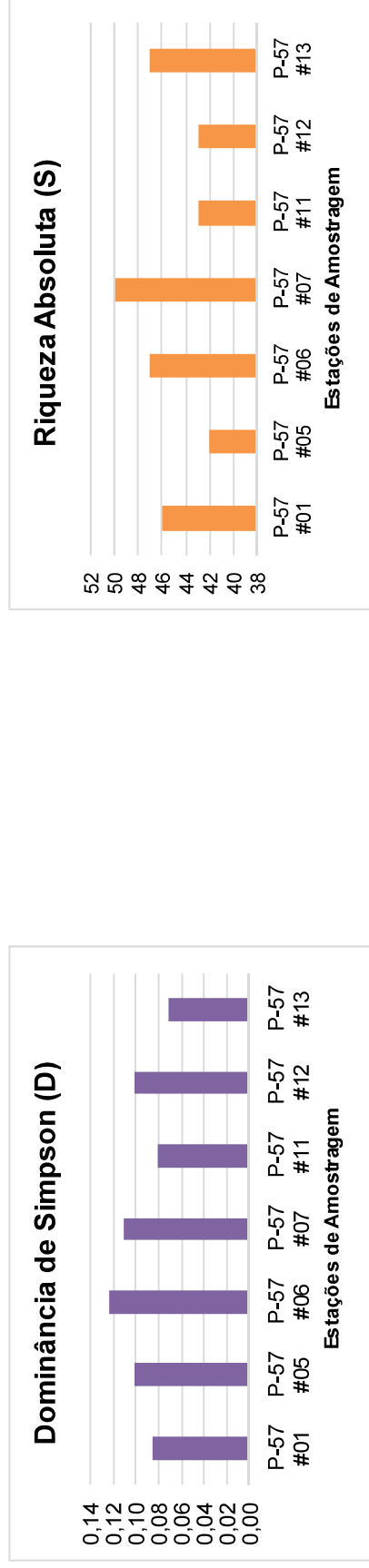
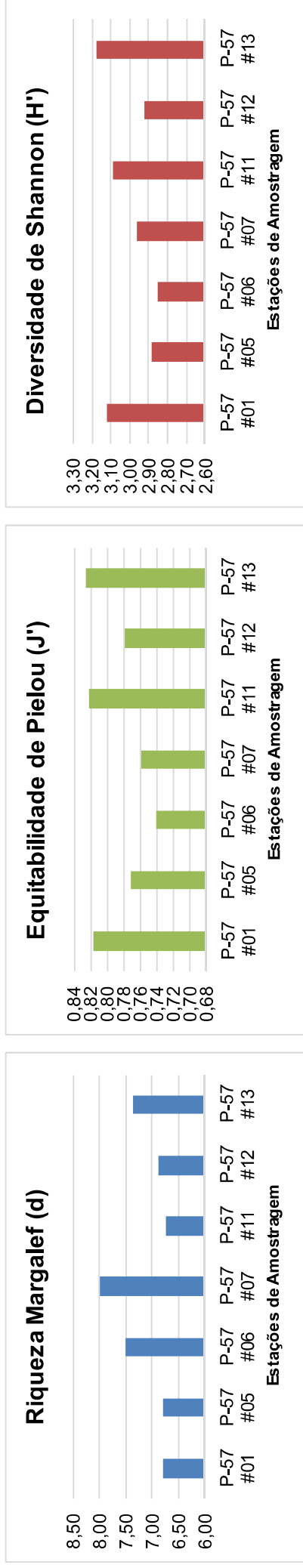
### VI.3.2.5 Índices Ecológicos do Zooplâncton

A comunidade zooplanctônica da região do entorno do FPSO apresentou diversidade média de 3,00 nats/ind. indicando alta diversidade entre as estações amostrais. O maior valor de diversidade foi observado na Estação #13 (3,18 nats/ind.) e a menor na Estação #06 (2,85 nats/ind.). A riqueza absoluta máxima de 50 categorias taxonômicas foi observada na Estação #07 e mínima de 42 categorias taxonômicas na Estação #05. A equitabilidade para a 9ª Campanha foi considerada alta, de maneira geral, variando entre 0,74 (Estação #06) e 0,83 (Estação #13), apresentando uma tendência à uniformidade na distribuição de taxa e baixa dominância de organismos entre as estações de coleta.

A riqueza de Margalef variou entre mínima observada na Estação #11 e máxima na Estação #07 (6,72 e 8,00, respectivamente). O cálculo da dominância de Simpson demonstrou pouca variação entre as estações e apresentou-se baixa de maneira geral com valores entre 0,07 e 0,12, indicando baixa dominância entre as estações amostrais para os organismos registrados (**Tabela VI.3.2.5-1 e Figura VI.3.2.5-1**).

**Tabela VI.3.2.5-1 – Índices ecológicos aplicados para comunidade zooplanctônica na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.**

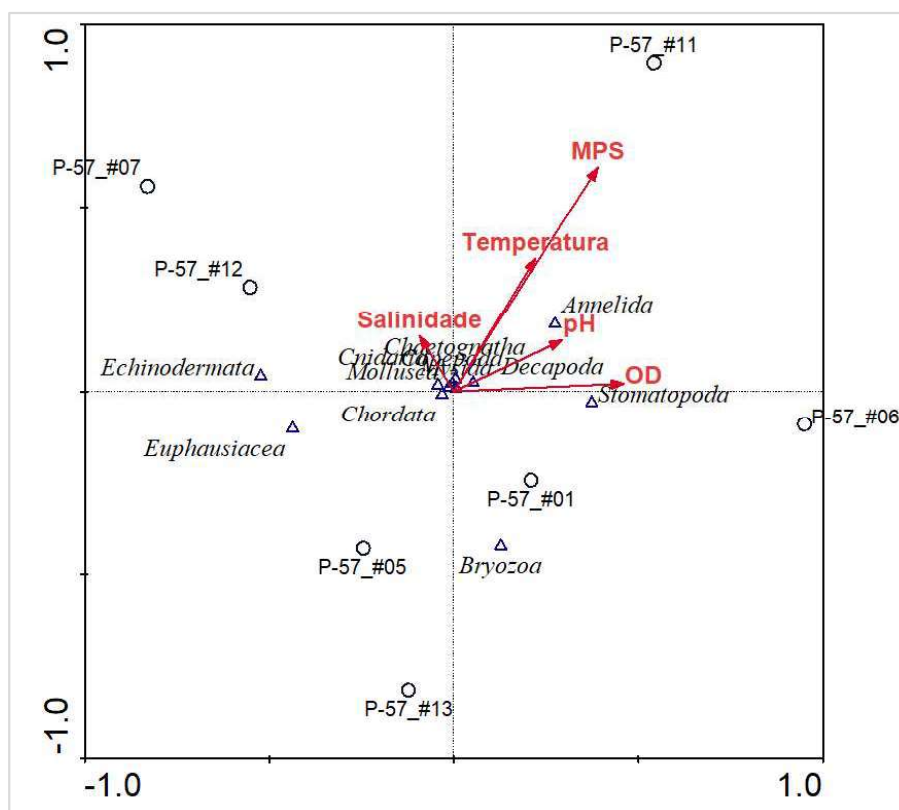
Índices Ecológicos	#01	#05	#06	#07	#11	#12	#13
Riqueza Margalef (d)	6,79	6,79	7,50	8,00	6,72	6,89	7,36
Diversidade de Shannon (H')	3,12	2,88	2,85	2,96	3,09	2,93	3,18
Equitabilidade de Pielou (J')	0,82	0,77	0,74	0,76	0,82	0,78	0,83
Dominância de Simpson (D)	0,09	0,10	0,12	0,11	0,08	0,10	0,07
Riqueza Absoluta (S)	46	42	47	50	43	43	47



**Figura VI.3.2.5-1 – Índices de Diversidade de Shannon, Riqueza de Margalef, Equitabilidade de Pielou e Dominância de Simpson para comunidade zooplancônica na 9ª de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.**

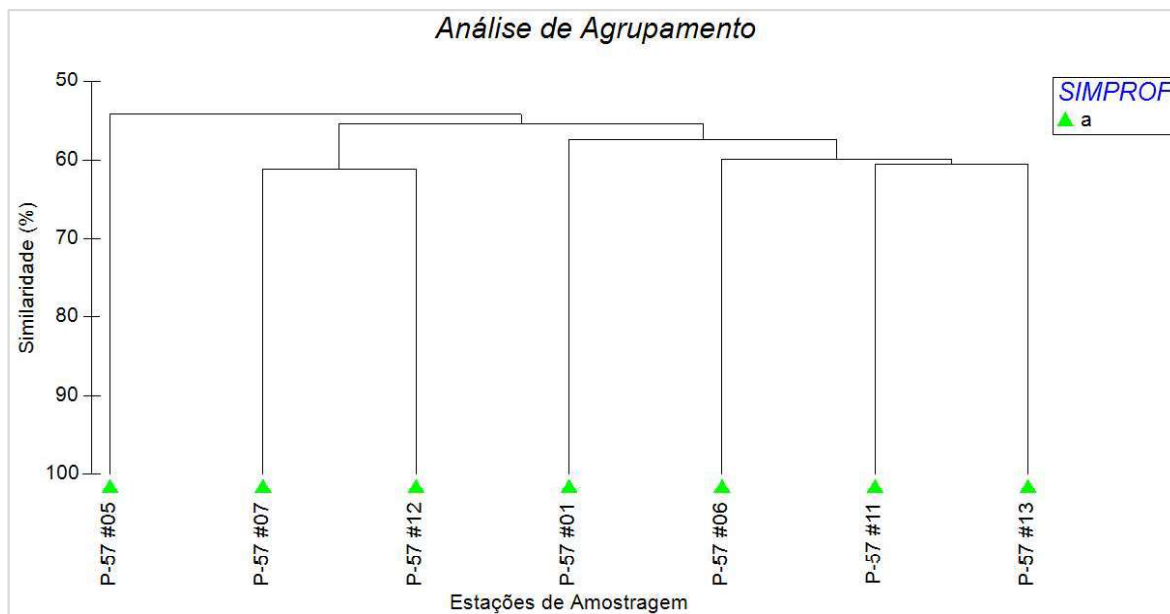
### VI.3.2.6 Análise Geral com Base na Estatística

A Análise de Correlação Canônica (CCA) não demonstrou correlação significativa entre a abundância dos grupos taxonômicos do zooplâncton e os parâmetros abióticos (Material Particulado em Suspensão, Carbono Orgânico Total, Oxigênio Dissolvido, Temperatura, Salinidade e pH) da ACTC na região do entorno do FPSO (**Figura VI.3.2.6-1**).



**Figura VI.3.2.6-1** – Análise de Correlação Canônica (CCA) realizada para a os Grupos táxonômicos na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO.

O resultado da Análise de Agrupamento (Cluster) baseado na matriz de composição e abundância para as estações de coleta, em que, a formação do grupo se dá em função da sua similaridade, indicou a formação de um grupo “a”, entre as estações amostrais (**Figura VI.3.2.6-2**).



**Figura VI.3.2.6-2** – Análise de Agrupamento (Cluster) realizado para todas as taxa identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento no entorno do FPSO.

O grupo “a” foi composto por todas as estações, com similaridade de 54,10%. A análise a posteriori de SIMPER indicou uma similaridade média de 56,18% entre as estações no grupo “a”. Os principais taxa responsáveis por esta similaridade foram *Paracalanus* spp. (9,18%), *Corycaeus speciosus* (8,78%), *Parasagitta* spp. (6,42%), Náuplios de Copepoda (5,88%), Gastropoda (5,70%), Mysida (4,00%) e *Sergestes* spp. (2,94%) (Tabela VI.3.2.6-1).

**Tabela VI.3.2.6-1** – Análise de SIMPER realizada referente à 9ª Campanha de Monitoramento do entorno da Unidade FPSO.

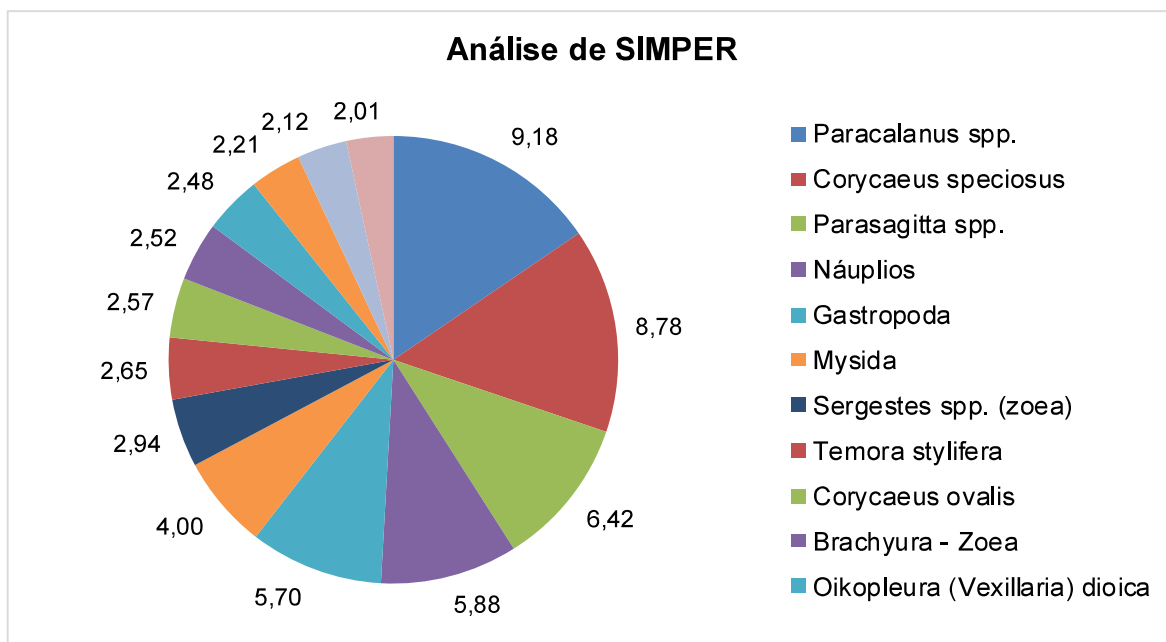
Taxa	Grupo a Abundância Média	Similaridade Média	Similaridade (D.P.)	Contribuição (%)	Cumulativa (%)
<i>Paracalanus</i> spp.	4,67	5,16	13,47	9,18	9,18
<i>Corycaeus speciosus</i>	4,48	4,93	13,51	8,78	17,96
<i>Parasagitta</i> spp.	3,26	3,61	14,32	6,42	24,38
Náuplios	3,16	3,30	6,38	5,88	30,26
Gastropoda	3,02	3,20	10,58	5,70	35,95
Mysida	2,31	2,25	3,35	4,00	39,95
<i>Sergestes</i> spp. (zoea)	1,79	1,65	3,49	2,94	42,90
<i>Temora stylifera</i>	2,20	1,49	0,91	2,65	45,54
<i>Corycaeus ovalis</i>	1,93	1,44	1,29	2,57	48,11

(continua)

Tabela VI.3.2.6-1 (continuação)

Taxa	Grupo a Abundância Média	Similaridade Média	Similaridade (D.P.)	Contribuição (%)	Cumulativa (%)
<i>Brachyura - Zoea</i>	1,85	1,41	1,33	2,52	50,63
<i>Oikopleura (Vexillaria) dioica</i>	1,85	1,40	1,38	2,48	53,11
Pteropoda	1,46	1,24	3,84	2,21	55,32
<i>Lucifer typus</i>	1,38	1,19	1,51	2,12	57,45
<i>Microsetella rosea</i>	1,44	1,13	1,48	2,01	59,45
Hydrozoa	1,22	1,07	1,53	1,91	61,36
<i>Macrosetella gracilis</i>	1,47	0,89	0,88	1,58	62,94
<i>Centropages bradyi</i>	1,15	0,84	1,43	1,50	64,44
<i>Temora turbinata</i>	1,44	0,79	0,87	1,41	65,86
<i>Calocalanus pavo</i>	1,11	0,74	0,91	1,32	67,17
Sergestidae	1,12	0,73	0,93	1,29	68,47
<i>Flaccisagitta</i> spp.	1,19	0,72	0,91	1,28	69,75
<i>Calanoides macrocarinatus</i>	1,01	0,69	0,93	1,22	70,97
Polychaeta	1,07	0,64	0,88	1,14	72,11
Bivalvia	1,06	0,59	0,90	1,06	73,17
Caridea	1,21	0,56	0,59	1,00	74,17
<i>Farranula curta</i>	1,22	0,56	0,61	1,00	75,17
<i>Calocalanus</i> spp.	1,16	0,55	0,61	0,99	76,16
<i>Pontellopsis</i> sp.	1,27	0,54	0,57	0,97	77,13
Bryozoa	1,15	0,54	0,60	0,95	78,09
<i>Microsetella norvegica</i>	0,98	0,54	0,88	0,95	79,04
<i>Calanoides carinatus</i>	1,18	0,51	0,60	0,91	79,95
Acartia spp.	1,00	0,51	0,62	0,90	80,86
<i>Parvocalanus scotti</i>	0,92	0,45	0,61	0,80	81,65
Stomatopoda	0,91	0,44	0,61	0,79	82,44
<i>Obelia</i> sp.	0,79	0,44	0,62	0,78	83,22
<i>Gaetanus minor</i>	0,78	0,44	0,62	0,78	84,00
Euphausiacea	0,74	0,43	0,62	0,77	84,77
<i>Oithona plumifera</i>	0,91	0,43	0,62	0,77	85,53
<i>Farranula concinna</i>	0,99	0,43	0,61	0,76	86,29
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	0,98	0,41	0,57	0,74	87,03
<i>Sergestes atlanticus</i> (protzoa)	0,78	0,41	0,62	0,72	87,75
<i>Mecynocera clausi</i>	0,96	0,41	0,57	0,72	88,47
<i>Oncaea</i> spp.	1,24	0,39	0,40	0,69	89,17
<i>Calanoides</i> sp.	0,82	0,38	0,59	0,67	89,84
<i>Corycaeus lautus</i>	0,82	0,37	0,60	0,65	90,49

Na **Figura VI.3.2.6-3**, está apresentada a porcentagem de contribuição dos taxa que tiveram contribuição maior que 2,0%, para a similaridade espacial.



**Figura VI.3.2.6-3** – Análise de SIMPER realizada para a 9ª Campanha de Monitoramento do entorno da Unidade FPSO.

### VI.3.3 Comunidade Ictioplanctônica

#### VI.3.3.1 Composição da Comunidade Ictioplanctônica

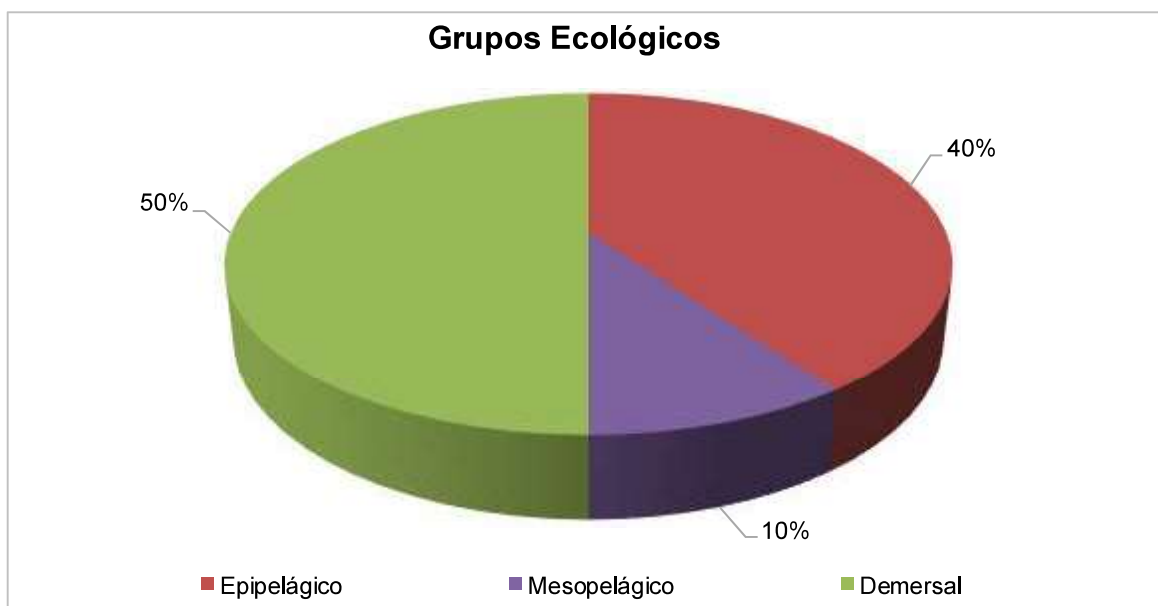
A composição taxonômica das larvas de peixe amostradas na área da Unidade de Produção FPSO P-57, durante a 9ª Campanha, compreendeu 20 famílias, 20 taxa e 01 táxon não identificado (**Tabela VI.3.3.1-1**).

**Tabela VI.3.3.1-1 – Taxa das famílias de larvas de peixes obtidas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.**

Phylum Chordata	
Subphylum Vertebrata	
Superclasse Gnathostomata	
Classe Actinopterygii	
Infraclasse Teleostei	
Balistidae	
	Balistidae
Carangidae	
	Carangidae
Dactylopteridae	
	Dactylopteridae
Ephippidae	
	Ephippidae
Fistulariidae	
	Fistulariidae
Gempylidae	
	Gempylidae
Haemulidae	
	Haemulidae
Labridae	
	Labridae
Lutjanidae	
	Lutjanidae
Malacanthidae	
	Malacanthidae
Monacanthidae	
	Monacanthidae
Mullidae	
	Mullidae
Muraenidae	
	Muraenidae
Notosudidae	
	Notosudidae
Priacanthidae	
	Priacanthidae
Scaridae	
	Scaridae
Scombridae	
	Scombridae
Scorpaenidae	
	Scorpaenidae
Serranidae	
	Serranidae
Synodontidae	
	Synodontidae
NI	
	Ni



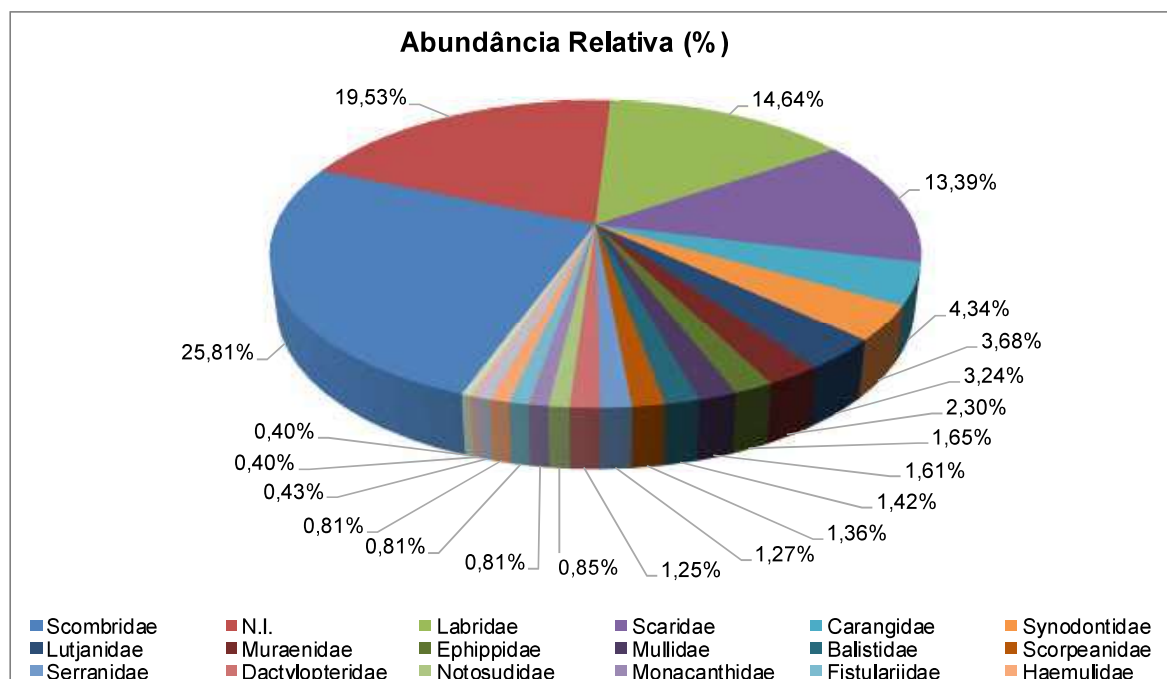
As famílias foram classificadas de acordo com as categorias de hábito de vida dos indivíduos adultos, sendo elas: epipelágico, mesopelágico e demersal. A categoria demersal foi a mais abundante, representando 50% do total de famílias identificadas. As categorias epipelágica e mesopelágica representaram 40% e 10%, respectivamente (**Figura VI.3.3.1-1**).



**Figura VI.3.3.1-1** – Porcentagem dos grupos ecológicos de larvas de peixes identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

### VI.3.3.2 Abundância do Ictioplâncton

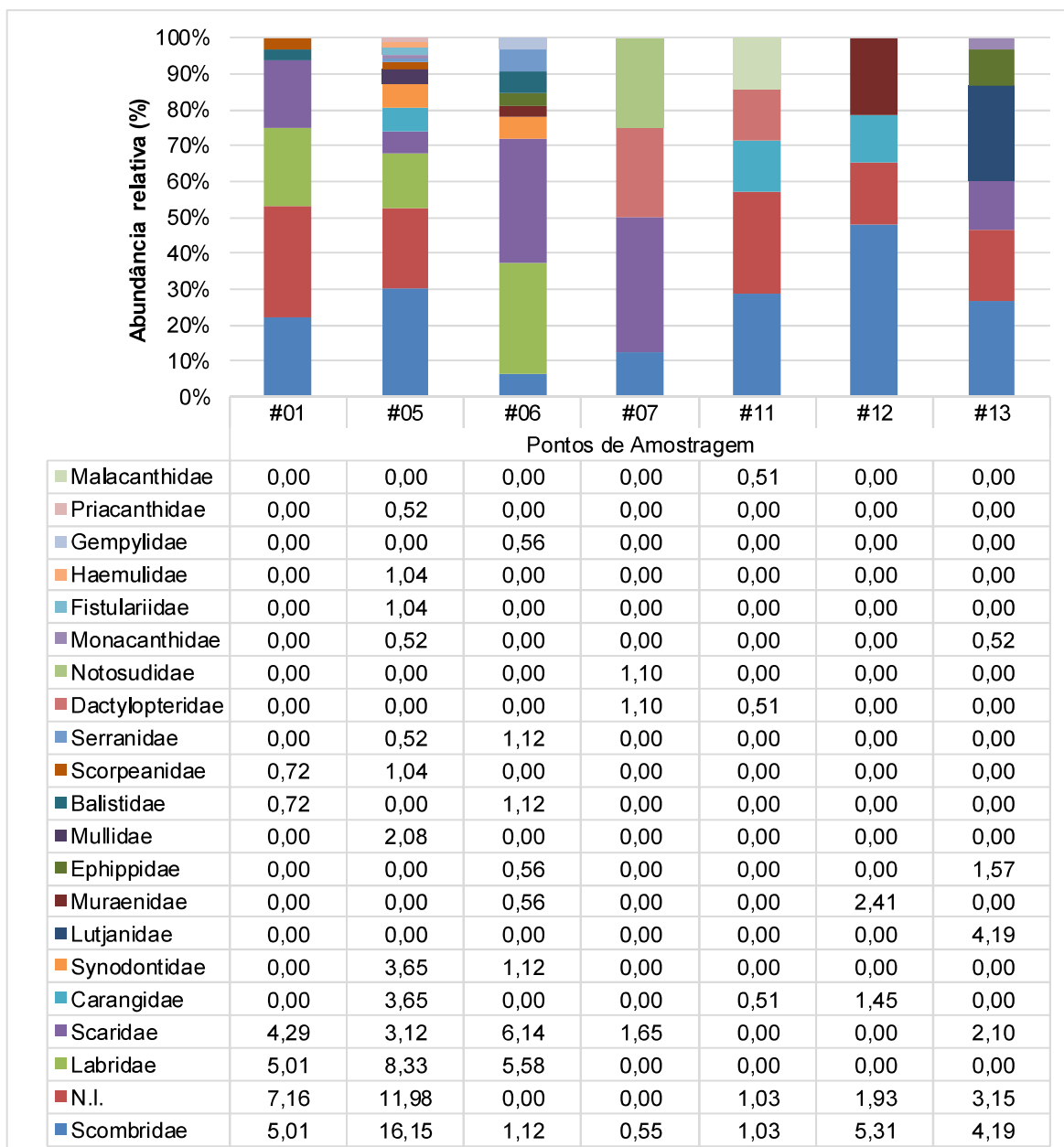
Durante esta campanha a família mais abundante foi Scombridae com 25,81% do total de larvas amostradas. As larvas não identificadas (N.I.) compreenderam 19,53% do total amostrado, abrangendo larvas danificadas pela pressão do arrasto e larvas em estágios ontogenéticos iniciais (embrionário, pré-flexão), apresentando escassez de caracteres taxonômicos no momento da análise, enquanto as larvas das famílias Labridae e Scaridae representaram 14,64% e 13,39%, respectivamente do total amostrado (**Figura VI.3.3.2-1**).



**Figura VI.3.3.2-1** – Abundância das famílias de larvas de peixes identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

A família Scombridae é compreendida por espécies epipelágicas que possuem adaptações morfológicas e fisiológicas de grande interesse científico (COLLETE *et al.*, 2001), além de possuir grande interesse econômico dentro da indústria alimentícia, estando diretamente relacionada com a elaboração de enlatados (RAMIREZ, 2015). Esta família apresenta espécies amplamente distribuída nas regiões marinhas tropicais e subtropicais. Mafalda *et al.* (2004) citam para a região da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste, que o ictioplâncton oceânico é caracterizado principalmente por famílias recifais, demersais e epipelágicas, corroborando os resultados obtidos na presente campanha.

A distribuição espacial das famílias mais abundantes entre as estações amostrais demonstrou que a família Scombridae foi dominante em abundância nas estações #05, #12 e #13, apresentando os valores de 30,1%, 47,8% e 26,7% da abundância relativa, respectivamente. A família Scaridae foi a mais abundante nas Estações #06 e #07, apresentando valores de abundância relativa de 34,4% e 37,5%, respectivamente. Os taxa classificados como “não identificados”, apresentaram maior abundância relativa na Estação #01 com 31,33%, enquanto na Estação #11 tanto a família Scombridae quanto os Ni foram dominantes, representando 28,6% da abundância relativa cada (**Figura VI.3.3.2-2**).

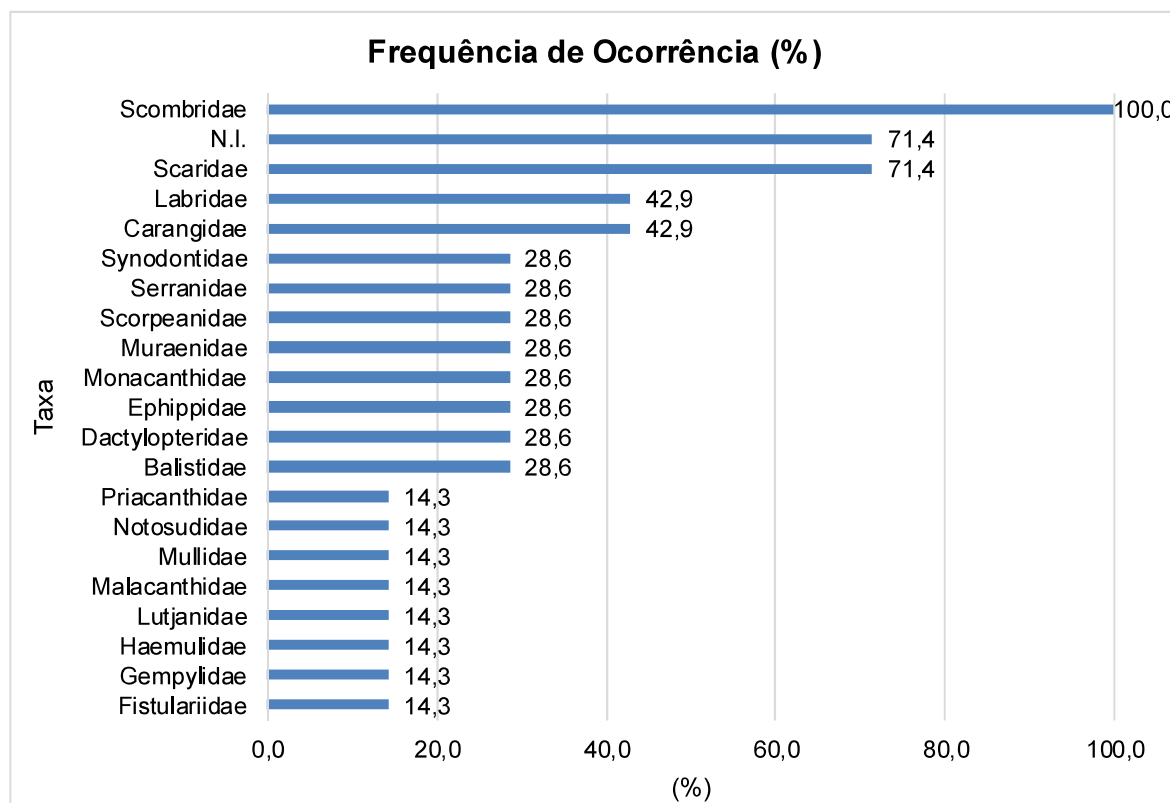


**Figura VI.3.3.2-2** – Distribuição das abundâncias relativas (AR%) das famílias de larvas de peixes obtidas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

### VI.3.3.3 Frequência de Ocorrência

Quanto à frequência de ocorrência (FO), apenas o táxon Scombridae apresentou o valor de 100% de frequência de ocorrência o que o caracteriza como muito frequente. A família Scaridae e as larvas não identificadas apresentaram 71,4% de frequência sendo classificada como frequente. As famílias Synodontidae, Serranidae, Scorpeanidae, Muraenidae, Monacanthidae, Ephippidae,

Dactylopteridae e Balistidae apresentaram a frequência de 28,6% estando classificados como pouco frequente. Os demais taxa obtiveram valor de 14,3% de frequência de ocorrência sendo caracterizados como esporádicos (Figura VI.3.3.3-1).



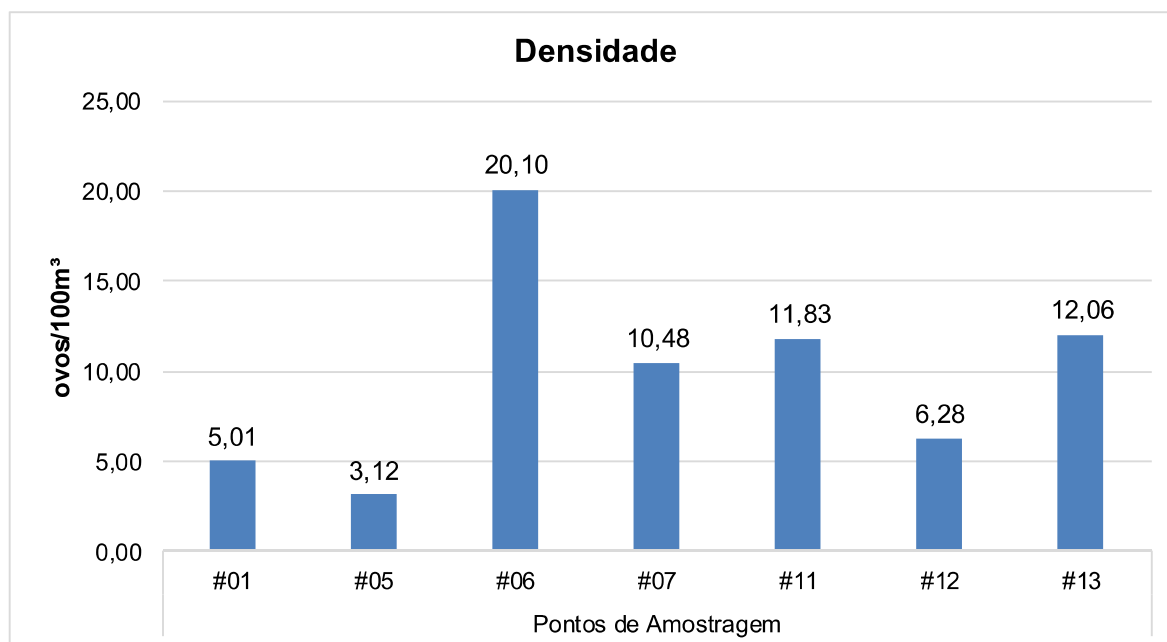
**Figura VI.3.3.3-1** – Frequências de ocorrência (FO %) das taxa de larvas de peixes obtidas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P- 57.

### VI.3.3.4 Densidade de Organismos

Na 9ª Campanha de monitoramento do FPSO P-57, foi amostrado um total de 127 ovos e 235 larvas de peixes. Para os ovos, foi registrada densidade média de 9,84 ovos/100m<sup>3</sup>, com o menor valor ocorrendo na Estação #05 (3,12 ovos/100m<sup>3</sup>) e a maior densidade na Estação #06 (20,10 ovos/100m<sup>3</sup>) (Figura VI.3.3.4-1).

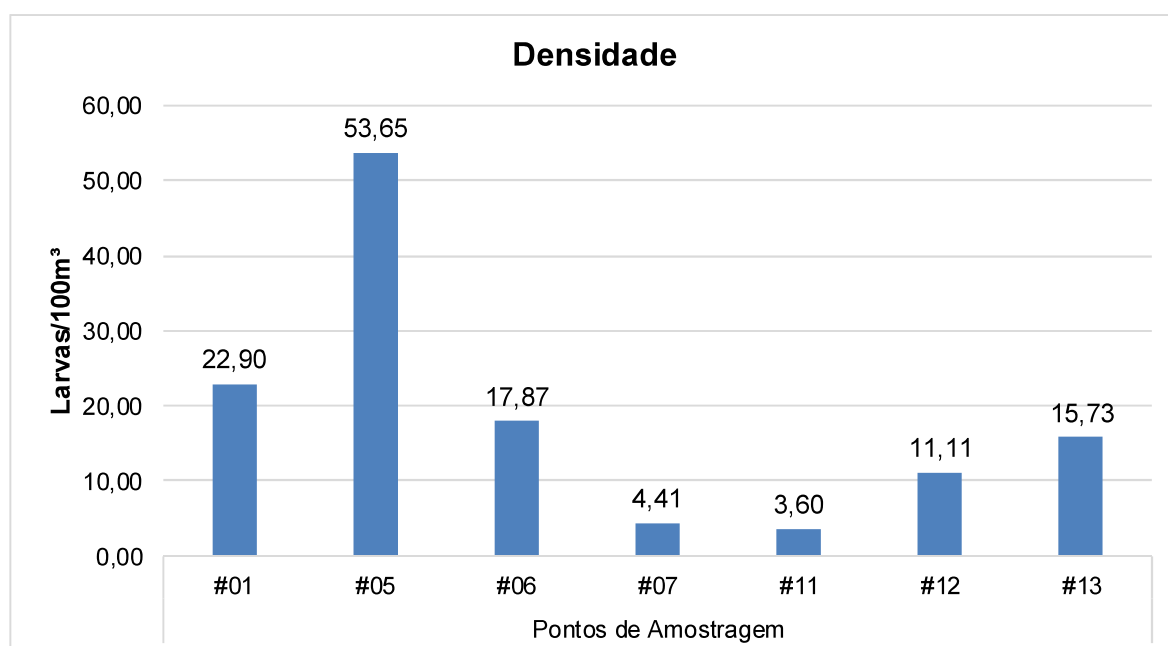
A densidade média de ovos de peixes coletados nesta campanha foi inferior à média relatada para a campanha anterior (17,95 ovos/100m<sup>3</sup>) e também a 7ª Campanha (12,91 ovos/100m<sup>3</sup>), no entanto, foi superior à média registrada na 6ª

Campanha (5,82 ovos/100m<sup>3</sup>). Contudo, foi considerada baixa em relação à 3ª Campanha (63,86 ovos/100m<sup>3</sup>).



**Figura VI.3.3.4-1** – Distribuição das densidades de ovos de peixes (nº/100 m<sup>3</sup>) obtidos na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

Com relação à amostragem de larvas, a densidade média encontrada nesta campanha foi de 18,47 larvas/100m<sup>3</sup> sendo que os valores máximos e mínimos ocorreram na Estação #05 (53,65 larvas/100m<sup>3</sup>) e #11 (3,60 larvas/100m<sup>3</sup>), respectivamente (**Figura VI.3.3.4-2**). A densidade média registrada na atual campanha foi próxima à registrada na campanha anterior (18,10 larvas/100m<sup>3</sup>) e superior à registrada na 7ª Campanha (4,50 larvas/100m<sup>3</sup>). De acordo com Franco e Muelbert (2003), em um estudo conduzido na costa sul do Brasil, encontraram valores de densidade de ovos variando entre 0,80 ovos/100 m<sup>3</sup> e 103,00 ovos/100m<sup>3</sup> e densidade de larvas variando entre 5,99 larvas/100m<sup>3</sup> e 39,32 larvas/100m<sup>3</sup>.

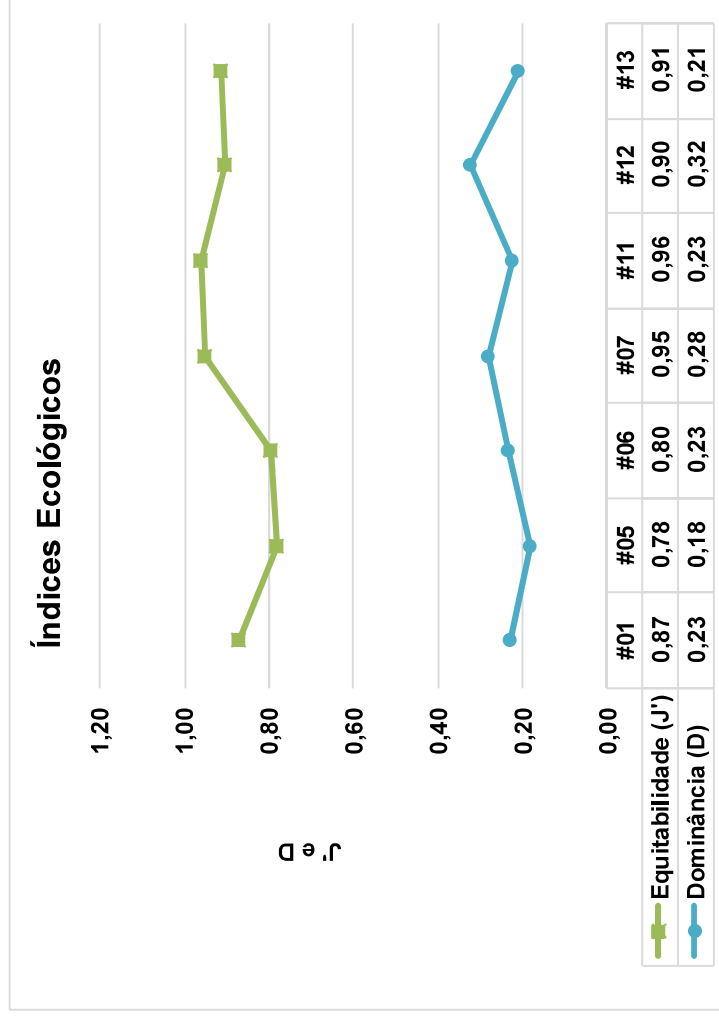
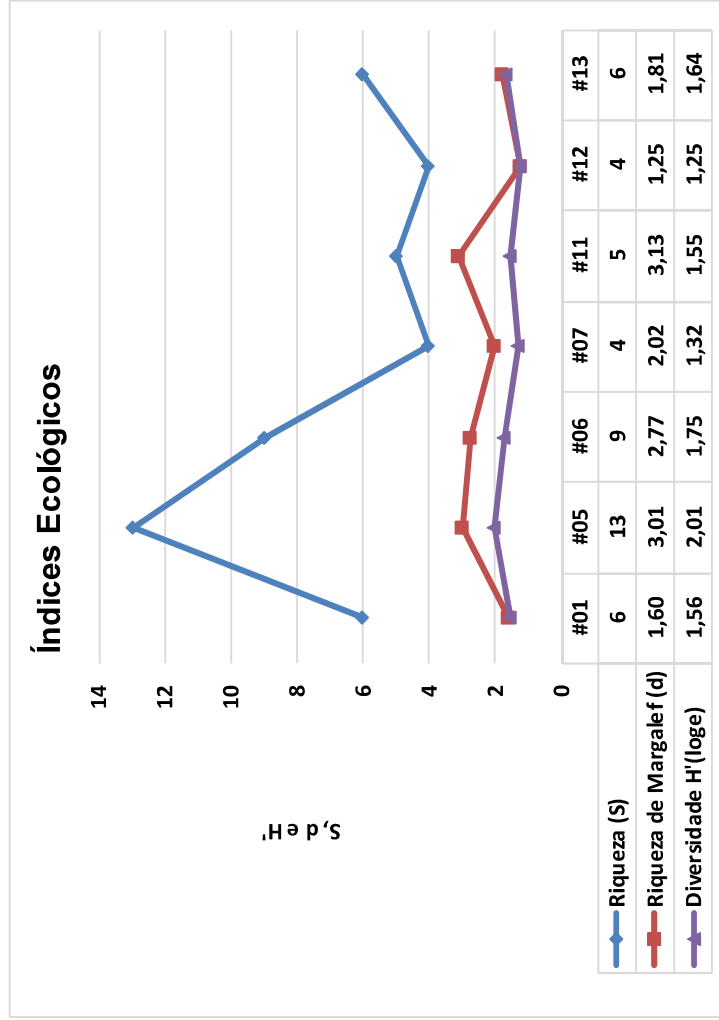


**Figura VI.3.3.4-2** – Distribuição das densidades de larvas de peixes obtidas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

### VI.3.3.5 Índices Ecológicos do Ictioplâncton

A riqueza absoluta (S), que aponta o número de categorias taxonômicas (famílias) presentes em cada amostra, variou entre 4 (Estação #07 e #12) e 13 (Estação #05). O índice de riqueza de Margalef (d) foi menor na Estação #12 (1,25) e maior na Estação #11 (3,13). O índice de diversidade de Shannon (H') apresentou valor mínimo de 1,25 nats/ind na Estação #12 e máximo de 2,01 nats/ind na Estação #05. O índice de equitabilidade, ou uniformidade, apresentou valor mínimo na Estação #05 (0,78) e máximo na Estação #11 (0,96), enquanto o índice de dominância, oposto à uniformidade, foi mínimo na Estação #05 (0,18) e máximo na Estação #12 (0,32) (**Figura VI.3.3.5-1 e Tabela VI.3.3.5-1** – Valores dos índices de riqueza de Margalef, diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou, Riqueza absoluta e dominância de Simpson, para as larvas de peixes identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.).

De maneira geral, foi observada uma condição de baixa dominância e alta uniformidade nas estações de amostragem.



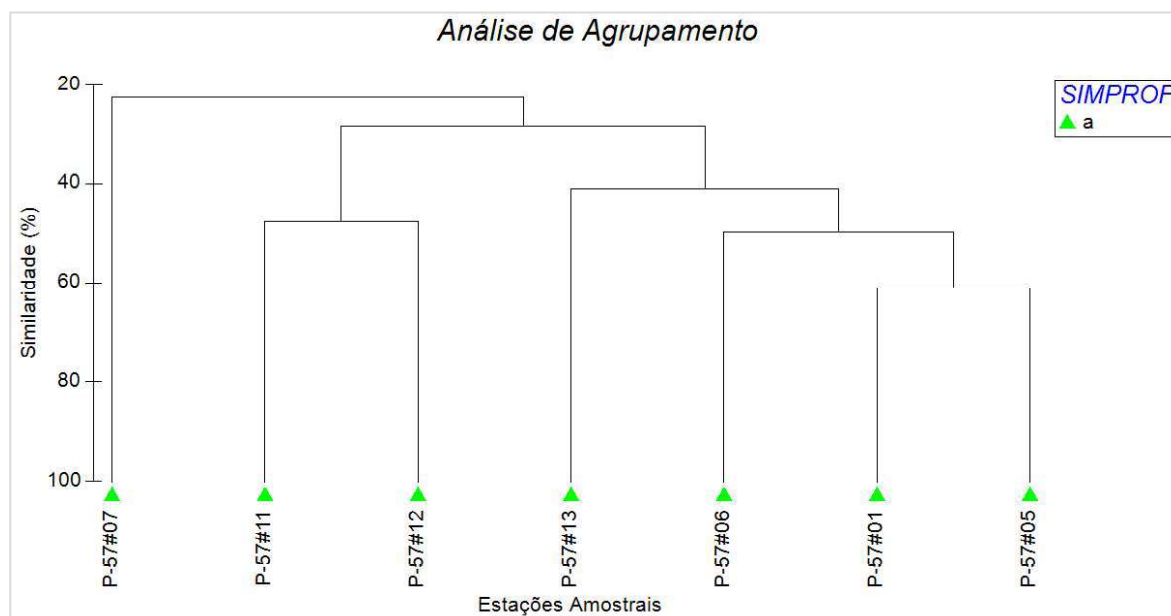
**Figura VI.3.3.5-1 – Distribuição dos índices de riqueza de Margalef (d), diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J') e dominância de Simpson (D) e riqueza (S), para as larvas de peixes identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.**

**Tabela VI.3.3.5-1** – Valores dos índices de riqueza de Margalef, diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou, Riqueza absoluta e dominância de Simpson, para as larvas de peixes identificadas na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

Estações de Amostragem	Riqueza (S)	Riqueza de Margalef (d)	Equitabilidade (J')	Diversidade H'(loge)	Dominância (D)
#01	6	1,60	0,87	1,56	0,23
#05	13	3,01	0,78	2,01	0,18
#06	9	2,77	0,80	1,75	0,23
#07	4	2,02	0,95	1,32	0,28
#11	5	3,12	0,96	1,55	0,22
#12	4	1,25	0,90	1,25	0,32
#13	6	1,81	0,91	1,64	0,21

### VI.3.3.6 Análise Geral com Base na Estatística

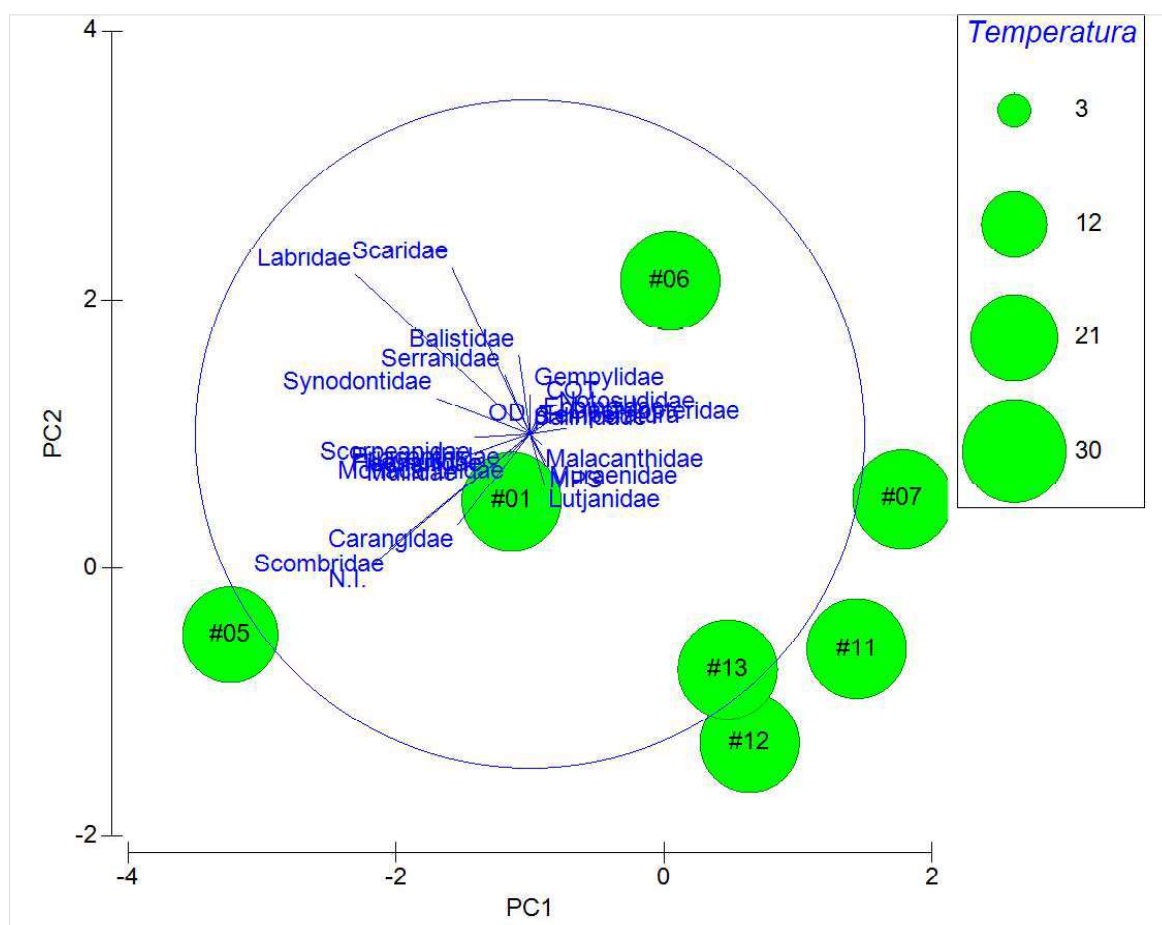
A partir da análise de agrupamento aplicando o teste de SIMPROF, foi evidenciado a formação de apenas um grupo na área de estudo (a), indicando a similaridade espacial acima de 22,42% com diferença não significativa pelo teste SIMPROF ( $p=0,762$ ). Este resultado sugere a similaridade entre as características oceanográficas no entorno do FPSO P-57 (**Figura VI.3.3.6-1**).



**Figura VI.3.3.6-1** – Análise de agrupamento (Cluster) para as estações amostrais da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.



A análise de componentes principais (PCA) demonstrou baixa correlação dos parâmetros físico-químicos (acima da termoclina) com a comunidade ictioplanctônica amostrada. Na atual campanha não foram evidenciadas correlações entre dados bióticos e abióticos, na **Figura VI.3.3.6-2** é possível verificar a ausência de correlação com ênfase na temperatura, uma vez que a mesma apresentou pouca variação em seus valores entre as estações de amostragem (25,5 °C a 27,88 °C). Os demais parâmetros abióticos também apresentaram pouca variação entre as estações de amostragem. A PCA indicou 49,3% de variação na PC1 e 22,4% na PC2. A abundância da família Labridae foi a variável que apresentou o maior coeficiente de correlação (negativa) com a PC1 (-0,521), enquanto a PC2 esteve mais correlacionada (de maneira positiva) com a família Scaridae (0,499). Tal resultado corrobora a similaridade espacial verificada na análise de agrupamento.



**Figura VI.3.3.6-2** – Análise de componentes principais entre os dados abióticos e as densidades de ovos e larvas de peixes obtidos na 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57.

## VII SÍNTESE AMBIENTAL

A análise integrada foi desenvolvida com base nos dados obtidos por meio da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental Marinho do entorno da Unidade de Produção FPSO P-57 realizada em fevereiro de 2020. Os resultados foram obtidos a partir da integração dos dados de qualidade de água (físico-químicos), massa de água (CTD) e biota aquática, englobando fitoplâncton, zooplâncton e ictioplâncton.

As distribuições espaciais dos dados de temperatura, salinidade e densidade, obtidos com a utilização do CTD até a profundidade de 200 metros, indicaram a presença da Corrente do Brasil (CB) na região. A CB é uma corrente de contorno oeste que fecha o Giro Subtropical do Atlântico Sul e transporta as massas de água para sul. A partir dos índices termohalinos obtidos para a região, foram identificadas as seguintes massas de água: Água Tropical (AT) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Essas massas de água são típicas da CB, e suas distribuições verticais estão associadas com fenômenos meteoceanográficos e de mesoescalas (vórtices ciclônicos e meandramentos) atuantes na região (VALENTIN *et al.*, 2007). Os dados de temperatura e salinidade obtidos para a 9ª Campanha, bem como a suas distribuições verticais, estão de acordo com os valores encontrados por Valentin *et al.* (2007) para a região, corroborando com os resultados obtidos.

De maneira geral, os resultados referentes à análise dos parâmetros físico-químicos da água (Oxigênio Dissolvido, Nitrato, Nitrito, Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal, Material Particulado em Suspensão, Carbono Orgânico Total, Sulfetos, Fenóis e Hidrocarbonetos) atendem aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 para águas salinas Classe 1, quando aplicável, e foram próximos aos resultados encontrados em regiões com características similares à monitorada, tanto em relação às literaturas técnico científicas quanto em relação às campanhas anteriores.

O parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), medido através do CTD, apresentou concentrações entre 6,17 mg/L e 6,62 mg/L, sendo que, todos os valores estiveram acima da concentração mínima estabelecida pela Resolução CONAMA n° 357/05 para águas salinas classe I (6,00 mg/L).

Os nutrientes Fósforo, Nitrito, Nitrato e o Nitrogênio Amoniacal apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação para cada parâmetro (0,02 mg/L, 0,007 mg/L, 0,10 mg/L e 0,05 mg/L, respectivamente). Este resultado foi similar às

campanhas anteriores, em que estes nutrientes apresentaram baixas concentrações ou valores menores que o limite de quantificação.

Observou-se que as concentrações de Material Particulado em Suspensão (MPS) variaram entre 0,30 mg/L e 9,65 mg/L. Os valores registrados para este parâmetro na atual campanha foram similares aos encontrados na maioria das campanhas anteriores (1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 6). Em relação ao perfil vertical dos valores de MPS, não foi possível identificar correlação entre as concentrações deste parâmetro e as profundidades amostradas e as estações localizadas a diferentes distâncias do FPSO P-57. Os valores de MPS registrados na atual campanha foram condizentes com as concentrações encontradas em outros estudos realizados no entorno de plataformas na Bacia de Campos e na Bacia do Espírito Santo.

Para COT os resultados apresentados foram de 0,50 mg/L a 3,23 mg/L, sendo todos enquadrados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (3,00 mg/L - Águas Salinas Classe 1), exceto pelo resultado de 3,23 mg/L, que pode ser considerado um *outlier*, visto que todos os demais resultados estiveram abaixo do limite estabelecido pela legislação. Desta forma, a presença de carbono orgânico pode estar associada à processos biológicos que podem por sua vez interferir nas concentrações de carbono orgânico no ambiente marinho.

Os parâmetros Sulfeto e Fenóis não apresentaram concentrações quantificáveis na atual campanha. Com exceção da 1ª Campanha, em que foram registrados valores quantificáveis de Fenóis entre 0,001 e 0,003 mg/L, nas campanhas anteriores estes parâmetros também não apresentaram concentrações acima do limite de quantificação, e estiveram abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas salinas classe I.

A avaliação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP), grupo BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno), Mistura Complexa Não Resolvida (MCNR) e n-alcanos para a investigação da ocorrência dos parâmetros relacionados à contaminação por petróleo, evidenciou que todas as amostras apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação (0,005 µg/L para HPA e 1,00 µg/L para os demais). Este resultado foi semelhante ao encontrado nas sete campanhas anteriores. Concentrações acima dos limites de quantificação foram detectadas para alguns parâmetros de hidrocarbonetos na 1ª e 2ª Campanha de Monitoramento do FPSO P-57.

O pH variou entre 7,09 e 8,10, o que conseqüentemente o enquadrando nos limites estipulados pela mesma resolução, entre 6,50 e 8,50 para todas as amostras analisadas.

As análises de toxicidade indicaram que as amostras (100%) não apresentaram toxicidade aguda ou crônica.

Não foi detectada concentração de Clorofila *a* acima do limite de quantificação (0,01 µg/L) nas amostras analisadas na atual campanha. Em campanhas anteriores, este parâmetro também apresentou concentrações baixas, típicas de regiões oceânicas com águas oligotróficas.

Os resultados obtidos para a 9ª campanha, de Monitoramento Ambiental do entorno do FPSO P-57, indicam que os táxons são comuns em regiões oceânicas e recorrentes desse monitoramento. Além disso, não foram encontradas espécies raras, exóticas, endêmicas ou em processo de extinção.

As classes Bacillariophyceae e Dinophyceae foram dominantes em riqueza de espécies enquanto a fração do nanoplâncton apresentou as maiores densidades. Esse resultado é similar ao observado nas campanhas anteriores.

Em relação às comparações espaciais, não foram notadas variações horizontalmente, entre as estações de amostragem. No entanto, ao se comparar as diferentes profundidades de amostragem, os valores de densidade foram significativamente superiores na superfície, com relação à todas as amostras realizadas a 50 m de profundidade e abaixo. As amostragens a 40 m de profundidade e na ACTC também apresentaram densidade significativamente superior em relação às amostragens realizadas em maiores profundidades. A heterogeneidade vertical na distribuição do fitoplâncton é descrita na bibliografia e está associada a disponibilidade de nutrientes, termoclina, luminosidade entre outros fatores físicos e químicos.

Quanto aos índices ecológicos, estes não apresentaram variação entre as estações amostrais da área de estudo. A riqueza, equitabilidade e a diversidade foram superiores nas camadas acima da termoclina variando significativamente entre as profundidades de amostragem.

Na atual campanha, a análise de agrupamento indicou uma similaridade espacial entre as estações de amostragem, sendo que os principais taxa responsáveis por este resultado foram *Paracalanus* spp. e *Corycaeus speciosus*.

A análise de correspondência canônica não evidenciou correlações significativas entre o zooplâncton e os parâmetros de qualidade da água na atual

campanha, sendo assim, corroborando com a similaridade espacial da comunidade na atual amostragem.

A riqueza de taxa apresentou-se de acordo com a literatura para ambientes oceânicos e costeiros do Brasil. Em relação à diversidade, esta variou de moderada a alta. A equitabilidade registrou valor médio de 0,79 e indicou homogeneidade na distribuição dos taxa em todas as estações de amostragem. De forma geral, compreende-se, a partir da análise dos resultados obtidos na atual campanha, que a comunidade foi caracterizada tipicamente por organismos de regiões oceânicas, sendo a composição desta dominada por Copepoda. Com exceção da espécie *Temora turbinata*, que apesar de caracterizado como exótico, já está bastante descrito e estabelecido em ambientes costeiros do Brasil, não foram encontradas espécies raras, exóticas ou em processo de extinção.

Nesta campanha, a comunidade do icteoplâncton foi representada em 20 taxa identificados e uma fração não identificada. A classificação em categorias ecológicas das famílias identificadas demonstrou que a categoria demersal foi a mais representativa, agrupando 50% do total de famílias identificadas.

Os índices ecológicos da comunidade icteoplânctônica, por meio dos seus componentes (riqueza, equitabilidade, dominância e diversidade), indicam valores de diversidade variando de baixa a moderada, com taxa bem distribuídos em abundância entre os pontos de monitoramento, sendo esses resultados esperados para comunidade em questão em áreas oligotróficas.

De maneira geral, a densidade do icteoplâncton pode ser influenciada por diversos fatores abióticos. A temperatura pode ser um dos principais fatores que influenciam a distribuição e abundância de algumas larvas de peixes (CASTRO, 2006). Além disso, Lopes (2006) verificou forte relação entre os padrões de distribuição do icteoplâncton e as zonas de misturas entre massas d'água.

Larvas e pós larvas são limitadas em seus movimentos, o icteoplâncton está sujeito às massas de água e correntes marinhas (MAFALDA Jr. *et al.*, 2004). Na atual campanha, os parâmetros ambientais abióticos não apresentaram correlação com a distribuição dos organismos, sendo assim, é possível que a alta densidade observada na Estação #05 esteja vinculada à movimentação reprodutiva de indivíduos adultos.

Variações temporais para comunidade em questão são esperadas, pois o grupo icteoplâncton apresenta grande variabilidade reprodutiva, as quais são

determinadas por fatores bióticos e abióticos variáveis entre as diferentes espécies, como a temperatura. Não foram notadas variações espaciais significativas para comunidade em questão na atual campanha, tal fato pode estar relacionado à maior estabilidade dos fatores ambientais em águas oceânicas oligotróficas.

A variabilidade nos valores de densidade de ovos e larvas descrita pode estar relacionada a diversos fatores, como a época em que foi conduzida a amostragem, taxa de mortalidade das larvas na área oceânica, dentre outros. Assim, ressalta-se que a sazonalidade na composição taxonômica é de suma importância para a avaliação dessa comunidade.

## VIII CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório apresentou os resultados da 9ª Campanha de Monitoramento Ambiental da Unidade de Produção FPSO P-57 visando avaliar as respostas ambientais frente à presença e operação da Unidade. Para tanto, foram avaliados parâmetros físicos, químicos e biológicos da massa d'água no entorno da Unidade FPSO P-57, além de avaliar possíveis efeitos adversos relacionados à produção de hidrocarbonetos. Destaca-se que os resultados apresentados neste relatório possibilitaram descrever o quadro ambiental local no período do monitoramento.

A partir das considerações realizadas neste Relatório de Monitoramento, observa-se que, de maneira geral, os resultados obtidos na avaliação das comunidades biológicas, da qualidade de água e das massas de água da região analisada foram condizentes com os valores e parâmetros encontrados em ambientes marinhos oceânicos da costa brasileira e/ou podem indicar a ocorrência de algum fenômeno meteoceanográfico que influenciou os valores encontrados, a exemplo da variação da profundidade de interface das massas d'água encontrada nas campanhas de monitoramento, não evidenciando, com as informações obtidas nesta campanha, qualquer efeito adverso significativo que possa ser vinculado à operação do FPSO P-57.

Ressalta-se que não foram registrados efeito tóxico (crônico e agudo) nas amostras de água do mar analisadas no presente monitoramento, o que por sua vez não indicou correlação da toxicidade das amostras com os parâmetros contaminantes analisados, visto que os mesmos estiveram abaixo do limite de quantificação.

## IX REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARIÑO, A. Siphonophorae. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed). **Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. INIDEP, Mar del Plata, p. 383-441. 1981.

BALECH, E. **Los Dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental**. Madrid, Instituto Español de Oceanografía (Publicaciones especiales), nº 1, 310 p. 1988

BOSCHI, E. E. Larvas de Crustacea Decapoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed). **Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. INIDEP, Mar del Plata, p. 699-758.1981.

BJÖRNBERG, T. K. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental**. Mar del Plata: INIDEP, p. 587-679. 1981.

BOLTOVSKOY, D. **Atlas del zooplancton el Atlántico sudoccidental y metodos de trabajos con el zooplancton mariño**. Mar del Plata, INIDEP, 936p. 1981.

BOLTOVSKOY, D. **South Atlantic Zooplankton**. Leiden, Backhuys Publishers, 1706p. 1999.

BONECKER, S. L. C.; CARVALHO, P. F. Appendicularia. In: BONECKER, S. L. C. **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Séries Livros / Documentos REVIZEE Score Central. Rio de Janeiro, p.185-202. 2006.

BOUILLON, J. Hydromedusae. In: BOLTOVSKOY, D. (Eds.). **South Atlantic Zooplankton**. Brachuys Publishers, Leiden, pp. 385–465. 1999.



BRADFORD-GRIEVE, J. M.; MARKHASEVA, E. L.; ROCHA, C. E. F.; ABIAHY, B. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **South Atlantic zooplankton. Leiden: Backhuys Publishers**, p. 869-1098. 1999.

BRAINERD, K. E.; GREGG, M. C. Surface mixed and mixing layer depths. **Deep Sea Research Part I**, v. 42, n. 9, p.1521-1543, 1995.

BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. **Planctologia na plataforma continental do Brasil. Diagnose e revisão bibliográfica**. Rio de Janeiro, MMA-CIRM-FEMAR, 196p. 1997.

CAMPOS, E.; GODOI, S. S.; IKEDA, Y.; NONATO, L. V.; GONÇALVES, J.E. Summertime thermohaline structure off the Brazil Current region between Santos (SP) and Rio de Janeiro (RJ). **Brazilian journal of oceanography**, v. 42, n.1-2, p. 1-18, 1994.

CAMPOS, E.; VELHOTE, D.; SILVEIRA, I. Shelf break upwelling driven by Brazil current cyclonic meanders. **Geophysical Research Letters**, v. 27, n.6, 2000.

CASANOVA, J. P. Chaetognatha. In: BOLTOVSKOY, D. (Eds.). **South Atlantic Zooplankton**. Backhuys Publishers, Leiden, p. 1352-1374, 1999.

CASPEL, M. R.; MATA, M. M.; CIRANO, M. Sobre a relação TS na porção central do Atlântico Sudoeste: uma contribuição para o estudo da variabilidade oceânica no entorno da cadeia Vitória-Trindade. **Atlântica, Rio Grande**, v. 32, n. 1, p.95-110, 2010.

CASTRO, M. S. **Variação especial e temporal das larvas de peixes ao norte e ao sul do Banco de Abrolhos e no entorno da Cadeia Vitória-Trindade**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 89 p. 2006.

CAVALCANTI, E. A. H.; LARRZÁBAL, M. E. L. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica –

REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia**. 21(3): 467-475. 2004.

CHRETIENNOT-DINET, M. J. **Atlas du phytoplankton marin. Volume III**. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris. 1990.

COLLETTE, B. B.; REEB, C.; BLOCK, B. A. Systematics of the tunas and mackerels (Scombridae). **Fish physiology**, v. 19, p. 1-33, 2001.

ESNAL, G. B. Appendicularia. In: BOLTOVSKOY, D. (Eds.). **South Atlantic Zooplankton**. Brachhuys Publishers, Leiden, p. 1375-1399. 1999.

EVANS, D. L.; SIGNORINI, S. R. & MÍRANDA, L. B. 1983. A note on the transport of the Brazil Current. **J. Phys. Oceanogr.**, 13(9):1732-1738.

FAHAY, M. P. **Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf**. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 1983.

FRANCO, B. C.; MUELBERT, J. H. Distribuição e composição do ictioplâncton na quebra de plataforma do Sul do Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, 25(1): 75-86. 2003.

FRASER, J. **Nature adrift**. London. 1962.

FRONTIER, S. **Diseño de muestreos**. In: Boltovskoy, D. ed. **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino**. Mar del Plata, INIDEP. 103-108. 1981.

GABARDO, I. T. **Caracterização química e toxicológica da água produzida descartada em plataformas de óleo de gás na costa brasileira e seu comportamento dispersivo no mar**. Natal, UFRN, 2007. 250p. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

GUSMÃO, L. M. O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; SILVA, T. A.; SILVA, A. P.; PORTO-NETO, F. F.; MOURA, M. C. O. **Zooplâncton oceânico entre os Estados do Ceará e Pernambuco-Brasil**. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife*, 25: 17-30. 1997.

INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM - ITIS. Disponível em: <<http://www.itis.gov/>>. Acesso em: 17 out. de 2018.

KARA, A. B.; ROCHFORD, P. A.; HURLBURT, H. E. Mixed layer depth variability over the global ocean. **Journal of Geophysical Research**, v. 108, n. C3, p. 3079, 2003.

LEIS, J. M.; RENNIS, D. S. **The Larvae of Indo-Pacific Coral Reef Fishes**. New South Wales University Press, Sydney, Australia; University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii, in association with The Australian Museum. 1983.

LEIS, J. M.; TRNSKI, T. **The larvae of indo-pacific shorefishes, a companion volume to the larvae of Indo-Pacific Coral Reef Fishes**. University of Hawaii Press, Honolulu in association with The Australian Museum, 1989.

LOPES, C. L. **Variação espaço-temporal do ictioplâncton e condições oceanográficas na região de Cabo Frio (RJ)**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Inst. Oceanográfico, 209 p. 2006.

MAFALDA, P. O. Jr.; SINQUE, C.; MUELBERT, J. H.; SOUZA, C. S. Distribuição e abundância do ictioplâncton na costa norte da Bahia, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife. 32:(1) 69-88. 2004.

MARAZZO, A.; MACHADO, C. F.; NOGUEIRA, C. S. R. Notes on feeding of Chaetognatha in Guanabara Bay, Brazil. **Journal of Plankton Research**. Oxford, 19:819-828. 1997.

MATTOS, R. A. **Avaliação da geostrofia do sistema Corrente do Brasil ao largo de Cabo Frio (23° S)**. São Paulo: USP, 2003. 45p. Monografia (Graduação)

– Curso de Bacharelado em Física, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MIRANDA, L. B. Forma de correlação T-S de massa de água das regiões costeira e oceânica entre o Cabo de São Tomé (RJ) e a Ilha de São Sebastião (SP), Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 33, n. 2, p.105-119, 1985.

MOSER, G. **Early stages of fishes in the California Current Region, Cal.** COFI ATLAS SERIES N°33, Allen Press, USA, 1505p. 1996.

NELSON, J. S. **Fishes of the World**. Department of Biological Sciences, University of Alberta. 601p. 2006.

NEWELL, G. H.; NEWELL, R. C. **Marine plankton: a practical guide**. London, Hutchinson Educat, 221p. 1963.

ODUM, E. P. **Ecologia**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1977.

OLIVAR, M. P.; FORTUÑO, J. M. Guide to ichthyoplankton of the Southeast Atlantic (Benguela Current Region). **Sci. Mar.**, 55(1):1-383. 1991.

OMORI, M.; IKEDA, T. **Methods in marine zooplankton ecology**. Wiley-Interscience Publication, New York. 331p. 1984.

PARK, Y. H.; CHARRIAUD, E.; RUIZ PINO, D.; JEANDEL, C. Seasonal and interannual variability of the mixed layer properties and steric height at station Kerfix, southwest of Kerguelen. **Journal of Marine Research**, v. 17, p. 571–586, 1998.

PARSONS, T. R.; MAITA, Y.; LALLI, C. M. **A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis**. Pergamon Press, 173 p. 1984.

PEARRE JR., S. Feeding by Chaetognatha: The Relation of Prey size to predator size in several species. **Mar. Ecol. Prog. Ser. Berlin**, vol.3: 125-134, 1980.

PEDROSA, P.; PARANHOS, R.; SUZUKI, M. S.; ANDRADE, L.; SILVEIRA, I. C. A.; SCHMIDT, A. C. K. S.; FALCÃO, A. P.; LAVRADO, H. P.; REZENDE, C. E. Hidroquímica de massas d'água oceânicas em regiões da margem continental brasileira, Bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Geochemica Brasiliensis**, 20(1)101-119, p. 101-119, 2006.

PETROBRAS. **Projeto de Caracterização Ambiental Regional da Bacia do Espírito Santo e parte Norte da Bacia de Campos (PCR-ES)**. Vitória, dezembro de 2015.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. New York, Wiley, 385p. 1977.

PIERROT-BULTS, A.C., NAIR, V.R.R., 1991. **Distribution patterns in Chaetognatha**. In: Bone, Q., Kapp, H., Pierrot-Bults, A.C. (Eds.), **The Biology of Chaetognaths**. Oxford University Press, Oxford, New York, pp. 86–116.

RAMIREZ, Z. R. S. **Análise da composição e distribuição geográfica dos atuns da costa brasileira** (Perciformes: Scombridae: Thunnini). 2015.

RAST, W.; HOLLAND, M.; RYDING, S. **Eutrophication management framework for the policy-maker**. MAB digest. UNESCO, Paris, 83 p., 1989.

RICARD, M. **Atlas du phytoplankton marin. Volume II**. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris. 1987.

RICHARDS, W. J. **Early Stages of Atlantic Fishes. An Identification Guide for the Western Central North Atlantic**. CRC / Taylor e Francis. 2 v. 2640p. 2006.

ROHLF, F. J.; FISHER, D. L. Test for hierarchical structure in random data sets. **Systematic Zoology**, v. 17, p. 407–412. 1968.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; AGUJARO, L. F.; CARVALHO, M. C.; CARVALHO, L. R.; SOUZA, R. C. R. **Manual ilustrado para identificação e**

**contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras.**

Rio de Janeiro: Interciência. 2006.

SEMPÉRÉ\*, C. PANAGIOTOPOULOS, R. LAFONT, B. MARRONI, F. VAN WAMBEK. Total organic carbon dynamics in the Aegean Sea. **Journal of Marine Systems**. 33–34. P. 355 – 364. 2002.

SHANNON, C. E.; W. WEAVER. **The mathematical theory of communication**. Urbana Univ. Press Illinois ed.: 117p. 1949.

SIGNORINI, S. R.; MIRANDA, L. B.; EVANS, D. L.; STEVENSON, M. R.; INOSTROZA, H. M. V. Corrente do Brasil: estrutura térmica entre 19° e 25°S e circulação geostrofica. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 37, n. 1, p. 33-49, 1989.

SILVA, A. C.; ARAUJO, M.; MEDEIROS, C.; SILVA, M.; BOURLES, B. Seasonal changes in the mixed and barrier layers in the western equatorial Atlantic. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 53, n. 3, p. 83–98, 2005.

SILVEIRA, I. C. A.; SCHMIDT, A. C. K.; CAMPOS, E. J. D.; GODOI, S. S.; IKEDA, Y. A Corrente do Brasil ao largo da Costa Leste Brasileira. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 48, n. 2, p.171-183, 2000.

SOURNIA, A. **Atlas du phytoplankton marin. Volume I**. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris. 1986.

SPRINTALL, J.; TOMCZAK, M. Evidence of the barrier layer in the surface layer of the Tropics, **Journal of Geophysical Research**, v. 97, p.7305–7316, 1992.

TENENBAUM, D. R.; GOMES, E. A. T.; GUIMARÃES, G. P. **Microorganismos Planctônicos: Pico, Nano e Micro**. In: VALENTIN, J.L. (Org.). Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ). 1 ed. Brasília: Ideal Gráfica e Editora, 2007.

TOMAS, C. R.; HASLE G. R.; SYVERTSEN, E. E.; STEIDINGER, K. A.; TANGEN, K.; THRONDSSEN, J.; HEIMDAL, B. R. **Identifying Marine Phytoplankton**, Academic Press. 1997.

UEHLINGER, V. **Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique**. Arch. Sci., n. 17(2), p.121-123. 1964.

UTHERMÖHL, H. **Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik**. Mitt. Int. Ver. Theor. Argew. Limnol., 9: 1-38. 1958.

VALENTIN, J. L.; PARANHOS, R.; FARO, B. C. M. T.; GONZALES, A. S. M. Massas d'água. In: VALENTIN, JL. (Ed.) **Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ)**. Brasília: Ideal Gráfica e Editora. (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central). P.125-140. 2007.

WASHINGTON, H. G. Diversity, biotic and similarity indices. **Water Research**. v. 18, p. 653–694. 1984.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological analysis**. Philadelphia. W. B. Saunders Company, 357p. 1979.

WORLD REGISTER OF MARINE SPECIES – WoRMS. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

YAMAJI, I. **Illustrations of the marine plankton of Japan**. Osaka. Hoikusha Publishing CO. 1966

## X EQUIPE TÉCNICA

O Anexo X-1 e Anexo X-2 encontram-se as Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) e os Cadastros Técnicos Federais (CTF).

<b>Empresa</b>	Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A.
<b>CNPJ</b>	10.550.896/0001-36
<b>Registro Profissional:</b>	CREA-ES 10463
<b>Registro Profissional:</b>	CRBio/02 1738
<b>Cadastro Técnico Federal - IBAMA:</b>	3684796
<b>CTEA – IEMA:</b>	45385670

<b>Profissional</b>	Fabício Resende Fonseca
<b>Empresa</b>	Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A.
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	599690
<b>Responsabilidade</b>	Coordenação Geral

<b>Profissional</b>	Gelcílio Coutinho Barros Filho
<b>Empresa</b>	Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A.
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	-
<b>Responsabilidade</b>	Oceanógrafo - M.Sc. Engenharia Ambiental

<b>Profissional</b>	Gabriela de Almeida Bernardo
<b>Empresa</b>	Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A.
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	N.A.
<b>Responsabilidade</b>	Oceanógrafa - M.Sc. Geologia e Geofísica Marinha



<b>Profissional</b>	Isabela Fadini Castiglioni
<b>Empresa</b>	Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A.
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA ES-233105/D
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	5509062
<b>Responsabilidade</b>	Coordenação Técnica

<b>Profissional</b>	Thaís Nunes Coutinho
<b>Empresa</b>	Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A.
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	N.A.
<b>Responsabilidade</b>	Controle de qualidade à bordo

<b>Profissional</b>	André Zorzanelli Marçal
<b>Empresa</b>	Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A.
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	N.A.
<b>Responsabilidade</b>	Controle de qualidade à bordo

<b>Profissional</b>	Lynda Barbara Dalmazio Selvatici
<b>Empresa</b>	Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A.
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	7575995
<b>Responsabilidade</b>	Elaboração do documento

<b>Profissional</b>	Égon Henrique Moreira Delabrida
<b>Empresa</b>	Control Ambiental Sustentabilidade e Meio Ambiente S.A.
<b>Responsabilidade</b>	Diagramação
<b>Qualificação Profissional</b>	Técnico em Rádio e Televisão