

**Índice Geral**

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. JUSTIFICATIVA.....	1
2. ÁREA DE ESTUDO.....	1
3. OBJETIVOS E METAS.....	3
4. MÉTODOS.....	3
4.1 MALHA AMOSTRAL.....	4
4.2 PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM.....	6
<b>4.2.1 COMPARTIMENTO SEDIMENTO: PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS E COMUNIDADE BENTÔNICA (MEIOFAUNA E MACROFAUNA)</b> .....	6
<b>4.2.2 COMPARTIMENTO ÁGUA: PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS</b> .....	9
<b>4.2.3 COMUNIDADES PLANCTÔNICAS</b> .....	12
<b>4.2.4 INSPEÇÃO VISUAL DE FUNDO</b> .....	14
4.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE.....	17
<b>4.3.1 QUALIDADE DO SEDIMENTO</b> .....	17
<b>4.3.2 COMUNIDADE BENTÔNICA (MEIOFAUNA E MACROFAUNA)</b> .....	18
<b>4.3.3 QUALIDADE DA ÁGUA</b> .....	19
<b>4.3.4 COMUNIDADES PLANCTÔNICAS</b> .....	20
5. RESULTADOS.....	22
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO.....	22
<b>5.1.1 GRANULOMETRIA E CARBONATOS</b> .....	22
<b>5.1.2 MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL E CARBONO ORGÂNICO TOTAL</b> .....	25
<b>5.1.3 NUTRIENTES (NITROGÊNIO E FÓSFORO)</b> .....	27
<b>5.1.4 METAIS</b> .....	28
<b>5.1.5 HIDROCARBONETOS</b> .....	33
<b>5.1.6 BIOMARCADORES</b> .....	35
<b>5.1.7 RADIONUCLÍDEOS</b> .....	42
5.2 MACROFAUNA BENTÔNICA.....	43
<b>5.2.1 ANÁLISE QUALITATIVA</b> .....	44
<b>5.2.2 ANÁLISE QUANTITATIVA</b> .....	46
<b>5.2.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS</b> .....	48
5.3 MEIOFAUNA BENTÔNICA.....	50
<b>5.3.1 ANÁLISE QUALITATIVA</b> .....	50
<b>5.3.2 ANÁLISE QUANTITATIVA</b> .....	52

5.3.3	<b>ÍNDICES BIOLÓGICOS</b>	55
5.4	INSPEÇÃO VISUAL DE FUNDO	58
5.5	CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA	60
5.5.1	<b>TEMPERATURA, SALINIDADE E DENSIDADE DA ÁGUA</b>	60
5.5.2	<b>OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PH</b>	67
5.5.3	<b>TRANSPARÊNCIA</b>	69
5.5.4	<b>SÓLIDOS TOTAIS, DISSOLVIDOS E EM SUSPENSÃO</b>	70
5.5.6	<b>NUTRIENTES (SÉRIE NITROGENADA, FOSFATO E SILICATO)</b>	72
5.5.7	<b>CLOROFILA-a</b>	75
5.5.8	<b>SULFETOS</b>	77
5.5.9	<b>HIDROCARBONETOS, BTEX E FENÓIS</b>	77
5.6	CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS	78
5.6.1	<b>FITOPLÂNCTON</b>	78
5.6.2	<b>ZOOPLÂNCTON</b>	86
5.6.3	<b>ICTIOPLÂNCTON</b>	95
5.7	ANÁLISE INTEGRADA	104
5.7.1	<b>COMPARTIMENTO SEDIMENTO</b>	104
5.7.2	<b>COMPARTIMENTO ÁGUA</b>	106
6	CONCLUSÃO	109
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
8	EQUIPE TÉCNICA	126



<b>ÍNDICE DE TABELAS</b>	<b>Página</b>
<b>TABELA 1 – Localização das estações de coleta para a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>5</b>
<b>TABELA 2 – Parâmetros analisados, tipo de frascos, conservação e preservação de amostras de sedimento e laboratórios responsáveis pelas análises, durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>8</b>
<b>TABELA 3 – Sequência de lançamentos e eventos relacionados à coleta de sedimento durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>9</b>
<b>TABELA 4 – Profundidades de coleta de água para a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>10</b>
<b>TABELA 5 – Parâmetros e métodos de campo para Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>11</b>
<b>TABELA 6 – Sequência de lançamentos e eventos relacionados à coleta de água durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>12</b>
<b>TABELA 7 – Sequência de arrastos do zooplâncton e lctioplâncton realizados durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>14</b>
<b>TABELA 8 – Coordenadas executadas durante operação de inspeção de fundo do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>16</b>
<b>TABELA 9 – Métodos analíticos e seus respectivos limites de quantificação empregados para análise de amostras de sedimento durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>17</b>
<b>TABELA 10 – Métodos analíticos e seus respectivos limites de quantificação empregados para análise de amostras de água durante a Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>20</b>
<b>TABELA 11 – Listagem do código dos morfotipos identificados para individualizar os organismos do microfitoplâncton de acordo com a forma e maior dimensão celular.</b>	<b>21</b>
<b>TABELA 12 – Composição granulométrica (%) das estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>24</b>
<b>TABELA 13 – Comparação de teores de Carbonato (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>25</b>
<b>TABELA 14 – Matéria orgânica total e carbono orgânico total (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>26</b>
<b>TABELA 15 – Nutrientes (Nitrogênio Kjeldahl e Fósforo Total) (mg.kg-1) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>28</b>
<b>TABELA 16 – Resumo das concentrações de metais encontradas no sedimento durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>29</b>
<b>Tabela 17 – Códigos das razões entre biomarcadores orgânicos identificados no sedimento marinho durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>36</b>
<b>TABELA 18 – Biomarcadores orgânicos (terpanos e esteranos) e razões entre os compostos no sedimento marinho durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>38</b>



<b>TABELA 19 – 226Ra e 228Ra (Bq.kg<sup>-1</sup>) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>43</b>
<b>TABELA 20 – Valores de 226Ra/Ba e 228Ra/Ba durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>43</b>
<b>TABELA 21 – Valores de densidade (ind.m<sup>-2</sup>) dos táxons da macrofauna bentônica mais abundantes da caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>47</b>
<b>TABELA 22 – Densidade por grupo e total (ind.m<sup>-2</sup>) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>48</b>
<b>TABELA 23 – Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica de cada amostra durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>49</b>
<b>TABELA 24 – Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade meiobentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>52</b>
<b>TABELA 25 - Valores de densidade (Ind.10 cm<sup>-2</sup>) da caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>53</b>
<b>TABELA 26 - Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica em cada amostra durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>55</b>
<b>TABELA 27 – Caracterização das principais massas d'água através da comparação entre os limites termohalinos e as profundidades encontrados no presente estudo com aqueles da literatura existente para a região oceânica da Bacia de Santos.</b>	<b>64</b>
<b>TABELA 28 - Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade microfitoplânctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>81</b>
<b>TABELA 29 – Os 10 táxons mais frequentes da comunidade microfitoplânctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>81</b>
<b>TABELA 30 - Valores de densidade (cel.L-1) do nanoplâncton e do microfitoplâncton durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>82</b>
<b>TABELA 31 - Valores de densidade (cel.L-1) do microfitoplâncton durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>85</b>
<b>TABELA 32 - Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade zooplânctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>89</b>
<b>TABELA 33 – Táxons mais frequentes (100%) da comunidade zooplânctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>89</b>
<b>TABELA 34 – Táxons mais abundantes da comunidade zooplânctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>92</b>
<b>TABELA 35 – Frequência de ocorrência dos táxons de larvas de peixes nas estações coletadas com as malhas de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>98</b>
<b>TABELA 36 - Táxons de larvas de peixes muito frequentes (FO&gt;70%) nas amostras coletadas com as malhas de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>98</b>
<b>TABELA 37 – Densidade média (larvas.100 m-3) dos táxons de larvas de</b>	<b>101</b>



<b>peixes mais abundantes coletados durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	
<b>TABELA 38 – Códigos para identificação das variáveis utilizadas nas análises multivariadas de integração dos resultados observados no sedimento marinho.</b>	<b>104</b>
<b>TABELA 39 - Variáveis abióticas e bióticas e respectivas abreviaturas utilizadas na análise integrado compartimento água.</b>	<b>106</b>
<b>TABELA 40 – Responsabilidade técnica.</b>	<b>126</b>

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>		<b>Página</b>
<b>FIGURA 1 – Localização do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>2</b>
<b>FIGURA 2 – Embarcação NP Seward Johnson utilizada na Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>4</b>
<b>FIGURA 3 – Malha amostral das estações de coleta (sedimento e água) e de inspeção de fundo, executada durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>5</b>
<b>FIGURA 4 – A) Lançamento do boxcorer; B e C) Exemplos de subamostragens de parâmetros físico-químicos; D) Exemplo de congelamento das amostras destinadas às análises de granulometria, COT, MOT e carbonatos. Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>7</b>
<b>FIGURA 5 – Procedimentos de coleta de sedimento para análise da comunidade bentônica bentônica (macro e meiofauna).</b>		<b>8</b>
<b>FIGURA 6 – A) Sistema Rosette; B) CTD (Conductivity, temperature and depth); C) Subamostragens de água nas diferentes profundidades; D) Disco de Secchi. Campanha de caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>10</b>
<b>FIGURA 7 – A) Medições in situ de pH e OD; B, C e D) Filtração destinada às análises de clorofila e MPS. Campanha de caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>11</b>
<b>FIGURA 8 – Procedimentos de amostragem de plâncton (zoo e ictioplâncton). Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>13</b>
<b>FIGURA 9 – A) Lançamento da dropcam; B) Desenho amostral empregado nas estações do Bloco Sul de Gato do Mato.</b>		<b>15</b>
<b>FIGURA 10 – Composição granulométrica média (%) das estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>23</b>
<b>FIGURA 11 – Carbonato médio (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>25</b>
<b>FIGURA 12 – Matéria orgânica total e carbono orgânico total médios (%) nas estações amostradas na caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>26</b>
<b>FIGURA 13 – Nutrientes (Nitrogênio Kjeldahl e Fósforo Total) (médias mg.kg-1) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>27</b>
<b>FIGURA 14 - Concentrações de metais médias (Al, Mn) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>30</b>
<b>FIGURA 15 - Concentrações de metais médias (Pb, Ni, Cu e Cr) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>31</b>
<b>FIGURA 16 - Concentrações de metais médias (V, Zn, Ba) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>32</b>
<b>FIGURA 17 - Concentrações de metais (Fe) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>33</b>
<b>Figura 18 – Perfil cromatográfico da amostra 3C analisada durante a caracterização ambiental da Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.</b>		<b>41</b>
<b>Figura 19 – Concentrações médias de 226Ra e 228Ra (Bq.kg-1) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>		<b>42</b>





<b>FIGURA 20 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da macrofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 21 – Riqueza (nº de táxons) e riqueza de Margalef dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 22 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 23 – Contribuição média (%) por grupo na densidade dos organismos da macrofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 24 – Densidade média (ind.m-2) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 25 – Contribuição média (%) por grupo na densidade dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 26 – Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 27 – Análise de agrupamento das amostras através do índice de similaridade de Bray–Curtis da macrofauna bentônica em cada estação da caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 28 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da meiofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA 29 – Riqueza (nº de táxons) dos organismos da meiofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA 30 - Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 31 – Contribuição total (%) por grupo na densidade da meiofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 32 – Densidade média (ind.10cm-2) da meiofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 33 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>55</b>
<b>FIGURA 34 – Índices biológicos da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA 35 – Análise de agrupamento das amostras através do índice de similaridade de Bray–Curtis da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>57</b>
<b>FIGURA 36 – Exemplos de imagens do fundo marinho obtidas com dropcam, durante a campanha de caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>59</b>



<b>FIGURA 37 – Perfis de temperatura salinidade, densidade em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 38 – A) Diagrama TS obtido a partir dos resultados de cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos; B) Diagrama TS obtido a partir de dados adquiridos durante campanha oceanográfica (PETROBRAS, 2006), realizada na porção central Bacia de Santos, em profundidade de lâmina d'água superior a 2500 m; C) Diagrama TS obtido a partir de dados também adquiridos na Bacia de Santos. As isolinhas representam os valores de densidade (WOCE, 2013).</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 39 – Oxigênio dissolvido (OD) (mg.L-1) obtido em todas as 6 estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>68</b>
<b>FIGURA 40 – Potencial hidrogeniônico (pH) em cada estação durante as caracterizações ambientais do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 41 – Transparência (m) em cada estação durante as caracterizações ambientais do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 42 – Sólidos totais, dissolvidos (g.L-1) e em suspensão (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.</b>	<b>71</b>
<b>Figura 43 – Carbono Orgânico Total (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 44 – Nitrato (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 45 – Fosfato (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 46 – Silicato (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 47 – Clorofila-a (µg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 48 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>79</b>
<b>FIGURA 49 – Riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 50 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 51 – Densidade (cel.L-1) da comunidade nanoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 52 – Densidade (cel.L-1) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 53 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 54 – Contribuição (%) por grupo na densidade da comunidade fitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul</b>	<b>84</b>





de Gato do Mato, Bacia de Santos.	
<b>FIGURA 55 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade fitoplanctônica em cada profundidade durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 56 – Índices biológicos da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>86</b>
<b>FIGURA 57 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>87</b>
<b>FIGURA 58 – Riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplanctônica em cada estação e nos dois tipos de arrasto, durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>87</b>
<b>FIGURA 59 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplanctônica em cada estação e nos dois tipos de arrasto, durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>88</b>
<b>FIGURA 60 – Densidade (ind.m-3) dos organismos da comunidade zooplanctônica em cada estação, nos dois tipos de arrastos, durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>90</b>
<b>FIGURA 61 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade zooplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>91</b>
<b>FIGURA 62 – Contribuição (%) por grupo na densidade da comunidade zooplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>91</b>
<b>FIGURA 63 – Índices biológicos da comunidade zooplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>93</b>
<b>FIGURA 64 – Índices biológicos da comunidade zooplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>94</b>
<b>FIGURA 65 – Contribuição (%) por família na riqueza (nº de táxons) de larvas de peixes durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>96</b>
<b>FIGURA 66 – Riqueza (nº de táxons) da assembleia de larvas de peixes em cada estação (malhas de 330 µm e 500 µm), durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>97</b>
<b>FIGURA 67 – Contribuição (%) por família na riqueza (nº de táxons) de larvas de peixes em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>98</b>
<b>FIGURA 68 – Densidade de larvas e ovos de peixes (ovos. 100 m-3) coletados durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>100</b>
<b>FIGURA 69 – Contribuição média (%) por família na densidade média de larvas de peixes (larvas.100 m-3) durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>100</b>
<b>FIGURA 70 – Índices biológicos da assembleia de larvas de peixes em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>102</b>
<b>FIGURA 71 – Dendrograma representativo da similaridade quantitativa entre estações nos arrastos de ictioplâncton com rede de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.</b>	<b>103</b>



<b>FIGURA 72 - Ordenação das variáveis abióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) para o compartimento sedimento.</b>	<b>105</b>
<b>FIGURA 73 – Ordenação das variáveis abióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) em função das diferentes profundidades da coluna d’água.</b>	<b>107</b>
<b>FIGURA 74 – Ordenação das variáveis abióticas e bióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) em função das diferentes profundidades da coluna d’água.</b>	<b>108</b>

## 1. INTRODUÇÃO

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

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

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

Adicionalmente, destaca-se que toda a operação de coleta foi realizada seguindo as condicionantes apresentadas na Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (ABIO) N° 972/2018.

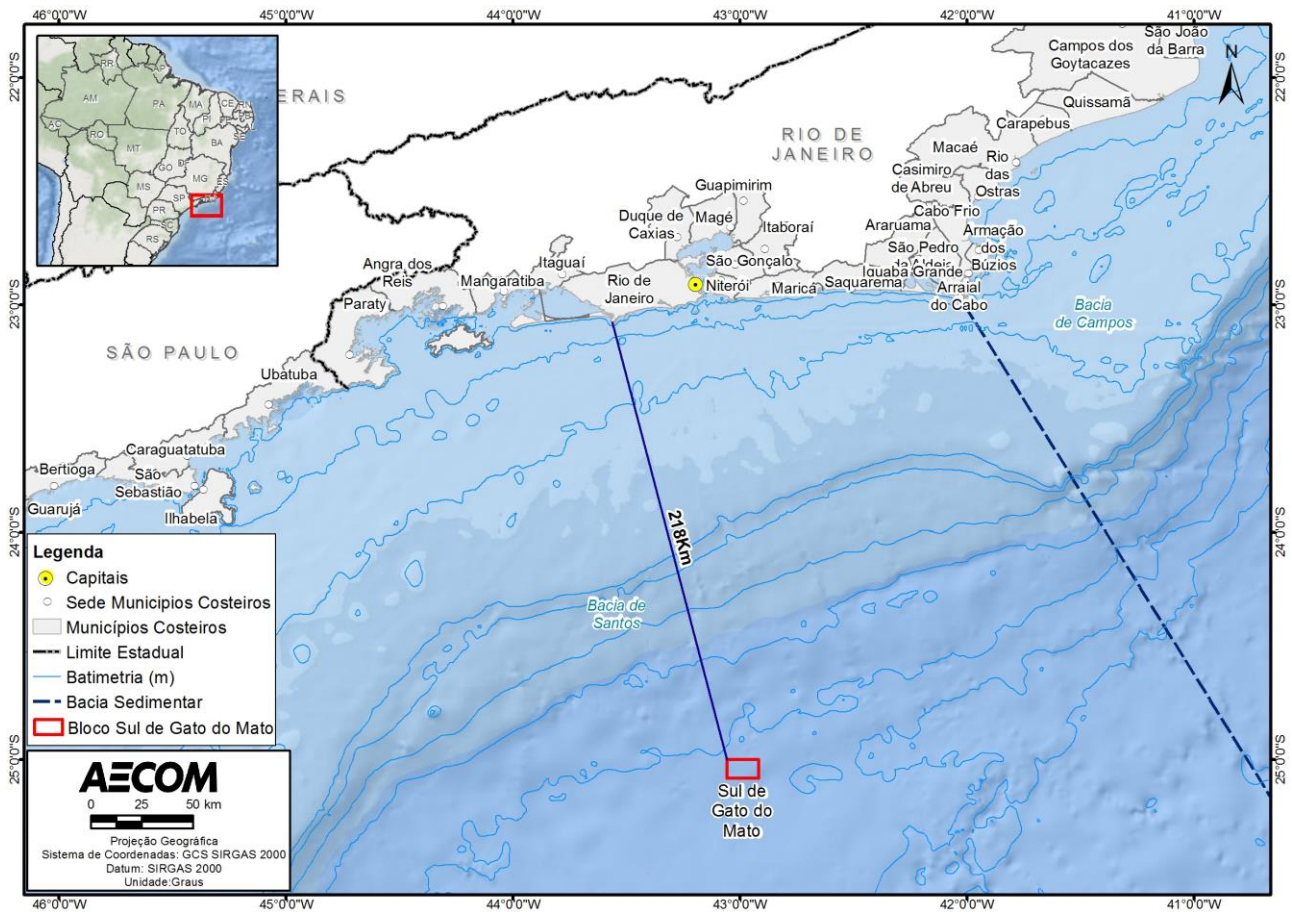
### 1.1. JUSTIFICATIVA

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

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

## 2. ÁREA DE ESTUDO

O Bloco Sul de Gato do Mato localiza-se na Bacia de Santos, em frente ao estado do Rio de Janeiro, a uma distância de, aproximadamente, 220 km da costa, em lâmina d'água variando de 2035m a 2070m (**Figura 1**).



**FIGURA 1 – Localização do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

### 3. OBJETIVOS E METAS

Os objetivos gerais deste estudo são:

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

As metas relacionadas aos objetivos propostos são apresentadas a seguir:

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

### 4. MÉTODOS

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

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





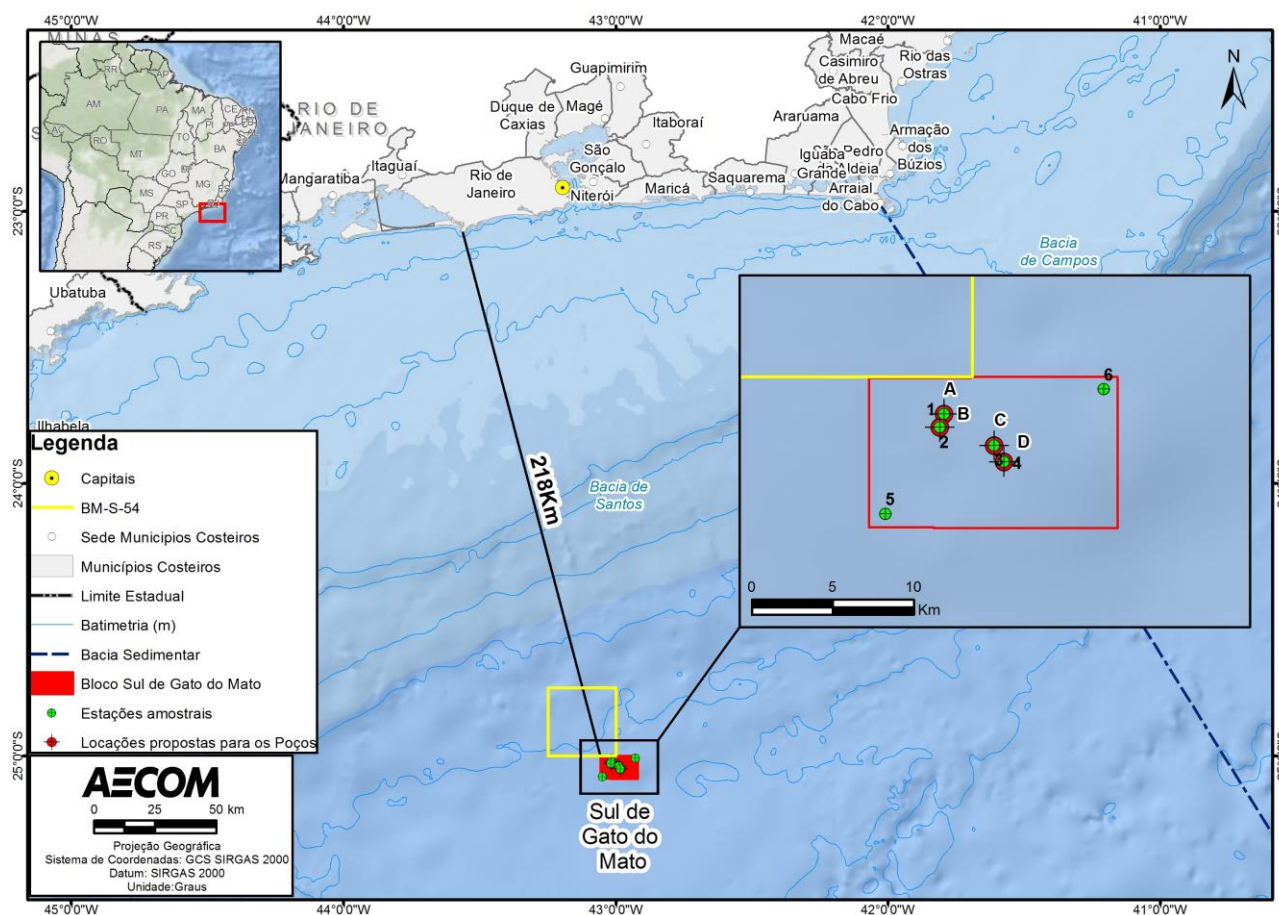
**FIGURA 2 – Embarcação *NP Seward Johnson* utilizada na Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

#### **4.1 MALHA AMOSTRAL**

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

A **Figura 3** apresenta a malha amostral executada na campanha que é composta por seis estações (numeradas de 1 a 6), sendo 4 delas correspondes a locações propostas para a perfuração de poços. Em todos os pontos amostrais foram coletadas amostras de água e sedimento, assim como realizado o imageamento do fundo marinho (**Tabela 1**).





**FIGURA 3 – Malha amostral das estações de coleta (sedimento e água) e de inspeção de fundo, executada durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

**TABELA 1 – Localização das estações de coleta para a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Provável Locação	Estação Amostral	Compartimento avaliado	Projeção Métrica (UTM) - Z24S		Coordenadas Geográficas (Graus Decimais)	
			X	Y	Latitude	Longitude
A	1	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	94646	7226776	-25,020431	-43,015531
B	2	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	94423	7225950	-25,027811	-43,017978
C	3	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	97510	7224935	-25,037778	-42,987754
D	4	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	98100	7223946	-25,046847	-42,982205
-	5	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	91537	7220540	-25,075767	-43,048115
-	6	Água, Sedimento, Inspeção de Fundo	103571	7228562	-25,006694	-42,926771

Datum: SIRGAS 2000

## 4.2 PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM

Os subitens a seguir resumem os procedimentos adotados durante as diferentes amostragens realizadas ao longo da campanha Baseline do Bloco Sul de Gato do Mato.

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

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

Após as subamostragens destinadas às análises físico-químicas, realizou-se a coleta da comunidade bentônica (macro e meiofauna). A subamostragem da macrofauna, representada por uma área de 400 cm<sup>2</sup>, ocorreu através da utilização de 4 corers de 10x10x10 cm e as amostras foram lavadas em sacos de *nylon* com abertura de malha de 0,3 mm para eliminação dos finos. As alíquotas retidas foram acondicionadas em sacos de polipropileno, fixadas em solução de formaldeído a 4%, preparada com água do mar e identificadas com rótulos contendo as informações das estações de coleta. Já para a meiofauna, utilizou-se um subamostrador com 4 cm de diâmetro por 10 cm de altura e as amostras foram armazenadas em frascos de polipropileno, também fixadas em solução de formaldeído a 4% (**Figura 5**).

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





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



Continua





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

**TABELA 2 – Parâmetros analisados, tipo de frascos, conservação e preservação de amostras de sedimento e laboratórios responsáveis pelas análises, durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

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



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

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

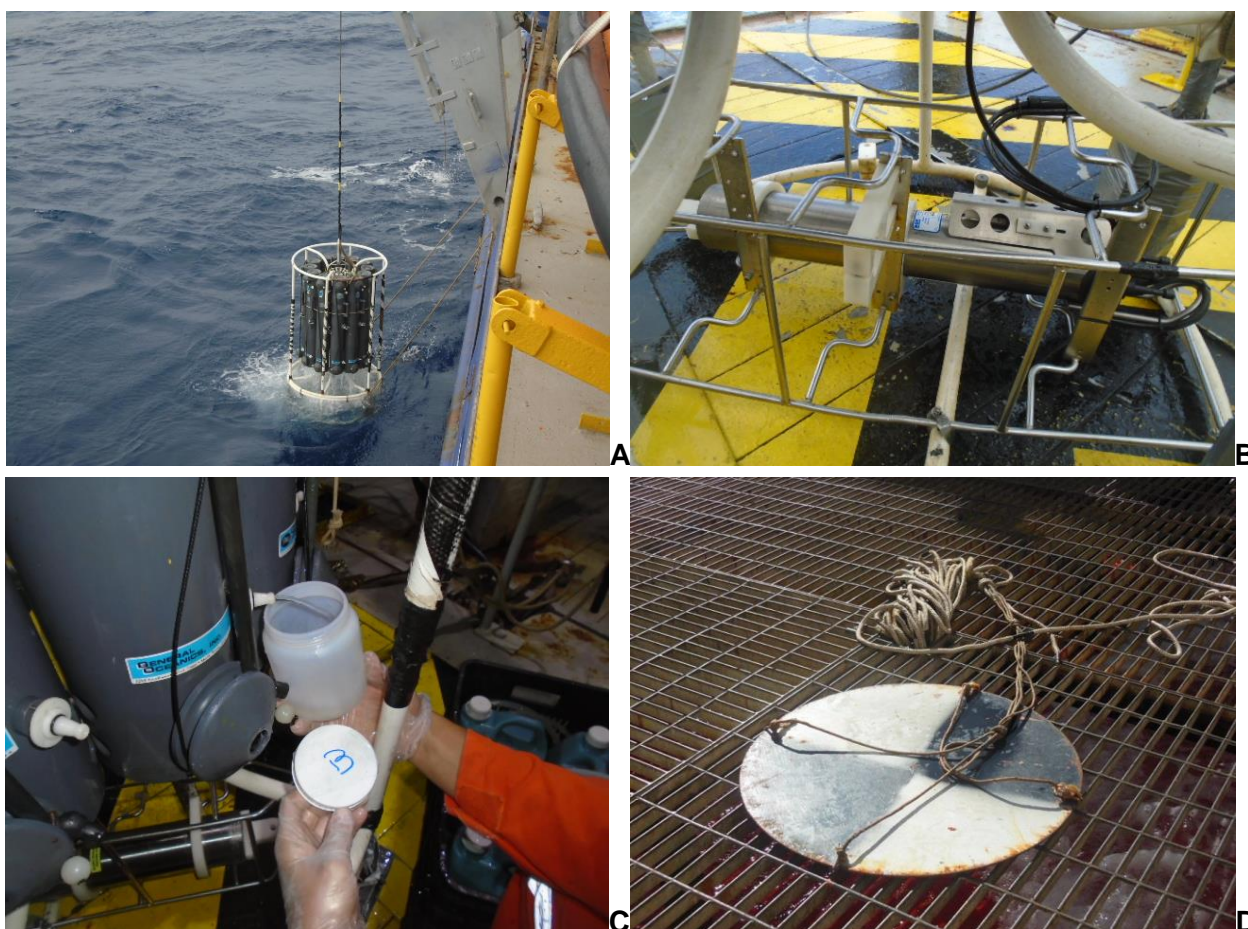
**TABELA 3 – Sequência de lançamentos e eventos relacionados à coleta de sedimento durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Estação	Réplica	Data	Hora Local	Coordenadas em UTM (Datum SIRGAS 2000)		Observações
				Leste	Norte	
1	R1	07/08/18	14:47	94652,7	7226763,5	Amostra válida
	R2	07/08/18	16:04	94637,2	7226790,0	Amostra válida
	R3	07/08/18	17:18	94645,6	7226789,5	Amostra válida
2	R1	07/08/18	10:47	94428,1	7225954,6	Amostra válida
	R2	07/08/18	12:00	94415,6	7225922,7	Amostra válida
	R3	07/08/18	13:20	94431,6	7225939,4	Amostra válida
3	R1	07/08/18	19:00	97533,2	7224955,9	Amostra válida
	R2	07/08/18	20:19	97544,9	7224943,9	Amostra válida
	R3	07/08/18	21:31	97517,8	7224928,7	Amostra válida
4	R1	07/08/18	23:16	98100,5	7223944,0	Amostra válida
	R2	07/08/18	00:29	98126,9	7223940,5	Amostra válida
	R3	07/08/18	01:46	98108,9	7223940,1	Amostra válida
5	R1	07/08/18	06:06	91530,2	7220527,8	Amostra válida
	R2	07/08/18	07:36	91547,1	7220548,4	Amostra válida
	R3	07/08/18	08:49	91527,1	7220541,3	Amostra válida
6	R1	08/08/18	04:40	103581,3	7228550,7	Amostra válida
	R2	08/08/18	05:58	103569,4	7228552,3	Amostra válida
	R3	08/08/18	07:14	103574,9	7228562,0	Amostra válida

#### 4.2.2 COMPARTIMENTO ÁGUA: PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS

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





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

**TABELA 4 – Profundidades de coleta de água para a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

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

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



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



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

**TABELA 5 – Parâmetros e métodos de campo para Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

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



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

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

**TABELA 6 – Sequência de lançamentos e eventos relacionados à coleta de água durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Estação	Data	Hora Local	Hora GMT	Coordenadas em UTM (DatumSIRGAS 2000)*		Observações
				Leste	Norte	
1	08/08/2018	10:28	13:28	94638,95	7226770,13	Coleta nas 5 profundidades em cada estação
2	08/08/2018	12:36	15:36	94425,10	7225952,09	
3	08/08/2018	14:54	17:54	97489,97	7224932,53	
4	08/08/2018	17:15	20:15	98097,50	7223935,70	
5	08/08/2018	19:47	22:47	91536,81	7220539,00	
6	08/08/2018	07:35	10:35	103548,01	7228548,93	

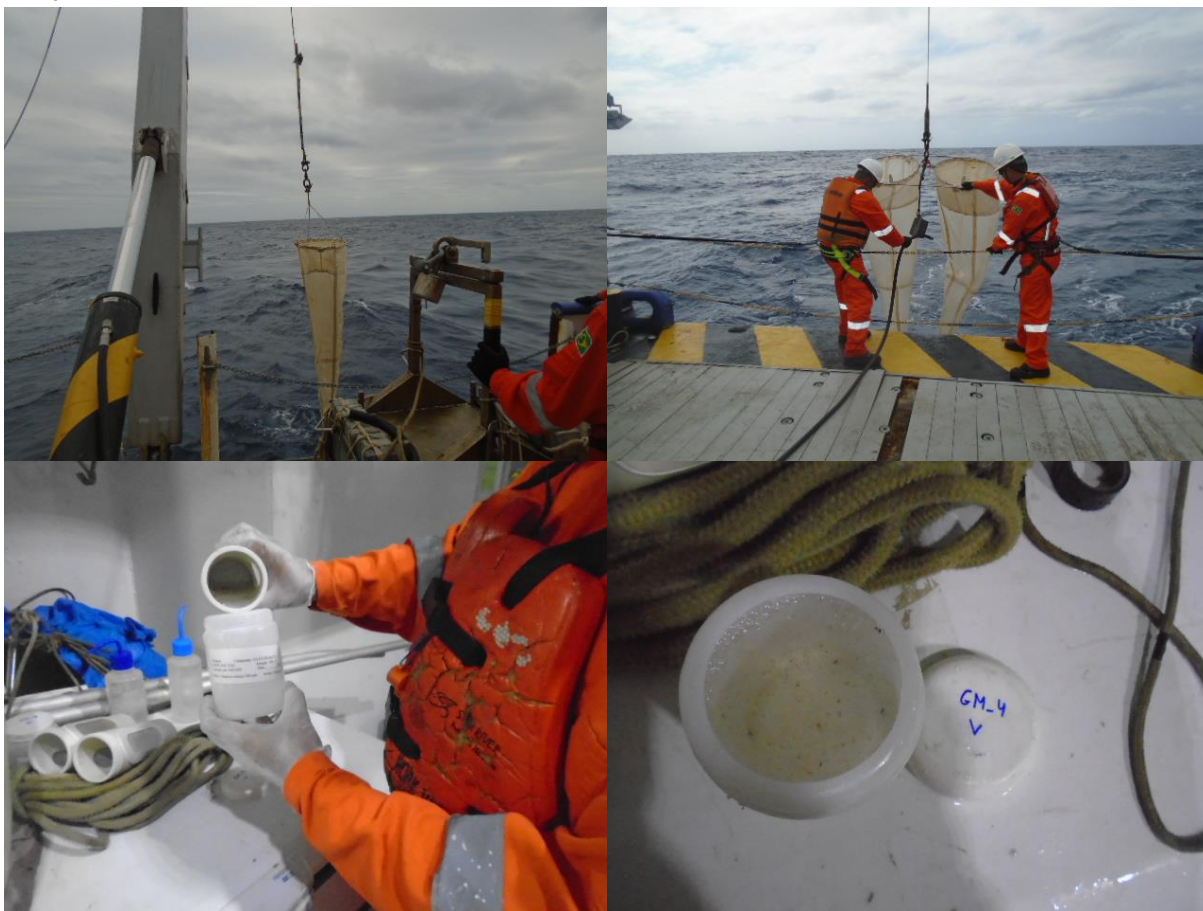
\*Considerando coordenadas CTD no fundo

#### 4.2.3 COMUNIDADES PLANCTÔNICAS

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

É importante ressaltar ainda que a localização da termoclina foi avaliada em campo através da perfilagem da temperatura com o CTD, estando seu início em torno de 100 metros em todas as estações perfiladas, o que

indica a homogeneidade das condições meteoceanográficas encontradas na camada de mistura nas diferentes estações.



**FIGURA 8 – Procedimentos de amostragem de plâncton (zoo e ictioplâncton). Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**





**TABELA 7 – Sequência de arrastos do zooplâncton e Ictioplâncton realizados durante a Campanha de Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

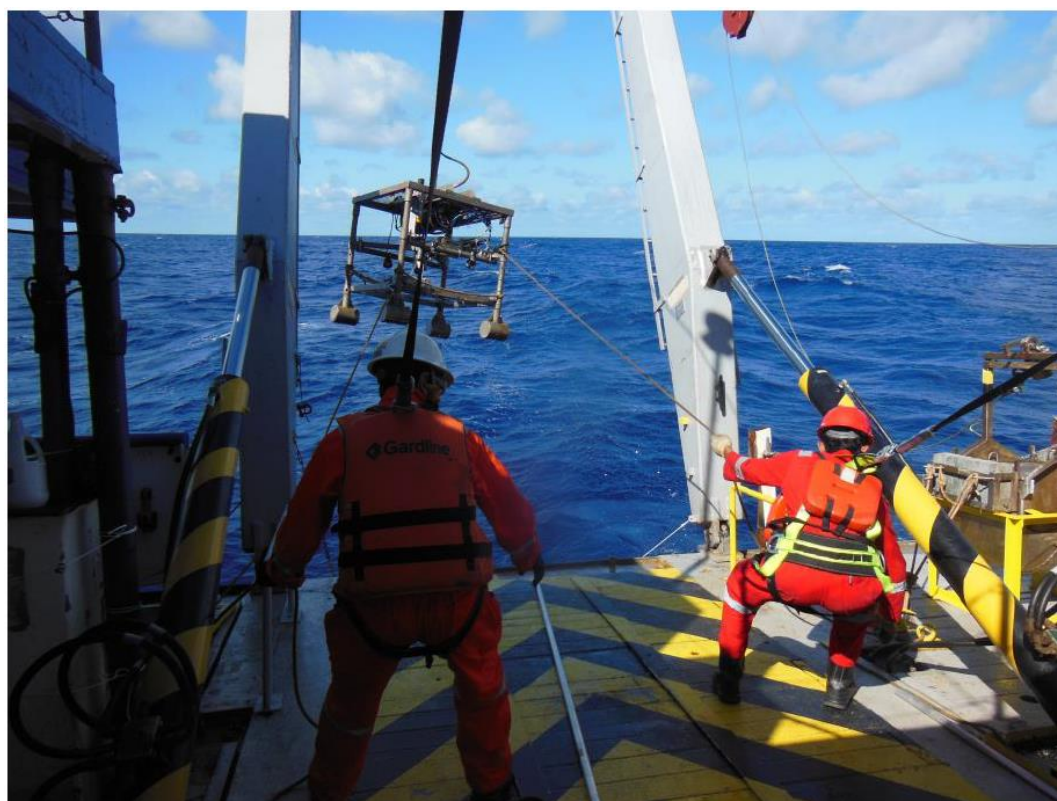
Estação	Grupo Amostrado	Arrasto	Data	Hora Local	Coordenadas em UTM (Datum SIRGAS 2000)	
					Leste	Norte
1	Zooplâncton	Vertical	09/08/2018	3:13	94664,83	7226743,21
	Zooplâncton	Horizontal	09/08/2018	3:29	94648,33	7226758,53
	Ictioplâncton	Obliquo	09/08/2018	3:54	94382,23	7226572,01
2	Zooplâncton	Obliquo	09/08/2018	1:40	94682,30	7225774,27
	Zooplâncton	Vertical	09/08/2018	2:13	94430,66	7225951,49
	Ictioplâncton	Horizontal	09/08/2018	2:33	94419,92	7225991,04
3	Zooplâncton	Horizontal	09/08/2018	0:15	97325,42	7224432,36
	Zooplâncton	Vertical	09/08/2018	0:45	97474,84	7224942,77
	Ictioplâncton	Obliquo	09/08/2018	1:06	97265,84	7224477,09
4	Zooplâncton	Obliquo	09/08/2018	23:03	97824,00	7223700,79
	Zooplâncton	Vertical	09/08/2018	23:23	98111,41	7223946,81
	Ictioplâncton	Horizontal	09/08/2018	23:32	98160,81	7223997,71
5	Zooplâncton	Horizontal	09/08/2018	21:30	90937,65	7220182,01
	Zooplâncton	Vertical	09/08/2018	21:52	91561,44	7220477,26
	Ictioplâncton	Obliquo	09/08/2018	22:13	92037,88	7220798,66
6	Zooplâncton	Vertical	08/08/2018	5:26	103578,28	7228573,73
	Zooplâncton	Horizontal	08/08/2018	5:36	103550,98	7228551,63
	Ictioplâncton	Obliquo	08/08/2018	6:28	103640,39	7228403,90

#### 4.2.4 INSPEÇÃO VISUAL DE FUNDO

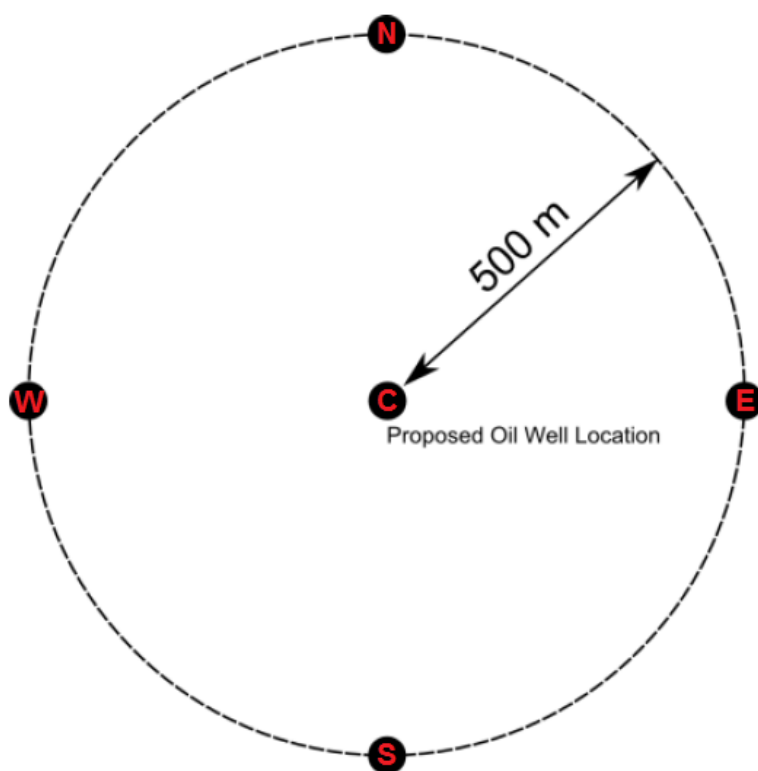
O imageamento do fundo no assoalho oceânico do Bloco Sul de Gato do Mato permitiu a investigação, em tempo real, da ocorrência de possíveis estruturas biogênicas bentônicas, em especial formações de corais de águas profundas. Tal mapeamento representa uma importante etapa de identificação das áreas mais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

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

A atividade foi realizada através de uma *dropcam*, entre os dias 05 e 07 de agosto de 2018, no Bloco Sul de Gato do Mato. A localização das estações e o correto posicionamento da câmera na rota de aquisição de imagens foram determinados por um sistema de posicionamento USBL, devidamente calibrado.



A



B

FIGURA 9 – A) Lançamento da dropcam; B) Desenho amostral empregado nas estações do Bloco Sul de Gato do Mato.



**TABELA 8 – Coordenadas executadas durante operação de inspeção de fundo do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Poço/Estação*	Data	Hora Local	Hora GMT	Coordenadas em UTM (Datum SIRGAS 2000)	
				Leste	Norte
1_GM_E	06/08/2018	02:23	05:23	95104,36	7226786,54
1_GM_S	06/08/2018	04:12	07:12	94642,62	7226258,08
1_GM_C	06/08/2018	05:50	08:50	94672,26	7226758,62
1_GM_N	06/08/2018	07:40	10:40	94597,39	7227240,65
1_GM_W	06/08/2018	09:27	12:27	94257,22	7226770,91
2_GM_N	06/08/2018	11:08	14:08	94476,43	7226497,49
2_GM_W	06/08/2018	12:53	15:53	93901,91	7225955,96
2_GM_C	06/08/2018	14:17	17:17	94401,88	7225936,03
2_GM_E	06/08/2018	15:19	18:19	94925,70	7225917,49
2_GM_S	06/08/2018	16:53	19:53	94452,26	7225917,49
3_GM_S	05/08/2018	18:10	21:10	97487,90	7224448,00
3_GM_E	05/08/2018	19:40	22:40	98035,42	7224938,43
3_GM_N	06/08/2018	21:10	00:10	97486,71	7225401,03
3_GM_W	06/08/2018	23:02	02:02	97008,35	7224893,43
3_GM_C	06/08/2018	00:51	03:51	97524,54	7224914,07
4_GM_N	05/08/2018	09:20	12:20	98163,93	7224383,13
4_GM_C	05/08/2018	11:14	14:14	98145,24	7223966,08
4_GM_W	05/08/2018	12:53	15:53	97522,55	7223964,43
4_GM_S	05/08/2018	14:41	17:41	98083,70	7223482,67
4_GM_E	05/08/2018	16:18	19:18	98574,90	7223937,06
5_GM_N	06/08/2018	19:08	22:08	91590,24	7221049,07
5_GM_W	06/08/2018	20:43	23:43	91086,07	7220507,83
5_GM_S	07/08/2018	22:20	01:20	91525,69	7220084,40
5_GM_E	07/08/2018	23:51	02:51	92052,01	7220519,32
5_GM_C	07/08/2018	01:23	04:23	91516,45	7220519,88
6_GM_N	05/08/2018	22:04	01:04	103547,21	7228990,19
6_GM_E	05/08/2018	23:33	02:33	104004,99	7228529,81
6_GM_C	05/08/2018	03:02	06:02	103606,97	7228544,39
6_GM_W	05/08/2018	04:54	07:54	103113,39	7228530,72
6_GM_S	05/08/2018	06:51	09:51	103613,04	7228111,41

\*A nomenclatura utilizada para as estações de imageamento do fundo seguiu um padrão diferente das amostragens dos compartimentos água e sedimento, já que para cada estação, foram amostrados 5 pontos. GM = Gato do Mato.



## 4.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

### 4.3.1 QUALIDADE DO SEDIMENTO

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

A partir dos resultados analíticos, os dados foram discutidos e representados em tabelas e gráficos. Salienta-se que as concentrações que permaneceram abaixo do limite analítico foram representadas nos gráficos como “0,00”, porém o valor exato do limite é sempre mencionado, seja ao longo do texto ou nos respectivos laudos laboratoriais. Cabe ressaltar ainda que os valores apresentados correspondem às médias associadas à cada parâmetro e não às concentrações absolutas.

**TABELA 9 – Métodos analíticos e seus respectivos limites de quantificação empregados para análise de amostras de sedimento durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

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



Parâmetro	Método	Limite de Quantificação	Laboratório Responsável
Zinco		12,5 mg.kg <sup>-1</sup>	
Mercúrio	USEPA 7470A	0,025 mg.kg <sup>-1</sup>	
Radionuclídeos: Ra226 e Ra 228	RA-226 MÉTODO APHA 7500-RA B E RA-228 MÉTODO APHA 7500-RA D	-	

#### 4.3.2 COMUNIDADE BENTÔNICA (MEIOFAUNA E MACROFAUNA)

As análises de meiofauna e macrofauna bentônica foram executadas pelo laboratório Oceânides, conforme ABIO nº 972/2018. As amostras de meiofauna foram processadas em duas peneiras superpostas, sendo a superior com uma abertura de malha de 300 µm (0,3 mm) e a inferior com abertura de malha de 45 µm (0,045 mm). Antes do início da lavagem, o fixador (formol) foi vertido através das peneiras para um recipiente de armazenamento, com o objetivo de descarte adequado. Na lavagem do sedimento, foi utilizada uma mangueira com pressão d'água fraca, a fim de evitar possíveis danos aos organismos. O material foi retido na peneira de menor abertura pela técnica de flotação, com o uso de uma solução de sílica coloidal, de densidade 1,18 (SOMERFIELD, WARWICK & MOENS, 2005).

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

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

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

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

### 4.3.3 QUALIDADE DA ÁGUA

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

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



**TABELA 10 – Métodos analíticos e seus respectivos limites de quantificação empregados para análise de amostras de água durante a Caracterização Ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

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

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

#### 4.3.4 COMUNIDADES PLANCTÔNICAS

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

##### Fitoplâncton

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

Os organismos presentes foram quantificados em campos aleatórios até atingir o mínimo de 400 unidades sedimentadas. A identificação em nível específico necessita de um tratamento diferenciado das amostras



desde a coleta até a análise (SOURNIA, 1978; BICUDO & MENEZES, 2006; BERGESCH et al., 2008), sendo assim, os organismos foram categorizadas em nanoplâncton não identificado ou em um nível taxonômico mais abrangente.

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

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

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

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

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





## Zooplâncton

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

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

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

## Ictioplâncton

As larvas de peixes foram totalmente triadas utilizando um microscópio estereoscópico (Olympus SZ51). O número de indivíduos coletados foi extrapolado para um volume padrão de 100 m<sup>3</sup>.

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

## 5. RESULTADOS

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO

#### 5.1.1 GRANULOMETRIA E CARBONATOS

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

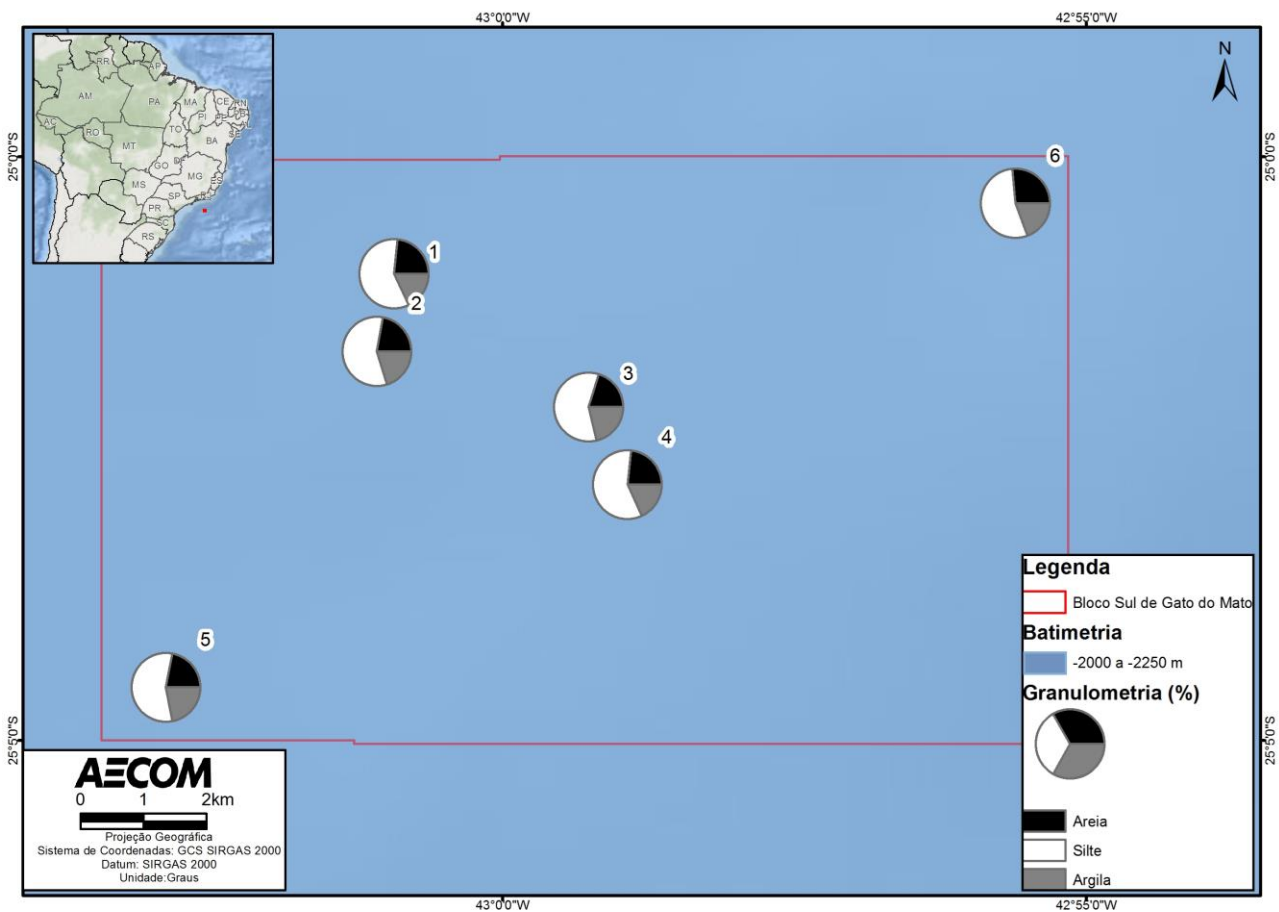
Dados de composição e características dos sedimentos são a base para o reconhecimento da sua estrutura, dinâmica e processos existentes no ambiente (BARROS *et al.*, 2007). A composição granulométrica pode

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

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

O sedimento analisado nas nas seis estações amostradas na Área do Bloco Sul de Gato do Mato mostrou uma composição majoritariamente por silte, com classificação textural de lama arenosa, representando mais de 50% da composição sedimentar em todas as estações (média de 57,26% e valores entre 50,37 e 60,84%). A argila apresentou percentual médio de 19,86%, com mínimo de 14,55% e máximo de 23,71%. Já a concentração de areia teve média de 22,88%, oscilando entre 15,96 e 30,57% (**Figura 10; Tabela 12**).

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



**FIGURA 10 – Composição granulométrica média (%) das estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



**TABELA 12 – Composição granulométrica (%) das estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

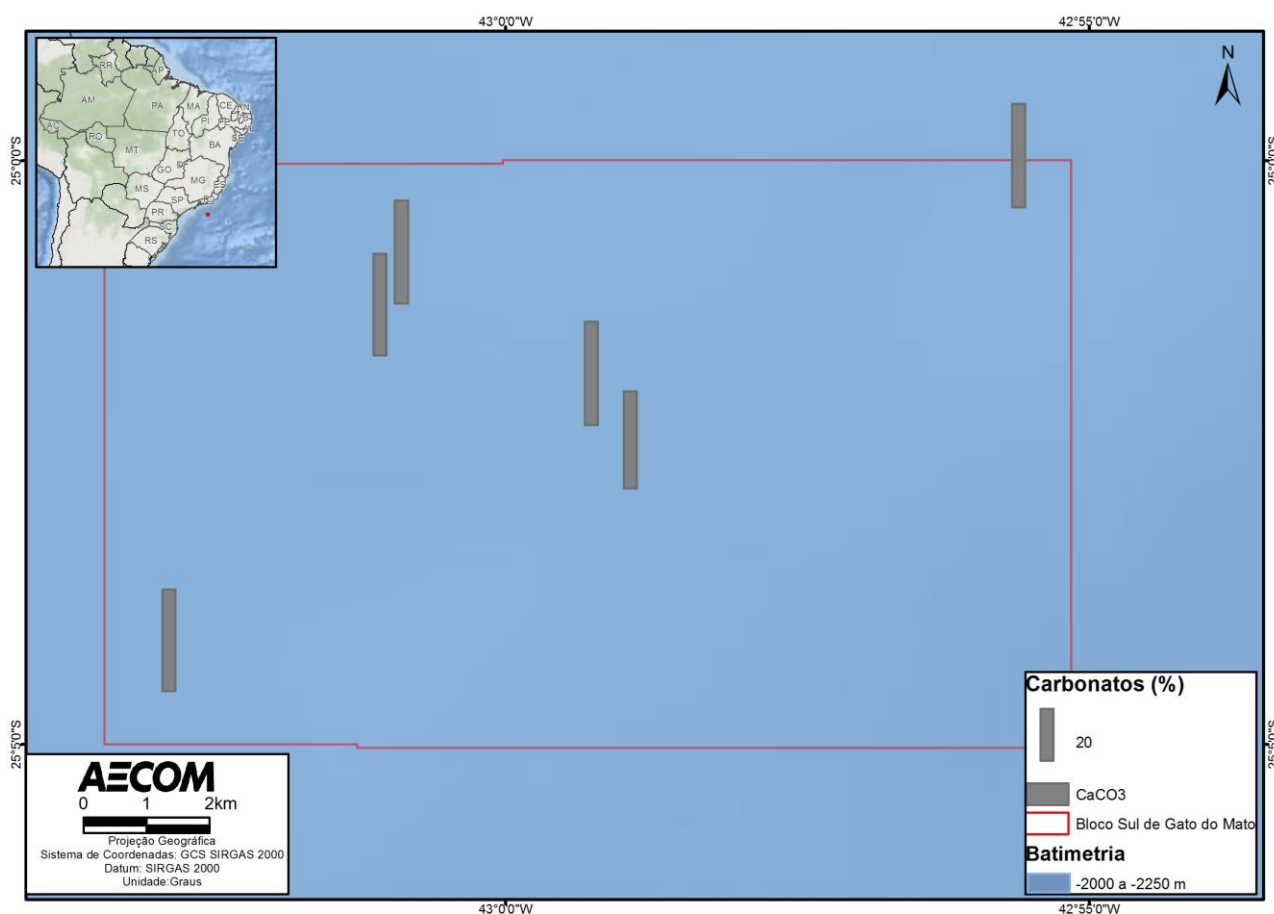
Estação	Cascalho			Areia			Silte			Argila			
	%	Média	DP	%	Média	DP	%	Média	DP	%	Média	DP	
1	1A	0,00	0,00	0,00	19,64	23,29	3,20	60,71	58,62	1,81	19,65	18,09	1,42
	1B	0,00			24,65			57,58			17,77		
	1C	0,00			25,58			57,57			16,86		
2	2A	0,00	0,00	0,00	19,61	22,24	2,71	60,10	57,37	2,85	20,30	20,39	3,09
	2B	0,00			22,07			54,41			23,53		
	2C	0,00			25,03			57,61			17,35		
3	3A	0,00	0,00	0,00	18,72	20,14	5,04	59,57	58,54	2,74	21,71	21,32	2,33
	3B	0,00			15,96			60,62			23,42		
	3C	0,00			25,73			55,44			18,82		
4	4A	0,00	0,00	0,00	22,30	23,17	5,55	59,48	58,78	2,48	18,23	18,05	3,09
	4B	0,00			29,11			56,03			14,87		
	4C	0,00			18,11			60,84			21,04		
5	5A	0,00	0,00	0,00	19,82	21,94	4,62	57,12	56,13	2,08	23,05	21,92	2,54
	5B	0,00			18,75			57,54			23,71		
	5C	0,00			27,24			53,74			19,01		
6	6A	23,05	21,92	2,54	30,57	26,53	4,75	54,88	54,12	3,43	14,55	19,36	4,17
	6B	23,71			21,29			57,10			21,61		
	6C	19,01			27,72			50,37			21,93		

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

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

As concentrações de carbonato no sedimento variaram entre 36,25% e 40,57% com média de 39,03% (considerando todas as réplicas analisadas) (**Figura 11; Tabela 13**)

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



**FIGURA 11 – Carbonato médio (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

**TABELA 13 – Comparação de teores de Carbonato (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Estação	Carbonatos			Média	DP
	A	B	C		
1	40,37	40,21	38,19	<b>39,6</b>	<b>1,2</b>
2	40,57	38,06	38,06	<b>38,9</b>	<b>1,4</b>
3	40,1	40,55	38,33	<b>39,7</b>	<b>1,2</b>
4	39,27	36,25	36,37	<b>37,3</b>	<b>1,7</b>
5	38,26	40,57	38,22	<b>39,0</b>	<b>1,3</b>
6	36,65	39,1	43,45	<b>39,7</b>	<b>3,4</b>

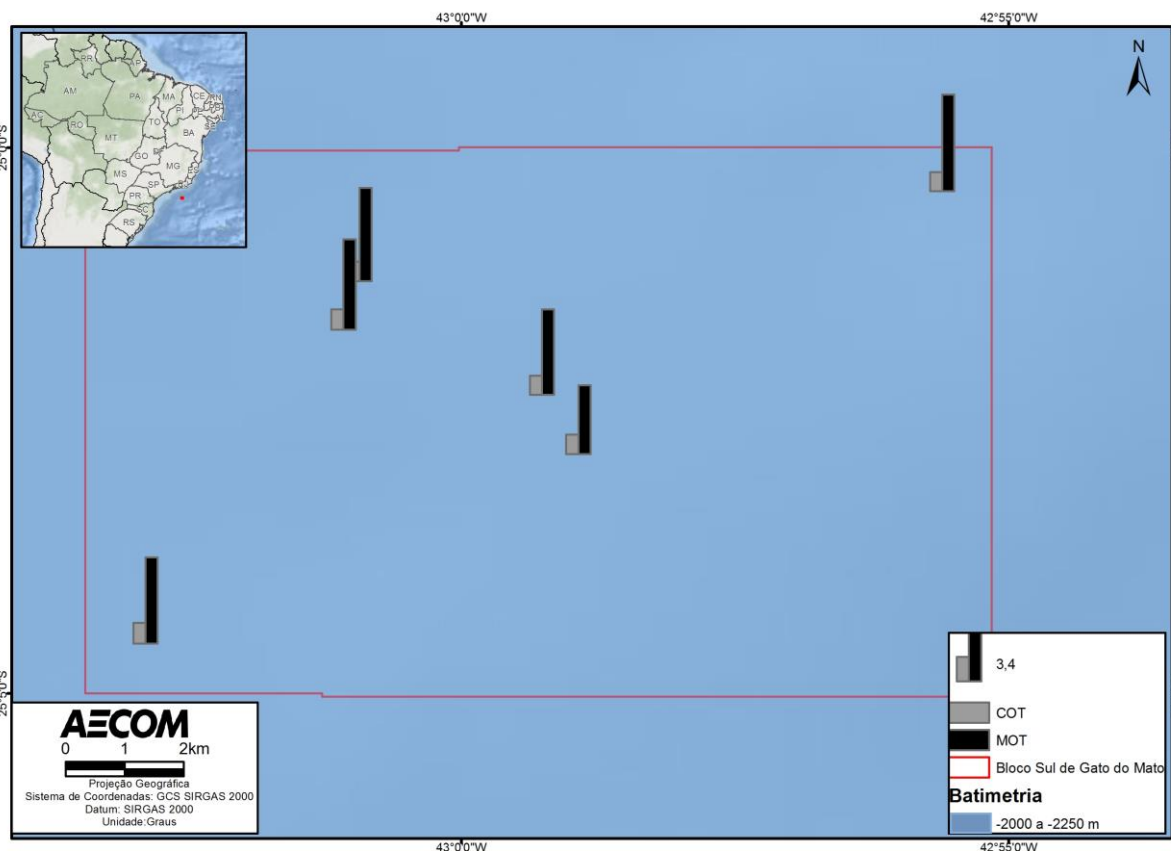
### 5.1.2 MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL E CARBONO ORGÂNICO TOTAL

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



orgânica em ambientes aquáticos, bem como avaliar a sua disponibilidade como fonte de energia para os organismos heterotróficos (PETROBRAS, 2013). Cabe ressaltar que no caso do COT, este representa a porção de matéria orgânica preservada no sedimento, enquanto os nutrientes (fósforo total e nitrogênio total) incluem fração orgânica e inorgânica.

As concentrações de COT oscilaram de 1,27 a 1,56%, tendo como média 1,40% (considerando todas as réplicas). Já a MOT variou entre 4,49 a 7,32% e valor médio de 6,18% (**Tabela 14; Figura 12**). De acordo com estudo de MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002), ocorrem concentrações de cerca de 1,5%, a 2,5%, estando essa variação próxima dos valores apresentados no presente estudo.



**FIGURA 12 – Matéria orgânica total e carbono orgânico total médios (%) nas estações amostradas na caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

**TABELA 14 – Matéria orgânica total e carbono orgânico total (%) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

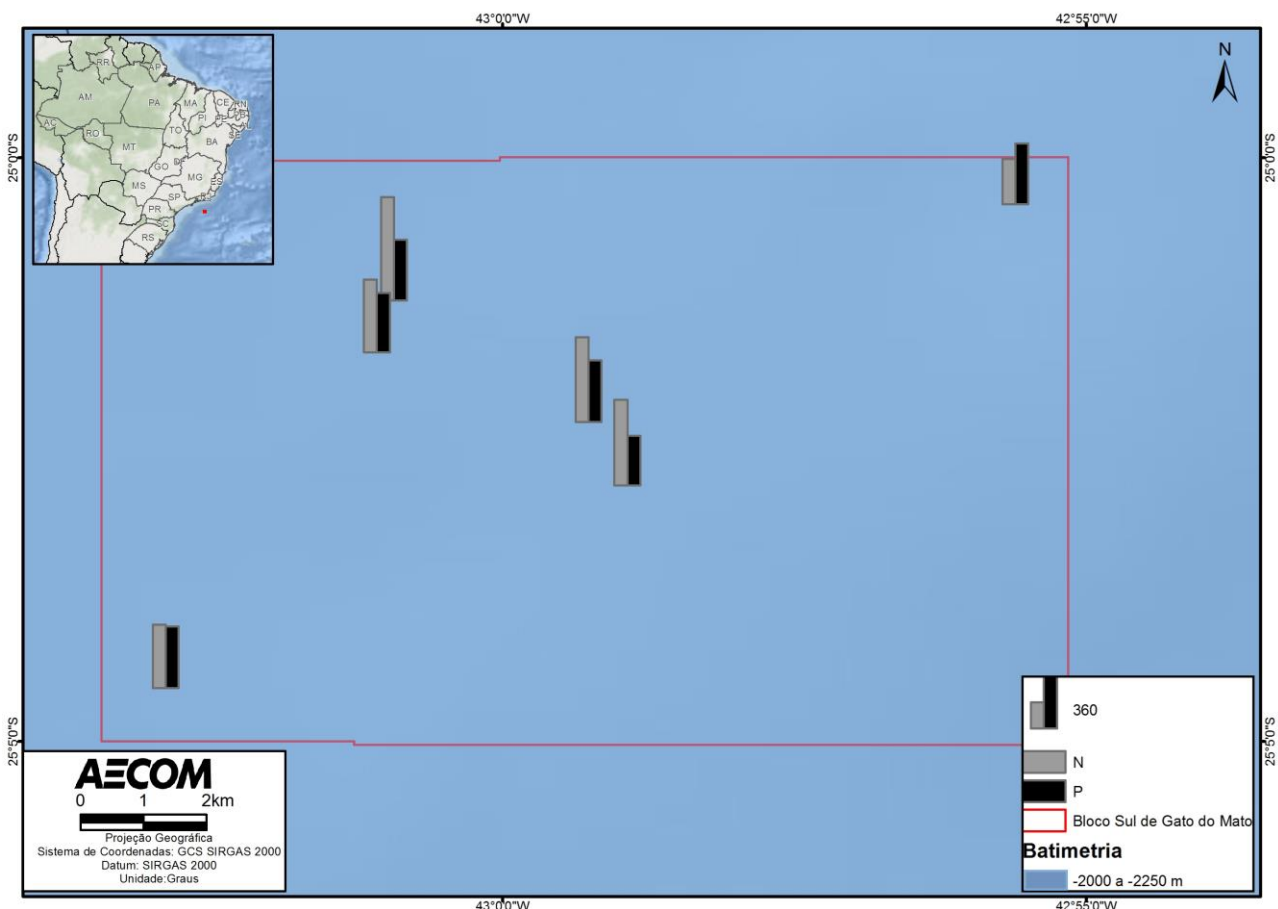
Estação	COT (%)			Média	DP	MOT (%)			Média	DP
	A	B	C			A	B	C		
1	1,42	1,30	1,41	1,38	0,07	7,08	5,86	6,93	6,63	0,66
2	1,45	1,29	1,56	1,43	0,14	6,49	6,67	6,11	6,42	0,29
3	1,33	1,47	1,27	1,36	0,10	7,32	5,35	5,55	6,07	1,09
4	1,37	1,42	1,40	1,40	0,03	5,42	4,84	4,49	4,92	0,47
5	1,54	1,37	1,52	1,48	0,09	5,43	5,91	7,10	6,15	0,86
6	1,47	1,29	1,31	1,36	0,10	6,70	7,38	6,53	6,87	0,45

### 5.1.3 NUTRIENTES (NITROGÊNIO E FÓSFORO)

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

Os valores de nitrogênio total variaram entre 385,30 e 827,30 mg.kg<sup>-1</sup>, com valor médio de 569,19 mg.kg<sup>-1</sup>. Já as concentrações de fósforo oscilaram entre 286,00 e 456,40 mg.kg<sup>-1</sup>, com média de 410,03 mg.kg<sup>-1</sup> (**Figura 13; Tabela 15**).

No trabalho realizado por PETROBRAS/HABTEC (2003), foram encontrados valores de nitrogênio entre 465 e 1226 mg.kg<sup>-1</sup> e de fósforo entre 320 e 628 mg.kg<sup>-1</sup> na região dos blocos da Bacia de Santos, estando os resultados encontrados na região do Bloco Sul de Gato do Mato dentro das faixas de variação citadas.



**FIGURA 13 – Nutrientes (Nitrogênio Kjeldahl e Fósforo Total) (médias mg.kg<sup>-1</sup>) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



**TABELA 15 – Nutrientes (Nitrogênio Kjeldahl e Fósforo Total) (mg.kg-1) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Estação	Nitrogênio			Média	DP	Fósforo			Média	DP
	A	B	C			A	B	C		
1	827,3	602,7	725	718,33	112,45	411,2	427,5	427,3	422,00	9,35
2	558,8	564,8	385,3	502,97	101,95	416,8	426,1	396,3	413,07	15,25
3	794,5	561	407	587,50	195,10	431,8	455	400,9	429,23	27,14
4	571,1	652,2	565,3	596,20	48,58	286	387,5	361,5	345,00	52,72
5	449,9	394,3	478,6	440,93	42,86	382,7	456,4	446,6	428,57	40,02
6	416,1	152,3	376	314,80	142,15	366,3	454,6	446	422,30	48,69

#### 5.1.4 METAIS

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

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

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

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

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



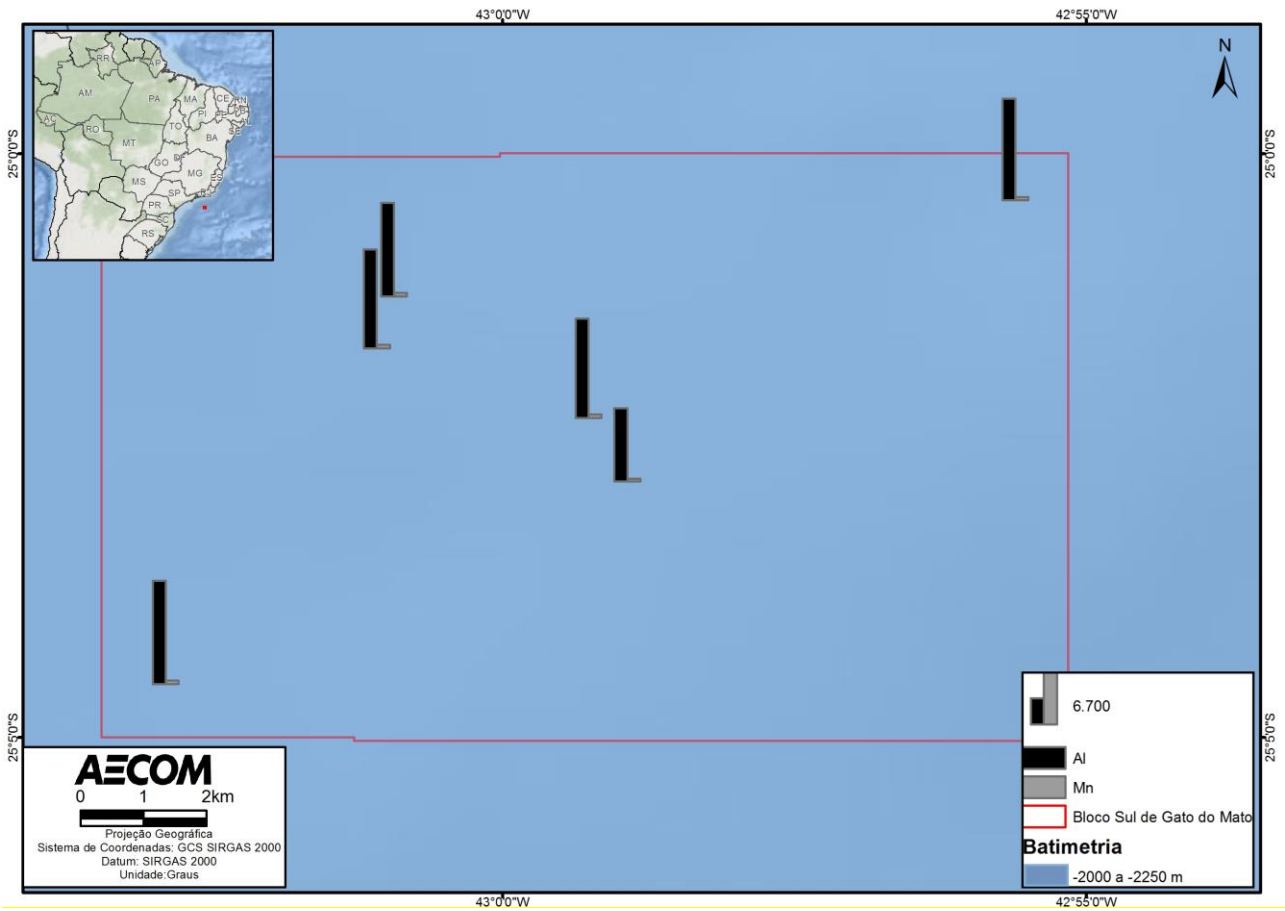
As concentrações de todos os metais analisados por ordem de grandeza mostraram um padrão de distribuição (Al > Fe > Mn > Ba > Zn > V > Cu > Cr > Ni > Pb > As > Cd > Hg). Este foi, em geral, o padrão observado por PETROBRAS (2013) para isobatas de 2500 e 3000 m na região da Bacia de Campos, região fronteira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

**TABELA 16 – Resumo das concentrações de metais encontradas no sedimento durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

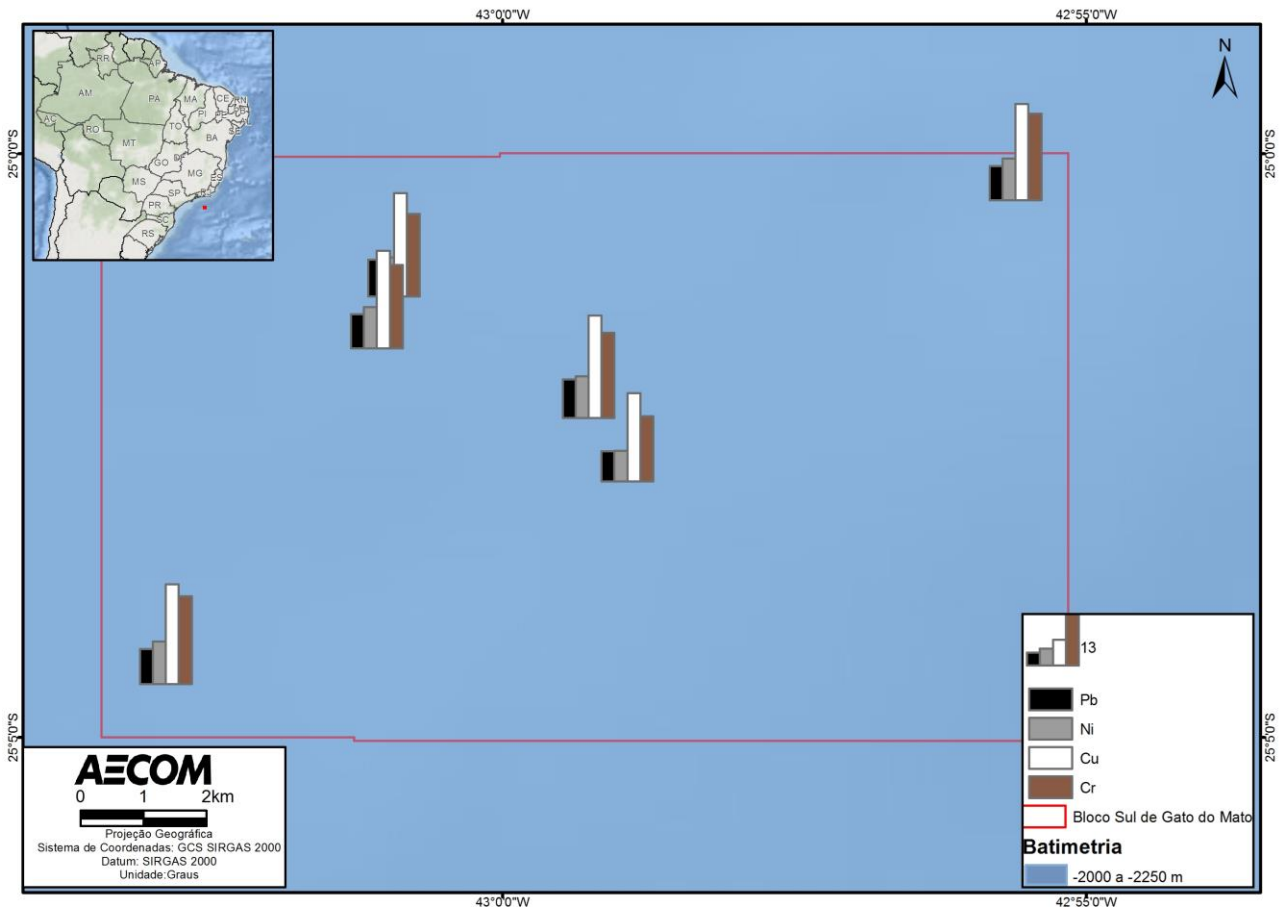
Metal (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Alumínio	7.871,30	14.244,80	12.223,32	1.629,55
Arsênio	< 3,57	< 4,66	-	-
Bário Total	179,40	312,60	245,34	41,38
Cádmio Total	< 2,38	< 3,11	-	-
Chumbo Total	< 5,48	9,83	8,21	2,19
Cobre Total	19,50	27,30	24,32	2,09
Cromo Total	13,60	23,40	20,29	2,45
Ferro Total	8.239,80	13.537,50	12.029,9	1.323,51
Manganês Total	293,00	487,40	438,82	49,79
Merúrio Total	< 0,025	< 0,031	-	-
Níquel Total	6,15	11,40	9,83	1,31
Vanádio Total	20,30	32,20	28,63	3,06
Zinco Total	20,10	46,00	32,25	5,45

As concentrações médias de alumínio (média obtida através das 3 amostras de cada ponto amostral) variaram entre 9.430,23 e 13.310,90 mg.kg<sup>-1</sup>, com menores concentrações na estação 4. Bário apresentou valores médios por estação de 222,13 a 273,77 mg.kg<sup>-1</sup>, tendo as menores concentrações os pontos 2 e 5. Já o chumbo oscilou entre < 5,42 e 9,54 mg.kg<sup>-1</sup>, com menores concentrações também na estação 4. Com relação ao cobre, a média mínima foi de 21,97 e máxima de 25,67 mg.kg<sup>-1</sup>, tendo as menores concentrações estado no ponto 4. Cromo oscilou entre 16,23 e 21,77 mg.kg<sup>-1</sup>, com as mínimas estado também na estação 4. O ferro apresentou concentrações médias que variara, de 9.829,63 a 12.699,37 mg.kg<sup>-1</sup>, estando os valores mínimos também em 4. O valor mínimo de manganês foi de 365,77 e máximo de 480,43 mg.kg<sup>-1</sup>. O níquel oscilou entre 7,66 e 10,62 mg.kg<sup>-1</sup>; o vanádio de 23,60 a 30,53 mg.kg<sup>-1</sup> e, por fim, o zinco entre 25,10 a 35,93 mg.kg<sup>-1</sup>, tendo todos esses quatro últimos metais apresentado os valores mínimos também na estação 4 (**Figuras 14 a 17**).

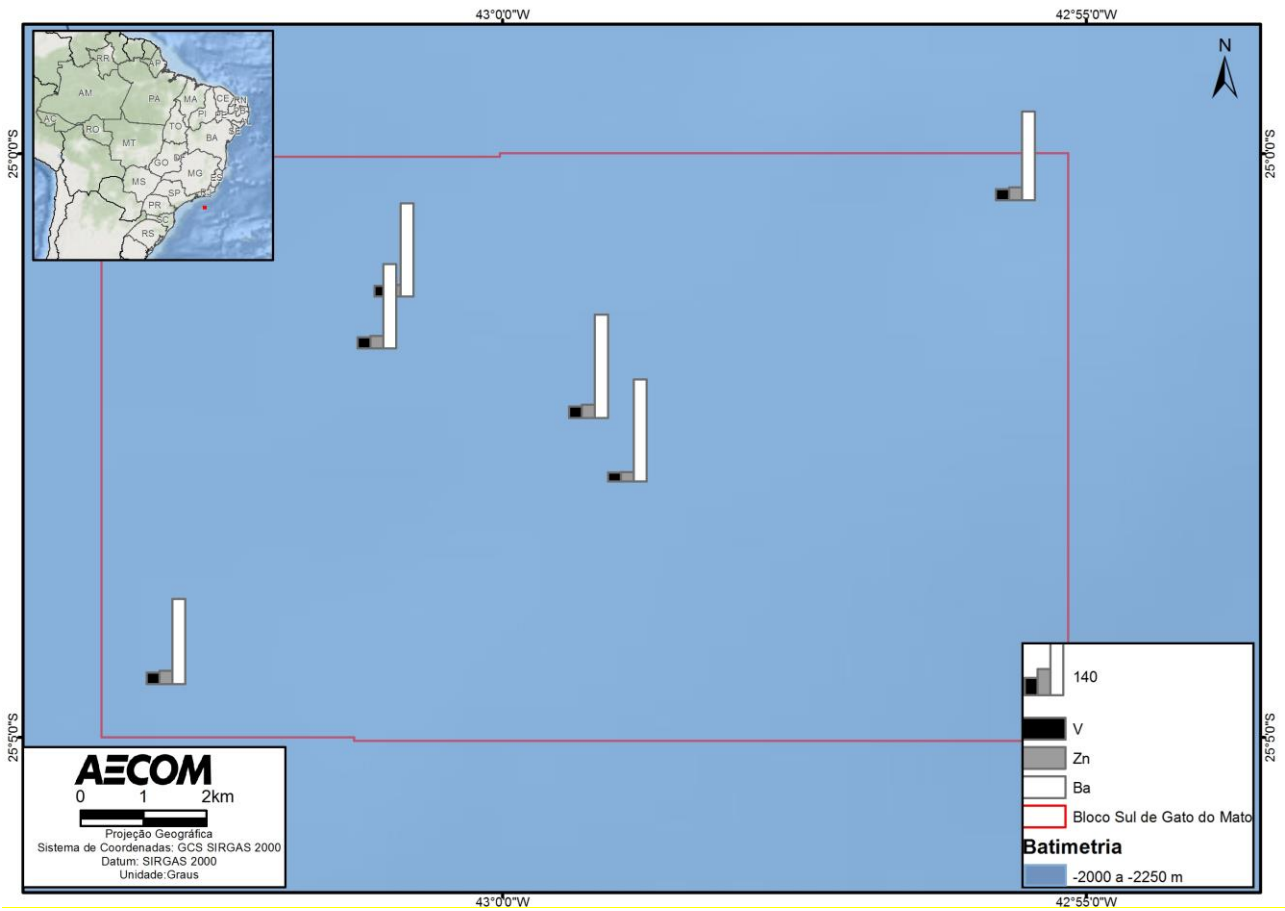




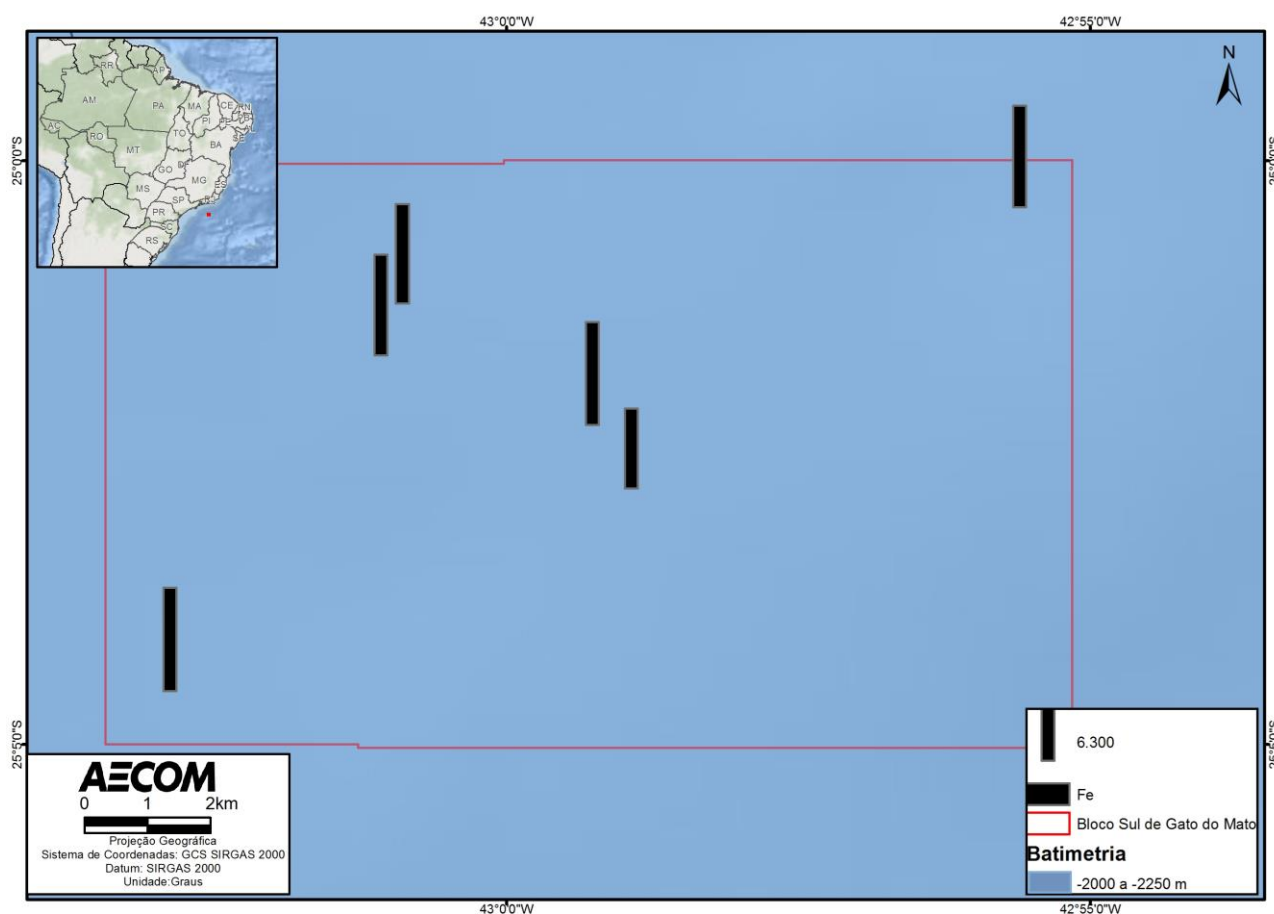
**FIGURA 14 - Concentrações de metais médias (Al, Mn) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



**FIGURA 15 - Concentrações de metais médias (Pb, Ni, Cu e Cr) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



**FIGURA 16 - Concentrações de metais médias (V, Zn, Ba) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



**FIGURA 17 - Concentrações de metais (Fe) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

### 5.1.5 HIDROCARBONETOS

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

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

A elevada toxicidade para os seres vivos é preocupante, podendo ter efeitos carcinogênicos e mutagênicos (FRONZA, 2006). Os sedimentos marinhos são carreadores e fontes potenciais de



contaminantes nos sistemas aquáticos, já que as partículas recobertas por material orgânico, sulfetos e hidróxidos de ferro mantêm os contaminantes orgânicos associados a sua superfície (KENNISH, 1997).

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

### 5.1.5.1 HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS (HPAS)

Para a caracterização ambiental do presente estudo foram analisadas as concentrações dos 16 HPAs prioritários (naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-cd)pireno, dibenzo(a,h)antraceno e benzo(g,h,i)perileno), de dibenzotiofeno e dos homólogos alquilados (1-metilnaftaleno, 2-metilnaftaleno, C2-naftalenos, C3-naftalenos, C4-naftalenos, C1-fluorenos, C2-fluorenos, C1-fenantrenos, C2-fenantrenos, C3-fenantrenos, C2-pirenos e C1-pirenos). Para nenhum HPA analisado foi encontrada concentração acima do limite de quantificação, refletindo em HPAs totais abaixo do limite de quantificação em todas as estações do Bloco Sul de Gato do Mato (LQs de HPA total variando entre  $<7,52$  e  $<30,0 \mu\text{g.kg}^{-1}$ ). No **Anexo A** é possível observar nos laudos laboratoriais os limites das análises de cada HPA analisado.

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

### 5.1.5.2 HIDROCARBONETOS TOTAIS DO PETRÓLEO (HTP)

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



No presente estudo foram analisadas as concentrações de HTP, as quais incluíram alifáticos totais (cadeia de C-10 a C-36, pristano, fitano e somatórios dos n-alcanos), hidrocarbonetos resolvidos de petróleo (HRP) e os hidrocarbonetos não resolvidos (MCNR). Assim, nenhuma amostra apresentou concentração quantificável de n-alcanos, bem como de HTP.

Estudos pretéritos apontam que já foram encontradas concentrações de HTPs na região da Bacia de Santos (STATOIL/AECOM, 2017; PETROBRAS/HABTEC, 2003). PETROBRAS/HABTEC (2003) salientaram, que não foram encontradas concentrações de MCNR em nenhuma das estações avaliadas e apresentaram as concentrações de n-alcanos totais, porém, embora as mesmas tenham variado entre <7,00 e 286  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ , mantiveram-se abaixo do LQ nas estações 2, 3 e 5, daquele estudo.

### 5.1.6 BIOMARCADORES

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

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

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



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

Na **Tabela 17** é possível verificar os biomarcadores analisados, as razões calculadas e os códigos utilizados nas tabelas seguintes para fazer a caracterização ambiental.

**Tabela 17 – Códigos das razões entre biomarcadores orgânicos identificados no sedimento marinho durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

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

Considerando a razão Hopanos/Esteranos, valores menores ou iguais a 4 indicam deposição de matéria orgânica marinha contribuída, principalmente por organismos planctônicos e/ou algas. Já valores superiores a 7 indicam deposição de matéria orgânica terrestre e/ou microbially reworked (SPRINGER, 2007). No presente estudo, os valores variaram entre 5,30 e 8,37, avaliando todas as amostras, o que demonstra uma maior contribuição de uma matéria orgânica de origem terrestre e/ou reworked (**Tabela 18**).

A razão Tri/Hopanos vem sendo utilizada na caracterização de ambientes deposicionais, tendo o terpano tetracíclico sido encontrado em ambientes marinhos deltaicos e lacustres salinos (MELLO, 1988), não sendo o caso da área do presente estudo, uma vez que se trata de um talude, refletindo assim nos resultados desta razão, os quais oscilaram de 0,24 a 0,33.



Com relação à razão  $Ts/(Ts+Tm)$ , o hopano  $Tm$  apresenta menor instabilidade quando ao  $Ts$ , deste modo, esta razão é bastante dependente da maturidade e origem. A maturação consiste nas transformações sofridas pela matéria orgânica e petróleo sob condições de soterramento e temperatura resultando em hidrocarbonetos mais leves (SPRINGER, 2007). Assim, quanto mais maturado o sedimento menor a concentração de  $Tm$  e mais próximo a 1 será a razão. Os valores obtidos no presente estudo estiveram entre 0,30 e 0,33, indicando baixo grau de maturação e soterramento.

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

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

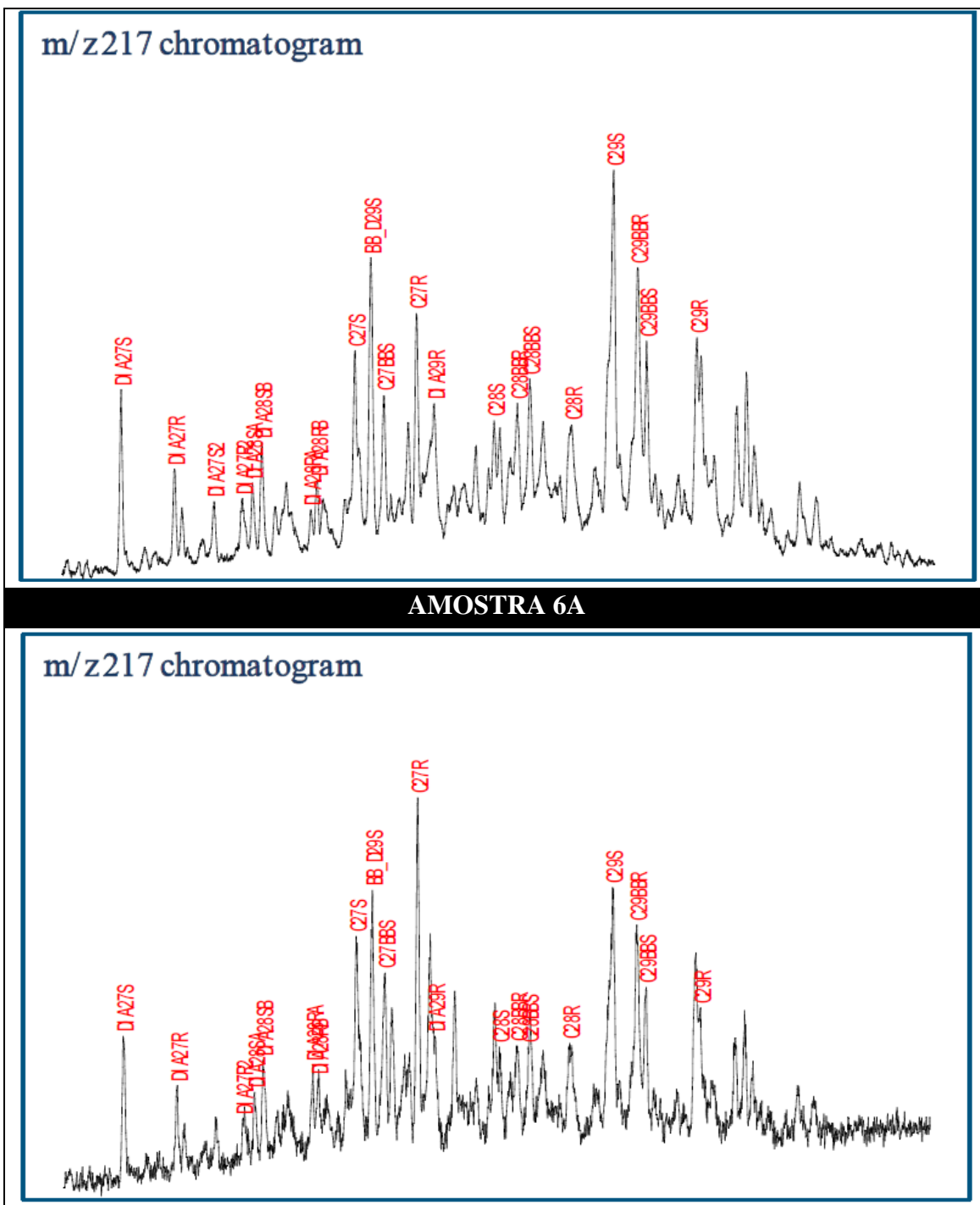


**TABELA 18 – Biomarcadores orgânicos (terpanos e esteranos) e razões entre os compostos no sedimento marinho durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Biomarcadores e Razões	1					2					3				
	1A	1B	1C	Med	Desv Pad	2A	2B	2C	Med	Desv Pad	3A	3B	3C	Med	Desv Pad
Terpanos (ppm)	1063	1361	1770	1398	354,94929	4556	987	1594	2379	1909,6096	1952	1193	1161	1435,3333	447,73243
Esteranos (ppm)	139	225	265	209,66667	64,384263	605	152	227	328	242,80239	389	153	152	231,33333	136,54425
Hopanos/Esteranos	7,62	6,36	6,54	6,84	0,68	7,55	7,05	6,95	7,18	0,32	5,30	8,37	7,33	7,00	1,56
Tri/Hopanos	0,24	0,24	0,26	0,25	0,01	0,25	0,24	0,27	0,25	0,02	0,32	0,26	0,29	0,29	0,03
TS/TS+TM	0,40	0,42	0,40	0,41	0,01	0,38	0,39	0,37	0,38	0,01	0,41	0,36	0,37	0,38	0,03
Norneo/H29	0,22	0,23	0,23	0,23	0,01	0,22	0,24	0,21	0,22	0,02	0,22	0,23	0,24	0,23	0,01
H28/H30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
H29/H30	0,59	0,61	0,59	0,60	0,01	0,61	0,58	0,65	0,61	0,04	0,63	0,63	0,65	0,64	0,01
OL/H30	0,04	0,05	0,05	0,05	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00	0,04	0,04	0,05	0,04	0,01
GAM/H30	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,18	0,17	0,18	0,18	0,01	0,14	0,20	0,18	0,17	0,03
H35/H34	0,78	0,86	0,84	0,83	0,04	0,80	0,80	0,78	0,79	0,01	0,72	0,82	0,75	0,76	0,05
25NOR/HOP	0,21	0,18	0,25	0,21	0,04	0,24	0,23	0,21	0,23	0,02	0,26	0,20	0,33	0,26	0,07
TET24/26Tri	0,20	0,25	0,22	0,22	0,03	0,21	0,23	0,33	0,26	0,06	0,26	0,21	0,26	0,24	0,03
21/23Tri	0,37	0,38	0,39	0,38	0,01	0,38	0,34	0,39	0,37	0,03	0,41	0,32	0,37	0,37	0,05
26/25Tri	1,36	1,32	1,31	1,33	0,03	1,37	1,29	1,22	1,29	0,08	1,34	1,24	1,17	1,25	0,09
20S/(20S+20R)	0,63	0,61	0,61	0,62	0,01	0,62	0,61	0,60	0,61	0,01	0,55	0,67	0,66	0,63	0,07
bb/(aa+bb)	0,43	0,46	0,46	0,45	0,02	0,45	0,47	0,44	0,45	0,02	0,47	0,42	0,39	0,43	0,04
%C27	34,65	35,10	34,51	34,75	0,31	34,97	33,60	37,41	35,33	1,93	36,66	33,41	34,05	34,71	1,72
%C28	24,62	23,86	25,19	24,56	0,67	24,27	24,54	24,65	24,49	0,20	23,65	24,25	24,72	24,21	0,54
%C29	40,73	41,04	40,30	40,69	0,37	40,76	41,85	37,94	40,18	2,02	39,69	42,34	41,23	41,09	1,33
DIA/REG Chol	0,69	0,60	0,66	0,65	0,05	0,66	0,64	0,65	0,65	0,01	0,65	0,67	0,67	0,66	0,01

Biomarcadores e Razões	4					5					6				
	4A	4B	4C	Med	Desv Pad	5A	5B	5C	Med	Desv Pad	6A	6B	6C	Med	Desv Pad
Terpanos (ppm)	1735	1433	1766	1329,6776	486,37055	2739	3778	2515	3010,6667	673,90232	1449	2923	4060	2810,6667	1309,1197
Esteranos (ppm)	228	210	244	200,31293	45,015157	420	550	385	451,66667	86,938676	224	407	741	457,33333	262,14945
Hopanos/Esteranos	7,99	7,58	7,68	6,52	2,45	6,62	6,96	5,45	6,34	0,79	5,58	5,79	6,11	5,83	0,27
Tri/Hopanos	0,25	0,26	0,24	0,23	0,10	0,25	0,26	0,31	0,27	0,03	0,32	0,30	0,33	0,32	0,02
TS/TS+TM	0,37	0,35	0,36	0,31	0,14	0,40	0,41	0,42	0,41	0,01	0,42	0,42	0,30	0,38	0,07
Norneo/H29	0,23	0,04	0,21	0,16	0,11	0,23	0,22	0,22	0,22	0,01	0,18	0,18	0,24	0,20	0,03
H28/H30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	0,00	0,01	0,02	0,03
H29/H30	0,61	0,59	0,60	0,52	0,25	0,60	0,61	0,64	0,62	0,02	0,66	0,61	0,61	0,63	0,03
OL/H30	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00	0,04	0,05	0,04	0,04	0,01
GAM/H30	0,18	0,17	0,16	0,15	0,06	0,18	0,18	0,13	0,16	0,03	0,14	0,12	0,14	0,13	0,01
H35/H34	0,82	0,81	0,83	0,67	0,31	0,82	0,81	0,73	0,79	0,05	1,04	0,86	0,72	0,87	0,16
25NOR/HOP	0,22	0,26	0,23	0,23	0,09	0,23	0,24	0,23	0,23	0,01	0,00	0,21	0,25	0,15	0,13
TET24/26Tri	0,19	0,20	0,24	0,19	0,09	0,25	0,24	0,30	0,26	0,03	0,29	0,30	0,56	0,38	0,15
21/23Tri	0,34	0,44	0,41	0,33	0,14	0,45	0,51	0,46	0,47	0,03	0,48	0,45	0,42	0,45	0,03
26/25Tri	1,34	1,39	1,34	1,10	0,50	1,33	1,38	1,28	1,33	0,05	1,40	1,36	1,22	1,33	0,09
20S/(20S+20R)	0,62	0,61	0,62	0,53	0,23	0,56	0,58	0,67	0,60	0,06	0,69	0,67	0,64	0,67	0,03
bb/(aa+bb)	0,44	0,44	0,48	0,37	0,16	0,46	0,46	0,55	0,49	0,05	0,48	0,48	0,53	0,50	0,03
%C27	32,79	31,71	33,31	28,05	12,94	34,38	35,72	34,21	34,77	0,83	35,19	37,49	30,95	34,54	3,32
%C28	22,82	23,97	23,60	19,98	9,54	24,20	23,88	25,61	24,56	0,92	25,21	24,20	22,00	23,80	1,64
%C29	44,38	44,32	43,09	35,91	17,00	41,42	40,40	40,18	40,67	0,66	39,59	38,30	47,04	41,64	4,72
DIA/REG Chol	0,59	0,57	0,60	0,52	0,25	0,68	0,66	0,65	0,66	0,02	0,46	0,73	0,62	0,60	0,14





AMOSTRA 6A

Figura 18 – Perfil cromatográfico da amostra 3C analisada durante a caracterização ambiental da Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Baía de Santos.

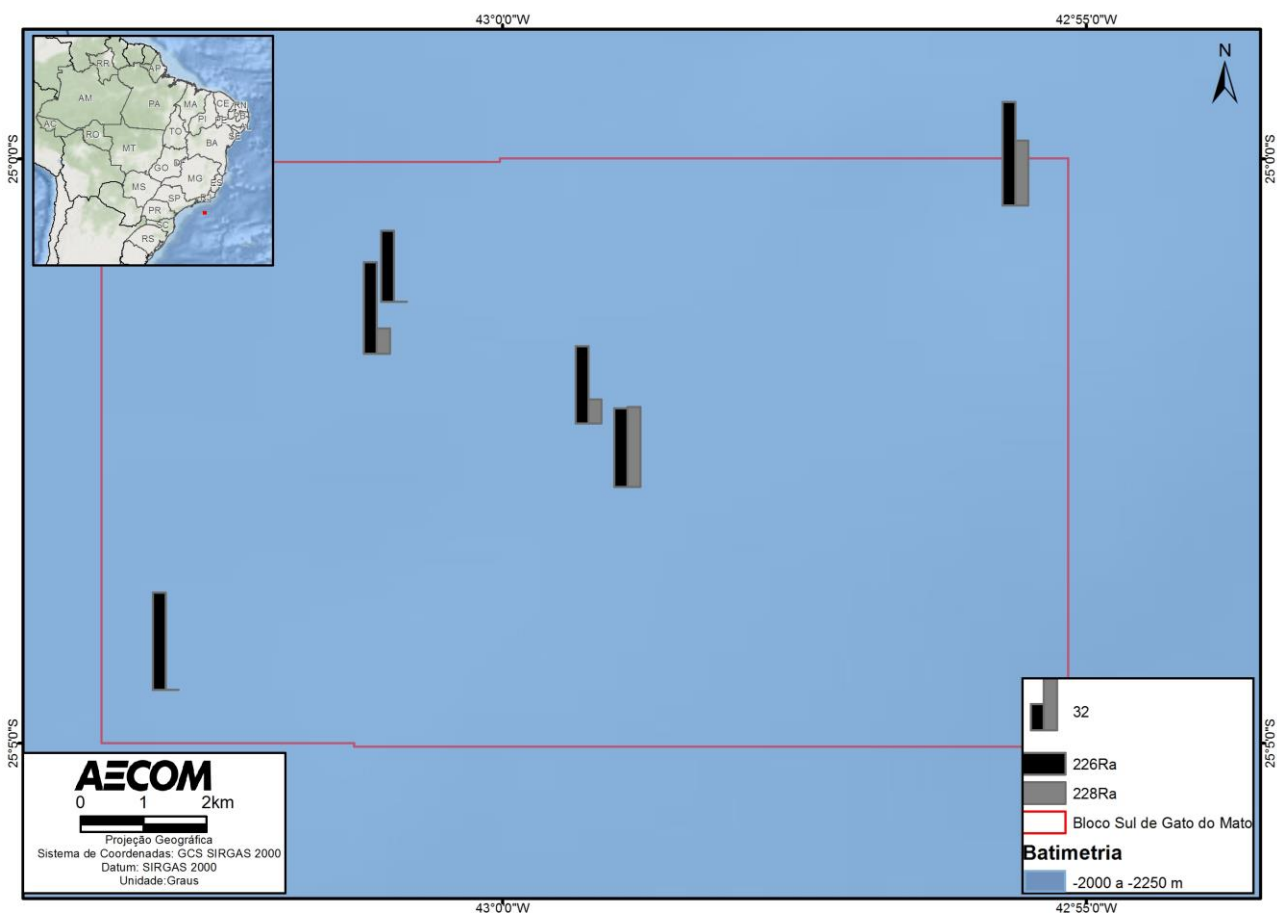


### 5.1.7 RADIONUCLÍDEOS

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

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

Os resultados dos radionuclídeos obtidos através das amostras de sedimento coletadas na Área do Bloco Sul de Gato do Mato apresentaram concentrações de  $^{226}\text{Ra}$  entre 36,00 e 76,40  $\text{Bq.kg}^{-1}$ , com média de 51,60  $\text{Bq.kg}^{-1}$ . Já  $^{228}\text{Ra}$  oscilou entre < 40 (em doze das dezoito amostras) e 105  $\text{Bq.kg}^{-1}$  (**Figura 19; Tabela 19**).



**Figura 19 – Concentrações médias de  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{228}\text{Ra}$  ( $\text{Bq.kg}^{-1}$ ) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



De acordo com a literatura, a semelhança química entre o bário e o rádio auxilia na interpretação dos resultados de uma determinada região, já que eles tendem a sofrer as mesmas influências no ambiente marinho (BROECKER & PENG (1982) *apud* COSTA; 2016). As razões de  $^{226}\text{Ra}/\text{Ba}$  costumam ser constantes em águas oceânicas, tendo os resultados obtidos no presente estudo sido próximos, tendo os valores de desvio padrão sido baixo (Tabela 20).

**TABELA 19 –  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{228}\text{Ra}$  ( $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) nas estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Estação	Ra226			Média	DP	Ra228			Média	DP
	A	B	C			A	B	C		
1	36,00	39,00	57,50	44,17	11,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	51,50	56,70	62,00	56,73	5,25	46,9	0,00	0,00	15,63	27,08
3	47,00	49,20	47,80	48,00	1,11	0,00	45	0,00	15,00	25,98
4	64,90	39,70	41,50	48,70	14,06	0,00	105	44,1	49,70	52,72
5	60,30	44,50	76,40	60,40	15,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	72,00	90,10	30,50	64,20	30,56	79,6	0,00	41,2	40,27	39,81

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

**TABELA 20 – Valores de  $^{226}\text{Ra}/\text{Ba}$  e  $^{228}\text{Ra}/\text{Ba}$  durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Estação	226Ra/Ba			Média	DP	228Ra/Ba			Média	DP
	A	B	C			A	B	C		
1	0,17	0,17	0,19	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,23	0,23	0,32	0,26	0,05	0,21	0,00	0,00	0,07	0,12
3	0,17	0,21	0,15	0,18	0,03	0,00	0,19	0,00	0,06	0,11
4	0,22	0,14	0,19	0,18	0,04	0,00	0,36	0,20	0,19	0,18
5	0,30	0,19	0,31	0,27	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,40	0,30	0,14	0,28	0,13	0,44	0,00	0,18	0,21	0,22

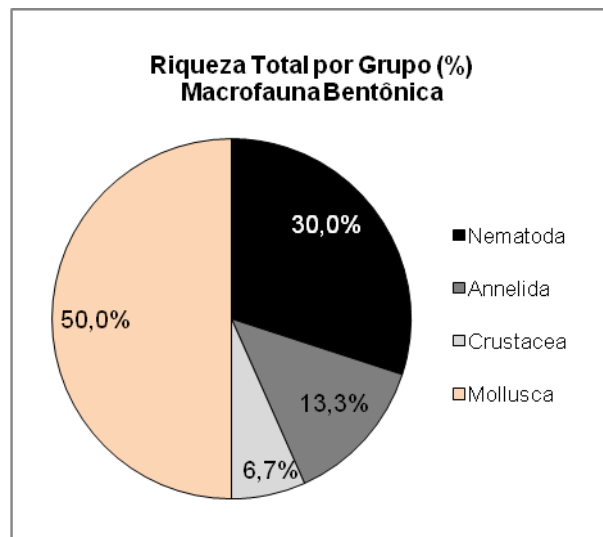
## 5.2 MACROFAUNA BENTÔNICA

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

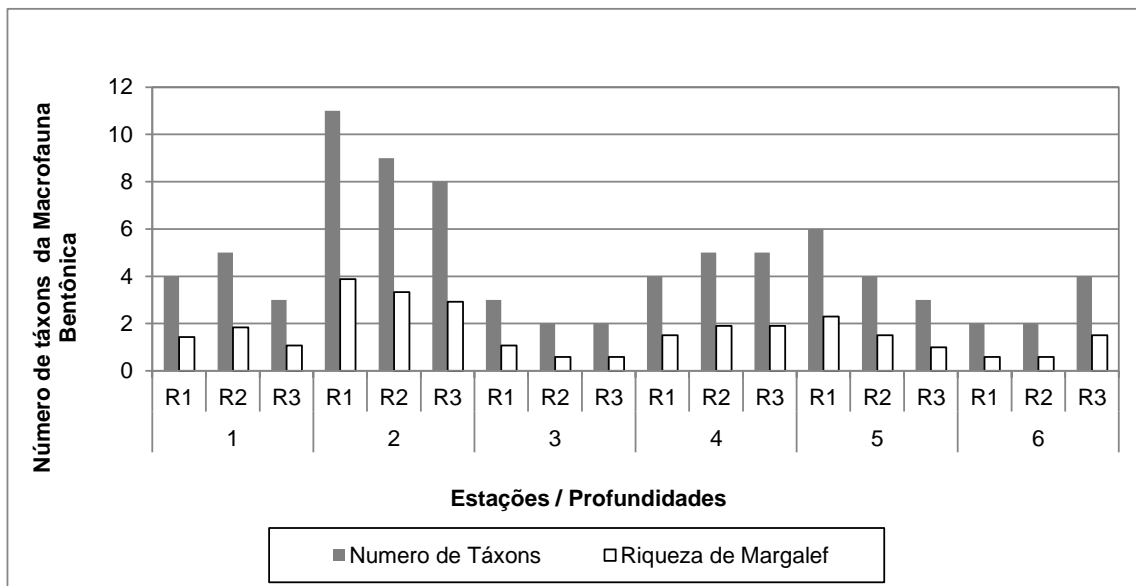
### 5.2.1 ANÁLISE QUALITATIVA

Os resultados da macrofauna bentônica do presente estudo identificaram 30 táxons distintos (**Anexo B**). A comunidade de macrobentos do Bloco Sul de Gato do Mato é composta por quatro grupos principais, representados pelos filos Nematoda, Annelida, Mollusca e pelo Subfilo Crustacea, com contribuições em número de táxons de 30%, 13,3%, 50% e 6,7%, respectivamente (**Figura 20**). A macrofauna bentônica da região é composta, majoritariamente, por indivíduos pertencentes ao grupo Mollusca.

Cabe ressaltar a presença de indivíduos em todas as amostras coletadas na região (**Figura 21**). Além da riqueza contabilizada a partir do número de táxons distintos, que oscilou de 2 a 11 táxons por amostra, foi calculada também a riqueza de Margalef, citada como diversidade de Margalef, que pondera o número de táxons distintos em relação ao número total de indivíduos da amostra. Os valores da riqueza de Margalef variaram entre 0,59 e 3,88. (**Figura 21**).

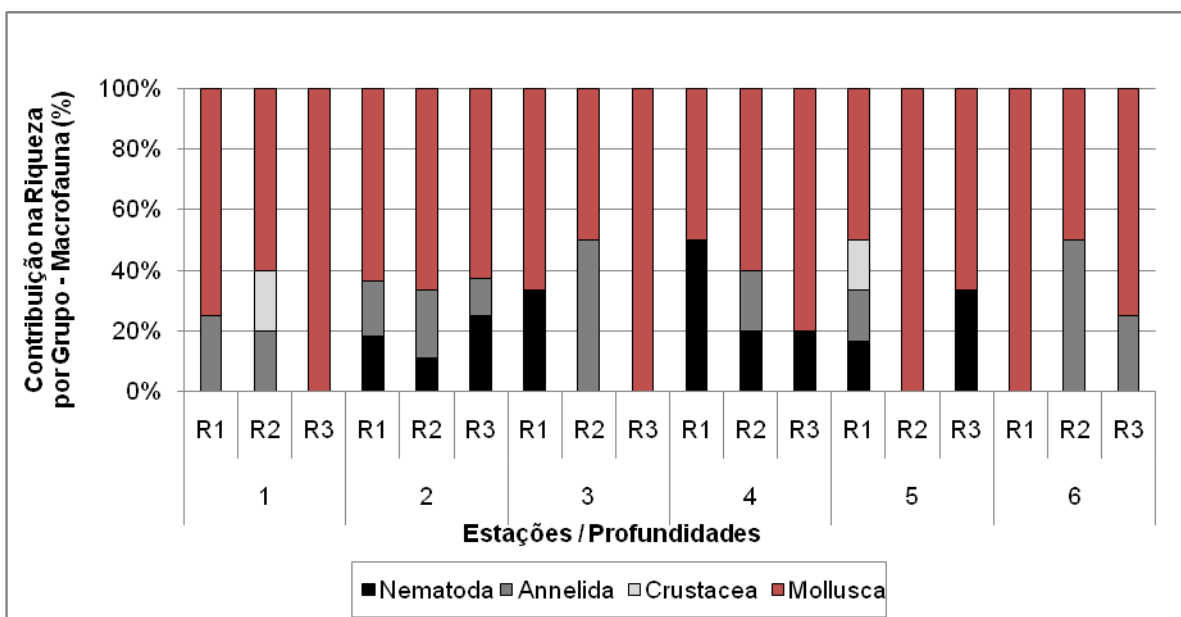


**FIGURA 20 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da macrofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



**FIGURA 21 – Riqueza (nº de táxons) e riqueza de Margalef dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

O grupo Mollusca foi o mais representativo em relação à distribuição taxonômica da maioria das estações do Bloco Sul de Gato do Mato, sendo exclusivo nas amostras 1\_R3, 3\_R3, 5\_R2 e 6\_R1. Diversos trabalhos na costa do Brasil, inclusive na Bacia de Santos, também apontaram para a dominância do Filo Mollusca em águas profundas, como, por exemplo, o estudo de BENKENDORFER & SOARES-GOMES (2009). Os autores identificaram a espécie *Seguenzia hapala*, extremamente representativa no presente estudo (Figura 22).



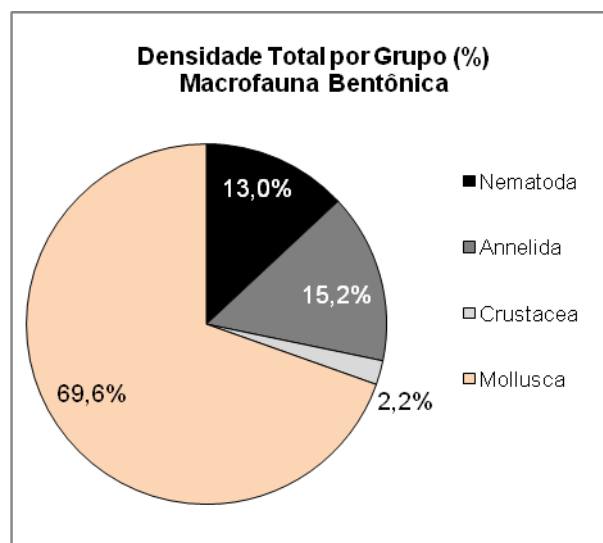
**FIGURA 22 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



Em relação à frequência de ocorrência, 94% dos táxons ocorreram em menos de 10% das amostras analisadas, ou seja, foram pouco frequentes. Somente 3 táxons ocorreram entre 40 e 70% dos pontos analisados e nenhum organismo foi encontrado em mais de 70% das amostras. Os três táxons mais frequentes foram os moluscos *Vetulonia parajeffreysi*, *Seguenzia hapala* e *Tindariopsis aeolata*. De acordo com BENKENDORFER & SOARES-GOMES (2009) a espécie *Seguenzia hapala* é muito frequente em águas profundas (de 1540 a 3450 m).

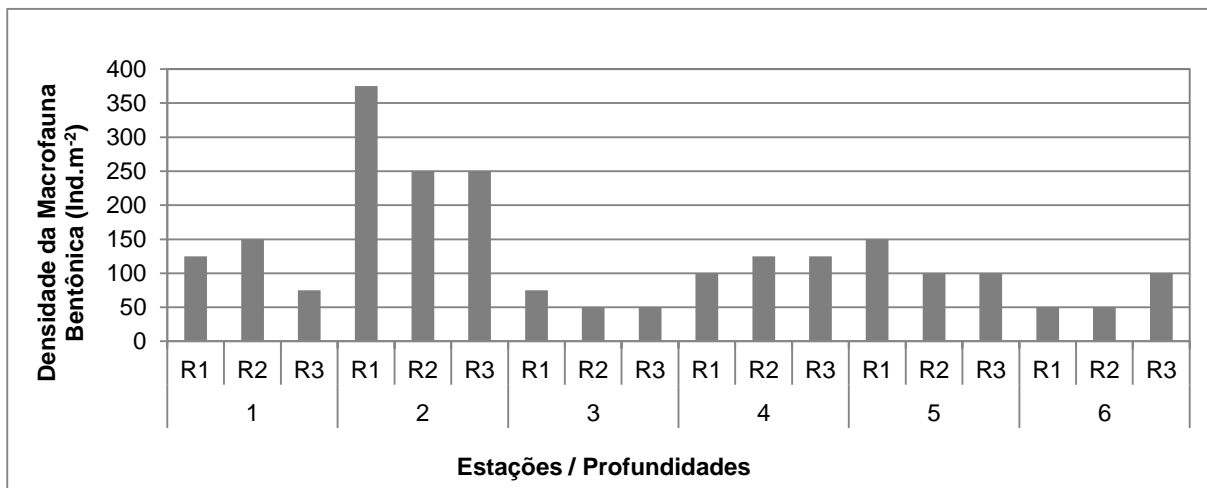
## 5.2.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

Na análise quantitativa da comunidade bentônica também ficou evidenciada a dominância do Filo Mollusca, com 69,6% de contribuição média. Os filos Annelida e Nematoda foram os segundos grupos mais representativos, ambos contribuindo, respectivamente, com 15,2% e 13% da densidade total encontrada no Bloco Sul de Gato do Mato (**Figura 23**). A densidade média encontrada na área de estudo foi de 127,78 Ind.m<sup>-2</sup>. A densidade por estação/amostra variou entre 50 e 375 ind.m<sup>-2</sup>, com destaque para a estação 2. A **Figura 24** e a **Tabela 21** apresentam os táxons mais abundantes da macrofauna bentônica no Bloco Sul de Gato do Mato.



**FIGURA 23 – Contribuição média (%) por grupo na densidade dos organismos da macrofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**





**FIGURA 24 – Densidade média (ind.m<sup>-2</sup>) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

**TABELA 21 – Valores de densidade (ind.m<sup>-2</sup>) dos táxons da macrofauna bentônica mais abundantes da caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Táxon	Grupo	Densidade Média (Ind.m <sup>-2</sup> )
Capitellidae	Annelida	11,11
<i>Vetulonia parajeffreysi</i>	Mollusca	11,11
<i>Seguenzia hapala</i>		15,28
<i>Tindariopsis aeolata</i>		19,44

O Filo Mollusca foi predominante em todas as estações amostradas, sendo exclusivo na réplica 3 das estações 1 e 3, na réplica 2 da estação 5 e na réplica 1 da estação 6. O grupo Annelida foi o segundo mais representativo, especialmente nas amostras 1\_R1, 3\_R2 e 6\_R2 (**Figura 25; Tabela 22**). Os valores de densidade reportados por PETROBRAS/HABTEC (2003) apresentaram valores inferiores, com média correspondente a 18,8 ind. m<sup>-2</sup>. Tais resultados demonstram baixa abundância de macrofauna bentônica esperada em águas profundas. O estudo supracitado destacou ainda a abundância dos moluscos. No levantamento de MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002), os autores também relacionam a diminuição da densidade com o aumento da profundidade.

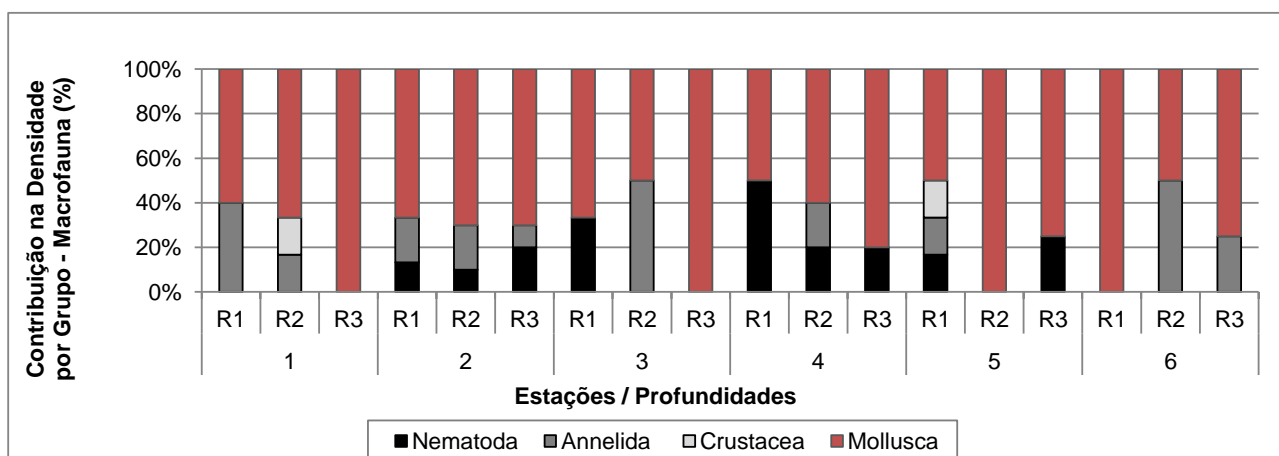


FIGURA 25 – Contribuição média (%) por grupo na densidade dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.

TABELA 22 – Densidade por grupo e total (ind.m<sup>-2</sup>) dos organismos da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.

Estações	Réplicas	Nematoda	Annelida	Crustacea	Mollusca	Total
1	R1	0,00	50,00	0,00	75,00	125,00
	R2	0,00	25,00	25,00	100,00	150,00
	R3	0,00	0,00	0,00	75,00	75,00
2	R1	50,00	75,00	0,00	250,00	375,00
	R2	25,00	50,00	0,00	175,00	250,00
	R3	50,00	25,00	0,00	175,00	250,00
3	R1	25,00	0,00	0,00	50,00	75,00
	R2	0,00	25,00	0,00	25,00	50,00
	R3	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00
4	R1	50,00	0,00	0,00	50,00	100,00
	R2	25,00	25,00	0,00	75,00	125,00
	R3	25,00	0,00	0,00	100,00	125,00
5	R1	25,00	25,00	25,00	75,00	150,00
	R2	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
	R3	25,00	0,00	0,00	75,00	100,00
6	R1	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00
	R2	0,00	25,00	0,00	25,00	50,00
	R3	0,00	25,00	0,00	75,00	100,00

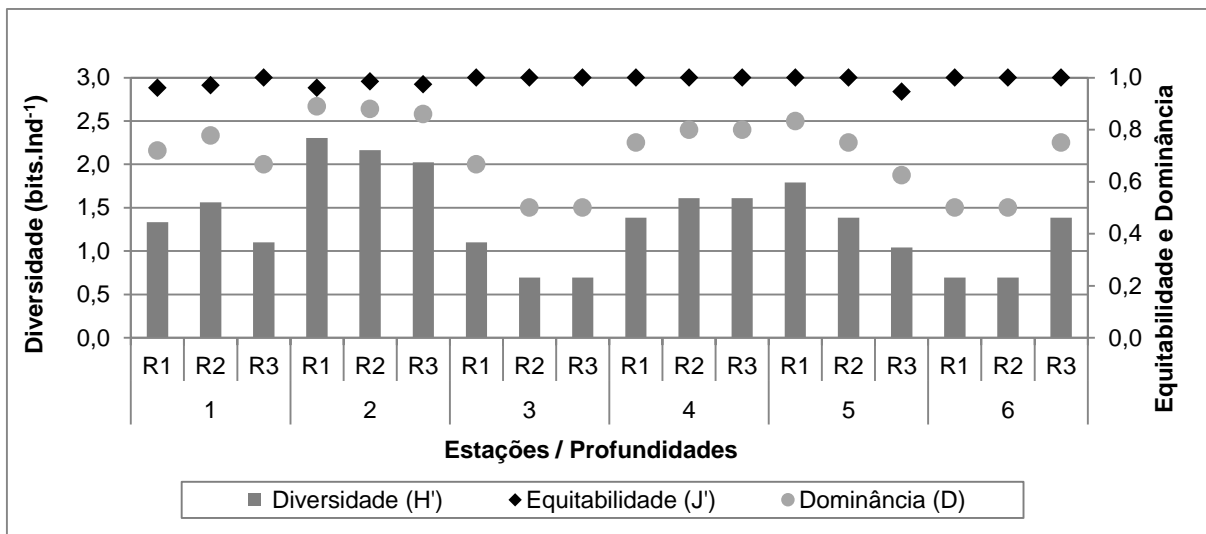
### 5.2.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS

Os índices biológicos para a comunidade de macrobentos do Bloco Sul de Gato do Mato exibiram pequenas oscilações ao longo das estações e réplicas. A diversidade de Shannon variou entre 0,69 e 2,30 bits.Ind<sup>-1</sup>, a equitabilidade entre 0,95 e 1,00 e a dominância entre 0,50 e 0,89 (Tabela 23; Figura 26).



**TABELA 23 - Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica de cada amostra durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Estações	Profundidade	Diversidade (H')	Equitabilidade (J')	Dominância (D)
1	R1	1,332	0,961	0,720
	R2	1,561	0,970	0,778
	R3	1,099	1,000	0,667
2	R1	2,303	0,961	0,889
	R2	2,164	0,985	0,880
	R3	2,025	0,974	0,860
3	R1	1,099	1,000	0,667
	R2	0,693	1,000	0,500
	R3	0,693	1,000	0,500
4	R1	1,386	1,000	0,750
	R2	1,609	1,000	0,800
	R3	1,609	1,000	0,800
5	R1	1,792	1,000	0,833
	R2	1,386	1,000	0,750
	R3	1,040	0,946	0,625
6	R1	0,693	1,000	0,500
	R2	0,693	1,000	0,500
	R3	1,386	1,000	0,750

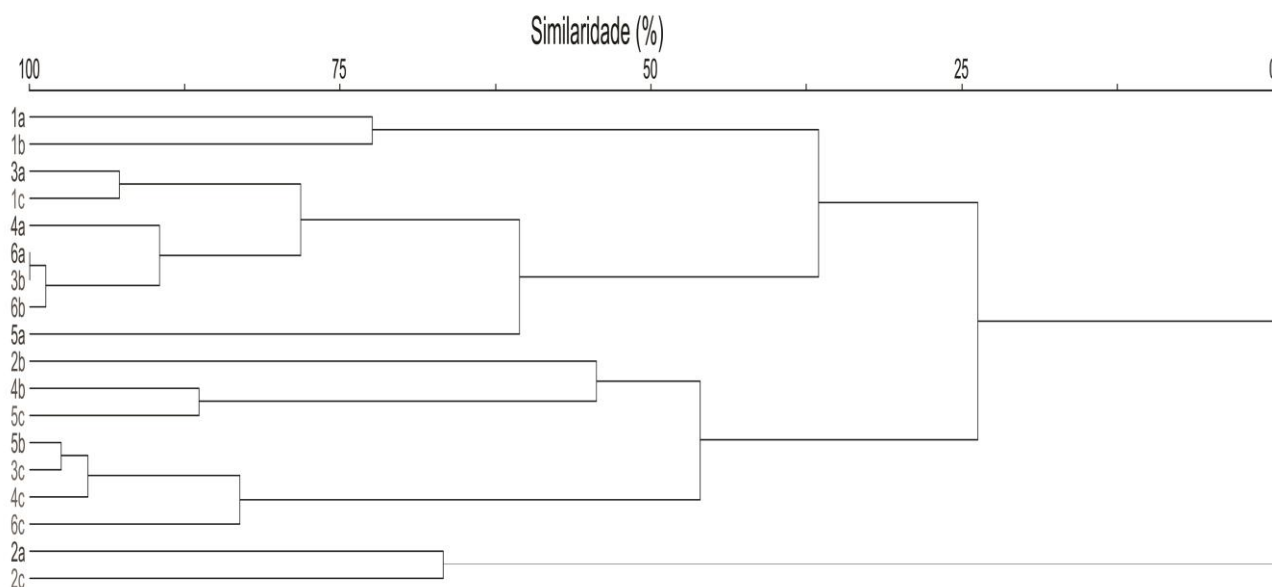


**FIGURA 26 – Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

A análise de similaridade realizada a partir dos resultados da macrofauna bentônica das estações do Bloco Sul de Gato do Mato considerou todas as réplicas amostradas (R1, R2 e R3, representadas por a, b e c, respectivamente) e revelou alta similaridade entre as amostras 6a, 3b e 6b, por exemplo, que pode estar relacionada a valores iguais de densidade média (50 Ind.m<sup>-2</sup>) e riqueza (2 táxons) encontrados em tais amostras. Além disso, nas 3 réplicas supracitadas, as densidades totais da espécie de molusco *Seguenzia hapala* foram as mesmas (25 Ind.m<sup>-2</sup>). Cabe destacar ainda que o dendograma gerado isolou as amostras 2a e 2c, com similaridade de cerca de 70% entre si e com ausência de similaridade em relação às demais amostras. Tal isolamento parece estar associado ao número de táxons e à densidade média da espécie



*Seguenzia hapala*, ambos consideravelmente superiores nessas duas réplicas, quando comparados às demais (**Figura 27**).

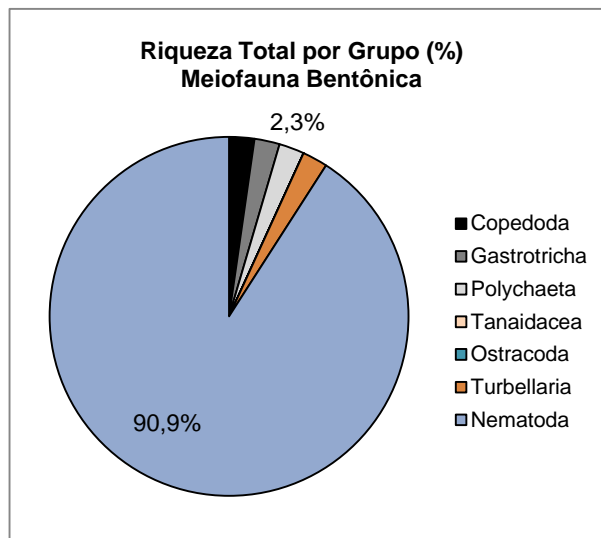


**FIGURA 27 – Análise de agrupamento das amostras através do índice de similaridade de Bray–Curtis da da macrofauna bentônica em cada estação da caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

## 5.3 MEIOFAUNA BENTÔNICA

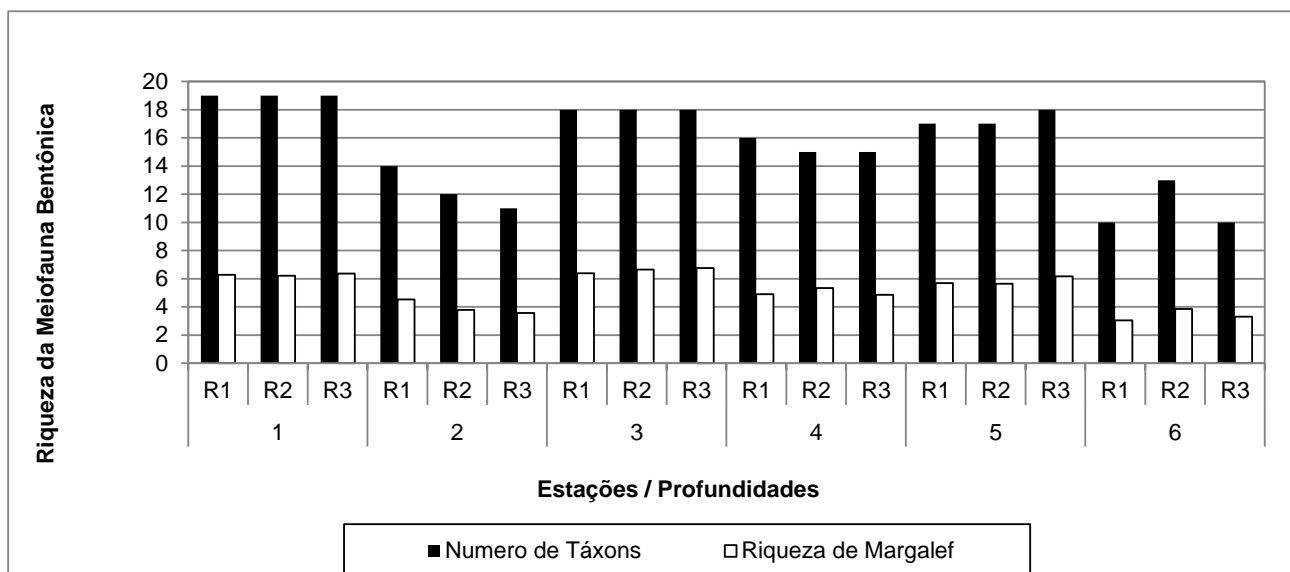
### 5.3.1 ANÁLISE QUALITATIVA

Os resultados da análise qualitativa na meiofauna bentônica evidenciaram a existência de 44 táxons distintos no Bloco Sul de Gato do Mato (**Anexo B**). Dentre os organismos analisados, 1 foi classificado a nível de filo, 2 a nível de classe, 1 a nível de sub-classe, 5 a nível de família e 35 a nível de gênero. Os indivíduos identificados distribuíram-se entre Nematoda, Polychaeta, Turbelária, Copepoda e Gastrotricha, sendo o Filo Nematoda representante de mais de 90% da meiofauna da região (**Figura 28**).



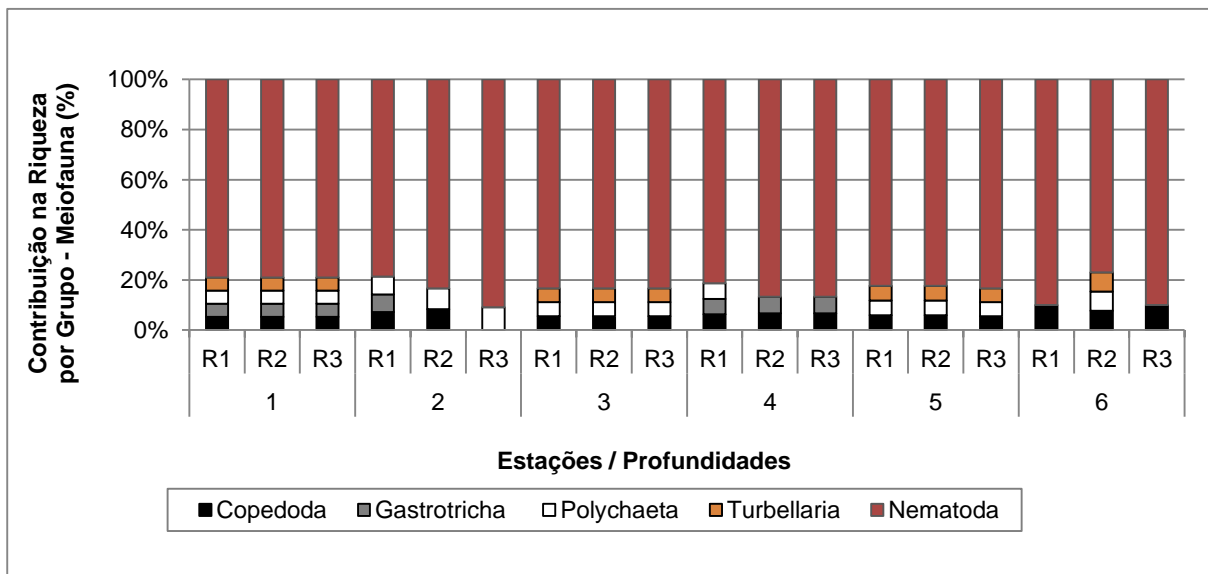
**FIGURA 28 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) dos organismos da meiofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

O número total de táxons distintos por estação, que considera a presença de táxons em qualquer uma das réplicas de uma mesma estação, variou entre 0 e 15. A análise por estação e por grande grupo revelou que os valores de riqueza média variaram de 0,39 a 12,83. A **Figura 29** apresenta as contribuições da riqueza (nº de táxons distintos) nas réplicas de cada estação amostrada do Bloco Sul de Gato do Mato. De uma forma geral, ocorreu certa homogeneidade na distribuição taxonômica ao longo da área de estudo, com o grupo Nematoda responsável pela maior contribuição do número de táxons das amostras (**Figura 30**). As menores riquezas taxonômicas foram observadas nas estações 2 e 6. A distribuição dos resultados de número de táxons distintos e de riqueza de Margalef, foram similares, sem um padrão claro definido em relação aos estratos com as profundidades ou com a localização dos pontos.



**FIGURA 29 – Riqueza (nº de táxons) dos organismos da meiofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**





**FIGURA 30 - Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Dentre os táxons da meiofauna observados, 19 tiveram frequência de ocorrência esporádica (<10%), 27 estiveram presentes em cerca de 10 a 40 % das amostras, 9 tiveram ocorrência entre 40 e 70% e somente 5 foram considerados muito frequentes, ocorrendo em mais de 70% das amostras. Os táxons muito frequentes foram os copepodes, a classe Polychaeta, os gêneros de Nematoda *Amphimonhystera*, *Cervonema*, *Elzalia* e *Thalassomonhystera*, sendo esse último com ocorrência em 100% das amostras (**Tabela 24**). A bibliografia relata a ocorrência de tais organismos em águas ultra profundas e mostra que o crescimento de sua abundância relativa é diretamente proporcional ao aumento da profundidade (MILJUTINA & MILJUTIN 2012; MILJUTINA et al. 2010; VANREUSEL et al. 2010; MUTHUMBI & VINCX 1997).

**TABELA 24 – Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade meiobentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Frequência de Ocorrência	Nº Táxons
FO <10%	19
10< FO <40%	27
40< FO <70%	9
FO >70%	5

### 5.3.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

A análise quantitativa revelou uma densidade média de 692,68 Ind.10 cm<sup>-2</sup> para a meiofauna do Bloco Sul de Gato do Mato. A heterogeneidade espacial entre as densidades da meiofauna pode ser explicada através de diversos fatores como, por exemplo, características sedimentares (granulometria, natureza do sedimento), fluxo de matéria orgânica e batimetria (FLEEGER; DECHO, 1987; LAMBSHEAD et al., 2002). O fundo marinho da área de estudo é composto majoritariamente por sedimentos lamosos, com maiores contribuições de silte. A quantidade de organismos da meiofauna pode estar associada à contribuição de matéria orgânica no sedimento. SOLTWEDEL et al. (2005) defendem que o fluxo de matéria orgânica da superfície para o

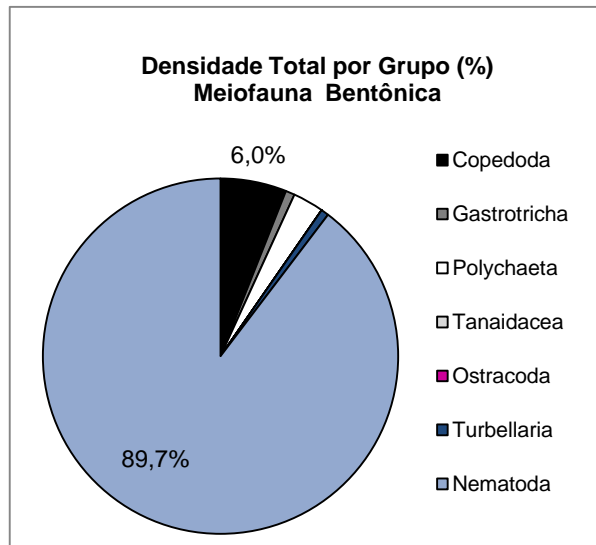


mar profundo exerce um controle considerável no estoque da fauna bentônica. A bibliografia existente para nematofauna revela ainda que a mesma é mais afetada pela profundidade vertical ao longo do sedimento e pelas condições tróficas do que pelas diferenças batimétricas ou por outras variáveis associadas à área de estudo (INGELS et al., 2011).

Assim como na análise qualitativa, o grupo Nematoda se destacou dentre os organismos identificados, contribuindo com quase 90% da densidade total (**Tabela 25; Figura 31**).

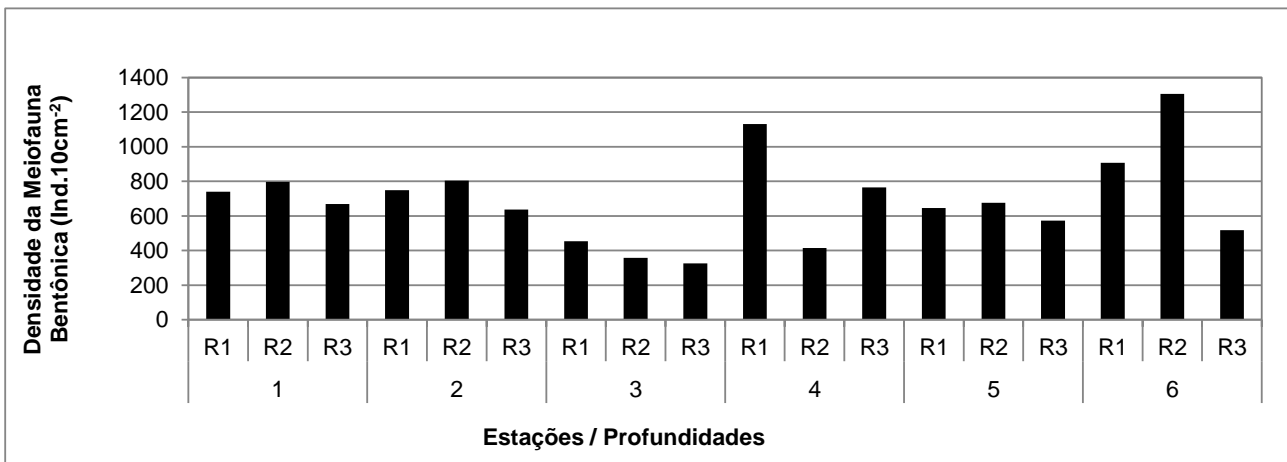
**TABELA 25 - Valores de densidade (Ind.10 cm<sup>-2</sup>) da caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Estações	Réplicas	Copepoda	Gastrotricha	Polychaeta	Tanaidacea	Ostracoda	Turbellaria	Nematoda	Total
1	R1	111,46	23,89	7,96	0,00	0,00	7,96	589,17	740,45
	R2	151,27	23,89	71,66	0,00	0,00	15,92	533,44	796,18
	R3	175,16	23,89	15,92	0,00	0,00	7,96	445,86	668,79
2	R1	15,92	7,96	47,77	0,00	0,00	0,00	676,75	748,41
	R2	7,96	0,00	15,92	0,00	0,00	0,00	780,25	804,14
	R3	0,00	0,00	39,81	0,00	0,00	0,00	597,13	636,94
3	R1	15,92	0,00	23,89	0,00	0,00	7,96	406,05	453,82
	R2	7,96	0,00	7,96	0,00	0,00	7,96	334,39	358,28
	R3	7,96	0,00	7,96	0,00	0,00	7,96	302,55	326,43
4	R1	39,81	7,96	23,89	0,00	0,00	0,00	1058,92	1130,57
	R2	47,77	7,96	0,00	0,00	0,00	0,00	358,28	414,01
	R3	31,85	7,96	0,00	0,00	0,00	0,00	724,52	764,33
5	R1	7,96	0,00	23,89	0,00	0,00	7,96	605,10	644,90
	R2	7,96	0,00	15,92	0,00	0,00	7,96	644,90	676,75
	R3	15,92	0,00	39,81	0,00	0,00	7,96	509,55	573,25
6	R1	23,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	883,76	907,64
	R2	47,77	0,00	7,96	0,00	0,00	7,96	1242,04	1305,73
	R3	31,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	485,67	517,52

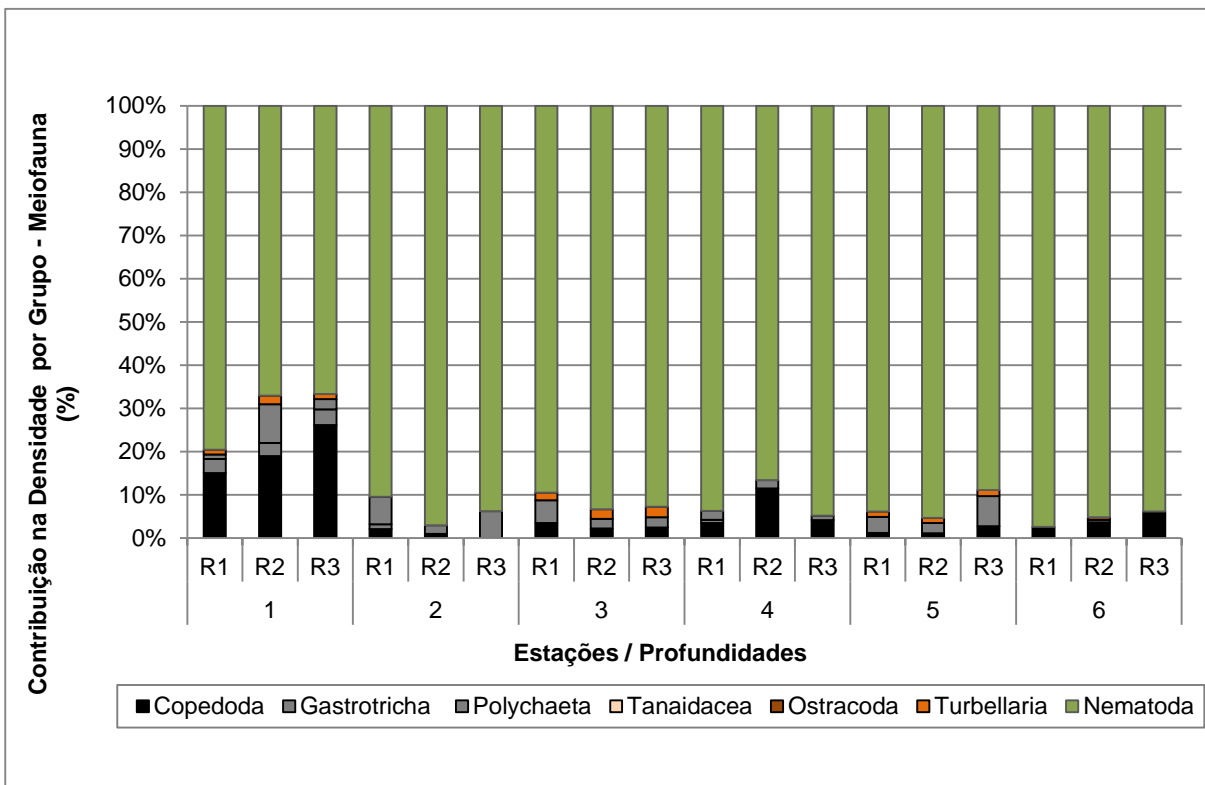


**FIGURA 31 – Contribuição total (%) por grupo na densidade da meiofauna bentônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Os resultados quantitativos da meiofauna da área do Bloco Sul de Gato do Mato oscilaram entre 0 Ind.10 cm<sup>-2</sup> e 1305,73 Ind.10 cm<sup>-2</sup>. A composição por grupo/divisão da meiofauna ao longo de todas as estações analisadas demonstra a maior contribuição na densidade sendo do grupo Nematoda (**Figuras 32 e 33**).



**FIGURA 32 – Densidade média (ind.10cm<sup>-2</sup>) da meiofauna bentônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



**FIGURA 33 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

### 5.3.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS

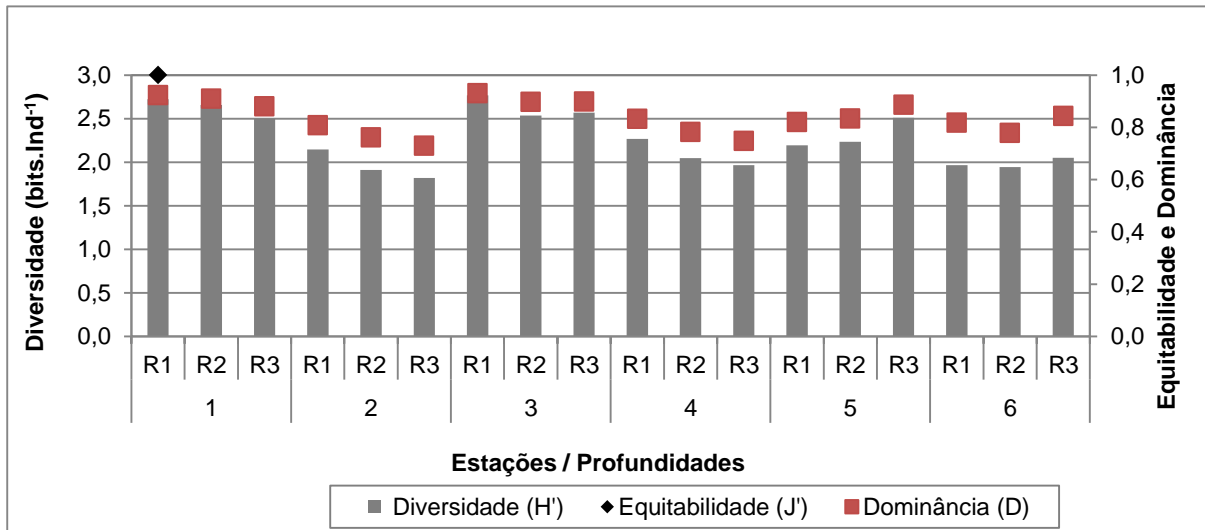
Os índices biológicos para a comunidade de meiofauna bentônica do Bloco Sul de Gato do Mato exibiram pequenas oscilações ao longo das estações e réplicas. A diversidade de Shannon variou entre 1,82 e 2,77 bits.Ind<sup>-1</sup>, a equitabilidade entre 0,73 e 0,96 e a dominância entre 0,73 e 0,93 (Tabela 26; Figura 34).

**TABELA 26 - Índices biológicos da comunidade da macrofauna bentônica em cada amostra durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Estações	Profundidade	Diversidade (H')	Equitabilidade (J')	Dominância (D)
1	R1	2,725	0,925	0,923
	R2	2,656	0,902	0,910
	R3	2,498	0,848	0,880
2	R1	2,145	0,813	0,808
	R2	1,913	0,770	0,761
	R3	1,819	0,758	0,729
3	R1	2,768	0,958	0,930
	R2	2,535	0,877	0,898
	R3	2,570	0,889	0,898
4	R1	2,267	0,818	0,832
	R2	2,047	0,756	0,782
	R3	1,968	0,727	0,749



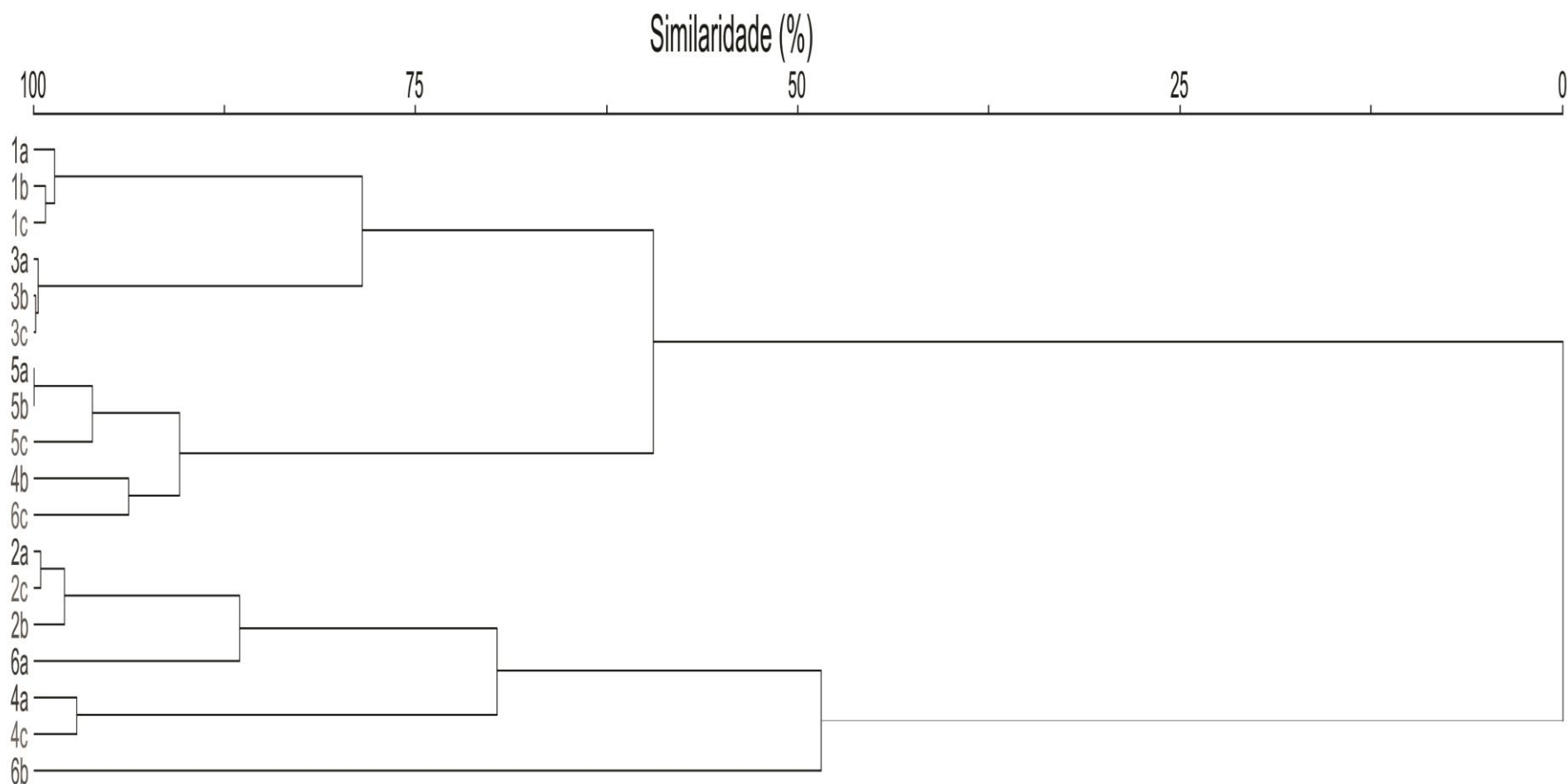
5	R1	2,194	0,774	0,820
	R2	2,235	0,789	0,834
	R3	2,509	0,868	0,886
6	R1	1,965	0,854	0,818
	R2	1,946	0,759	0,778
	R3	2,050	0,890	0,844



**FIGURA 34 – Índices biológicos da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

A análise de similaridade realizada a partir dos resultados da meiofauna bentônica das estações do Bloco Sul de Gato do Mato revelou a formação de quatro clados principais, onde as estações 1, 3 e 5 apresentam elevada similaridade entre suas réplicas. Tal configuração indica homogeneidade na distribuição espacial dos organismos do meiobentos e a análise dos resultados permite identificar que tal semelhança pode estar relacionada às riquezas taxonômicas observadas em tais amostras, iguais em todas as réplicas, exceto a amostra 5c, com 1 táxon a mais que as demais réplicas da estação 5. O dendograma gerado separou a amostra 6b das demais, possivelmente devido à maior densidade média obtida nessa amostra, 1305,73 Ind.10 cm<sup>-2</sup>, com destaque para a contribuição do gênero *Thalassomonhystera*, o táxon da meiofauna mais abundante para a região do Bloco Sul de Gato do Mato (Figura 35).





**FIGURA 35 – Análise de agrupamento das amostras através do índice de similaridade de Bray–Curtis da meiofauna em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

## 5.4 INSPEÇÃO VISUAL DE FUNDO

A inspeção visual de fundo realizada através de imagens (*snapshots*) e vídeos feitos nos 6 pontos do Bloco Sul de Gato do Mato, contribuiu para a caracterização ambiental da região, permitindo a verificação da ausência de bancos biogênicos (principalmente corais de profundidade) (**Figura 36; Anexo C**).

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





FIGURA 36 – Exemplos de imagens do fundo marinho obtidas com *dropcam*, durante a campanha de caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.



## 5.5 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

### 5.5.1 TEMPERATURA, SALINIDADE E DENSIDADE DA ÁGUA

#### *Estrutura da coluna d'água*

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

Os perfis de salinidade e temperatura das 6 estações amostradas no Bloco Sul de Gato do Mato evidenciaram uma termoclina com início em torno de 100 m de profundidade em todos os pontos amostrais. Ressalta-se que em cerca de 900 m de espessura da coluna d'água as temperaturas voltaram a se estabilizar, marcando o fim da termoclina. Em superfície, a temperatura oscilou entre 23,16 e 23,60 °C, seguindo homogênea até o início da termoclina, quando desencadeou um decréscimo contínuo até atingir valores próximos a 4,79 °C, no final da termoclina, mantendo-se com valores em torno de 3,93 °C até o final dos perfis. Os menores registros de temperatura estiveram na profundidade de 1600 metros (**Figura 37**).

Observa-se que os valores de temperatura e salinidade exibiram taxa de variação similar ao longo da coluna d'água, ambos com máximos registrados em superfície. Os valores mínimos de salinidade foram computados no final da termoclina (900 metros), onde voltaram a aumentar. Em superfície, a salinidade variou de 36,87 a 37,07 e a, aproximadamente, 900 m de profundidade, os valores caíram para cerca de 34,4 (**Figura 37**).

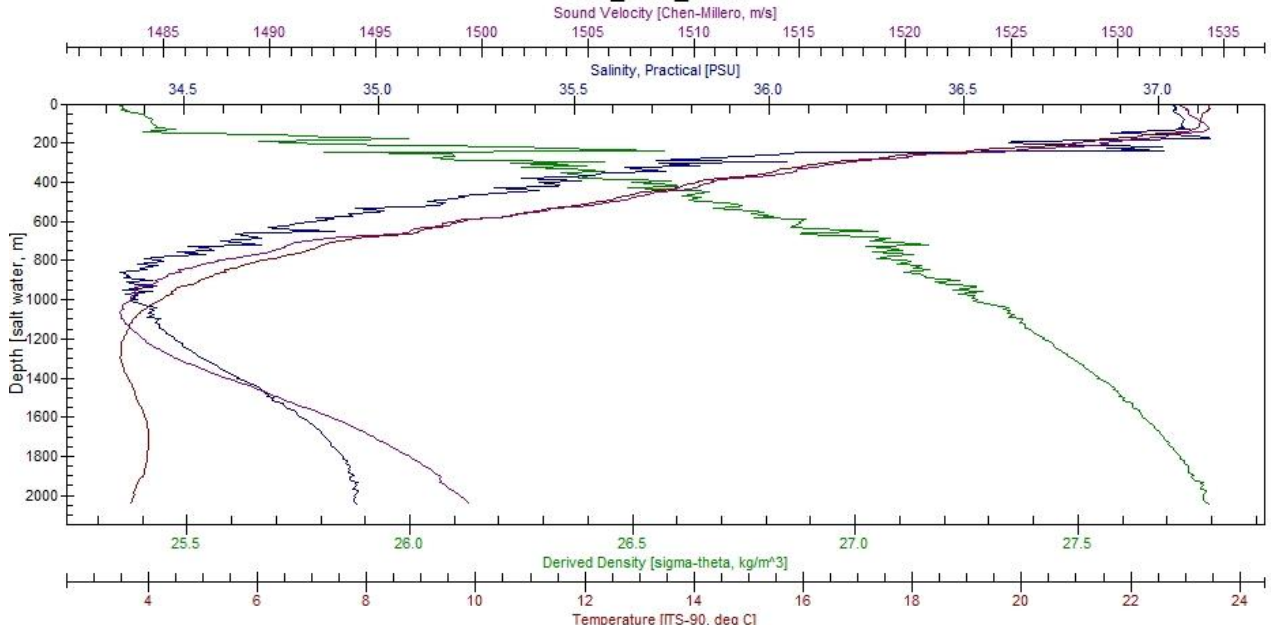
Os resultados de densidade exibiram um comportamento esperado para a região (WOCE, 2013), com valores inversamente proporcionais aos de temperatura e salinidade. O maior valor foi computado na profundidade em torno de 1600 m (27,65 sigma-theta, kg.m<sup>-3</sup>) e o mínimo em superfície (25,28 sigma-theta, kg.m<sup>-3</sup>) (**Figura 37**).

Os valores de temperatura e salinidade encontrados no presente estudo foram coerentes com aqueles reportados pela literatura existente para águas oceânicas da Bacia de Santos. De acordo com os dados verificados no Bloco BM-S-54, por exemplo, localizado em região adjacente ao Bloco Sul de Gato do Mato, a temperatura superficial aproximada naquela área é de 24,8°C e, à 1000 m de profundidade, reduz para cerca de 3,34°C (ENSR/AECOM/SHELL; 2008); A salinidade exhibe comportamento similar ao da temperatura, com maiores valores em superfície, diminuindo em direção ao fundo (LEVITUS & BOYER, 1994).

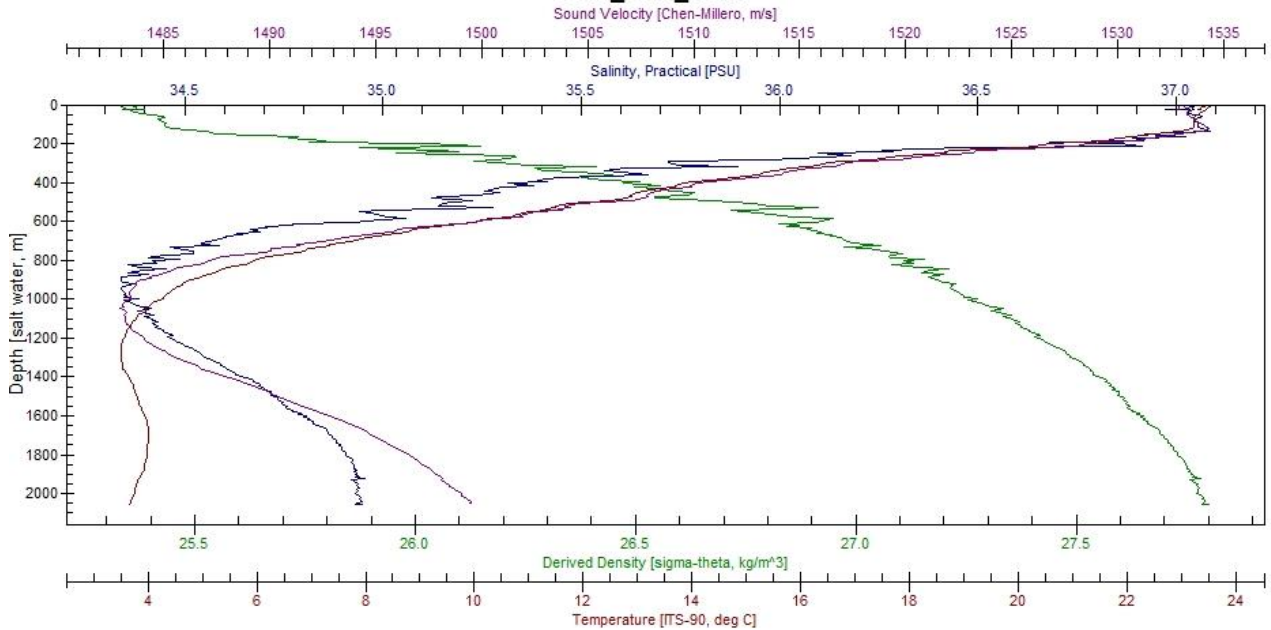




**SGM\_STN\_1.cnv**



**SGM\_STN\_2.cnv**

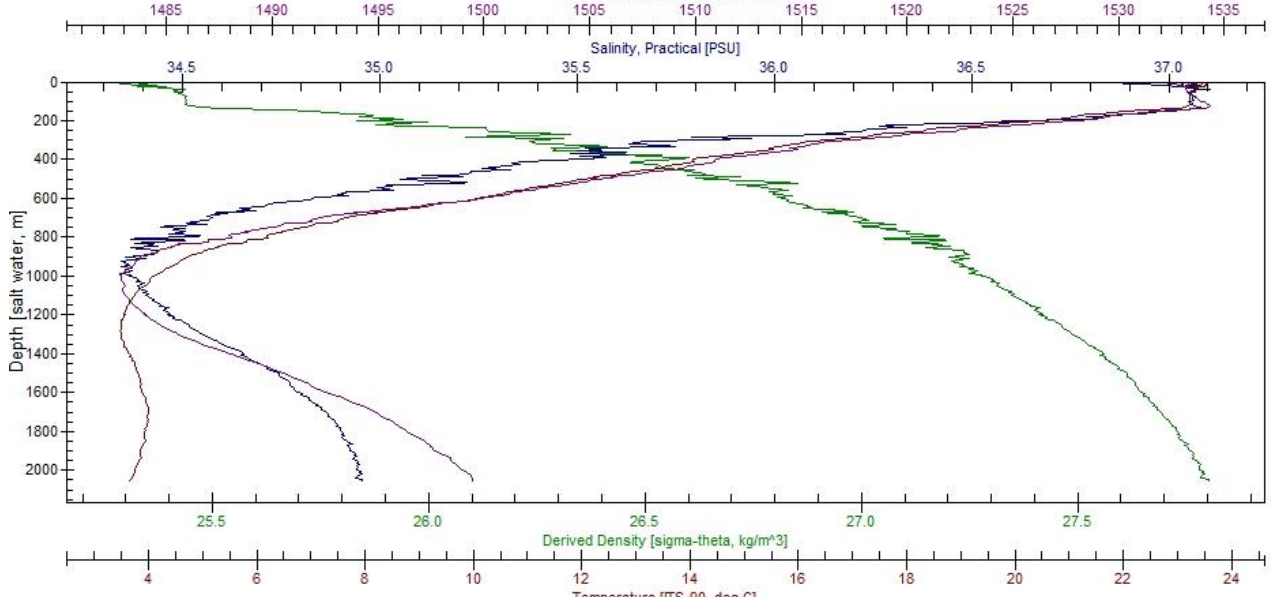






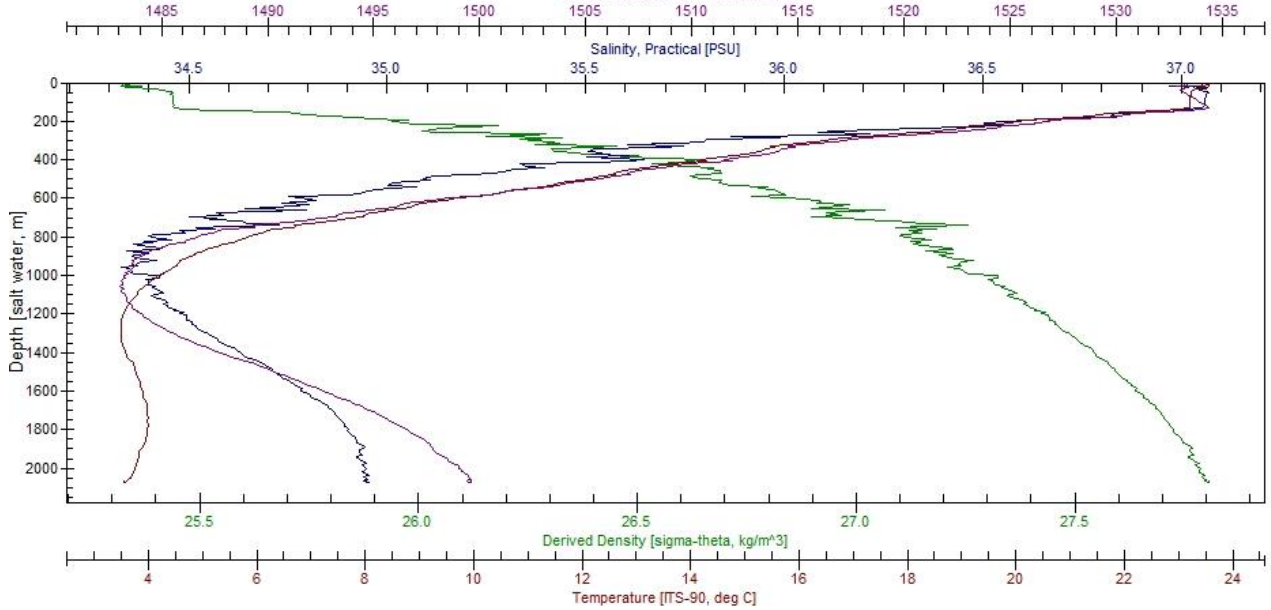
**SGM\_STN\_3.cnv**

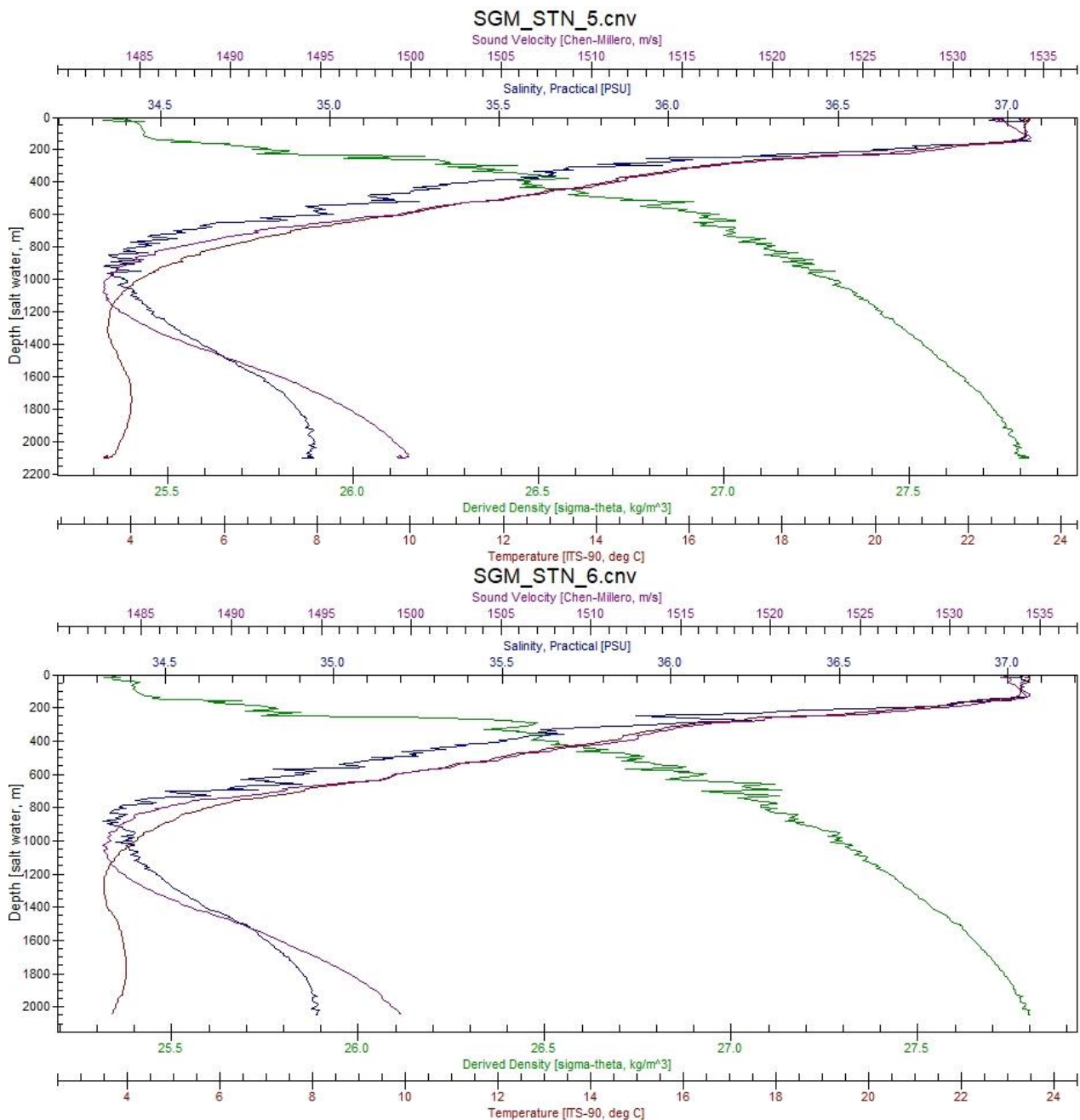
Sound Velocity [Chen-Millero, m/s]



**SGM\_STN\_4.cnv**

Sound Velocity [Chen-Millero, m/s]





**Figura 37 – Perfis de temperatura salinidade, densidade em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

A caracterização das massas d'água de determinada área está diretamente relacionada com o conhecimento dos diferentes índices termohalinos distribuídos ao longo da coluna d'água. A **Tabela 27** a seguir apresenta as cinco massas d'água principais, que de acordo com a bibliografia existente, são frequentes na região oceânica do Atlântico Sul (FUNDESPA, 1994; LIMA, 1997; CASTRO & MIRANDA, 1998). A análise dos resultados não permitiu a identificação precisa da chamada Água de Mistura (AM), cujos limites não estavam bem definidos nos perfis gerados. Tal cenário pode ser reflexo da época de realização da campanha (inverno), com condições de vento e mar que podem ter influenciado a distribuição das massas ao longo da coluna d'água.



A Água Tropical (AT), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e a Água Intermediária Antártica (AIA) foram identificadas em todas as estações, com valores coincidindo com a literatura existente. A Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) não foi facilmente diferenciada das demais, exibindo indícios de ocorrência abaixo de 1200 m. A faixa de variação da salinidade esteve coerente com a de estudos anteriores, porém a faixa de temperatura destoou da reportada na literatura, com valores ligeiramente superiores (**Tabela 27**) (CASTRO & MIRANDA, 1998).

**TABELA 27 – Caracterização das principais massas d’água através da comparação entre os limites termohalinos e as profundidades encontrados no presente estudo com aqueles da literatura existente para a região oceânica da Bacia de Santos.**

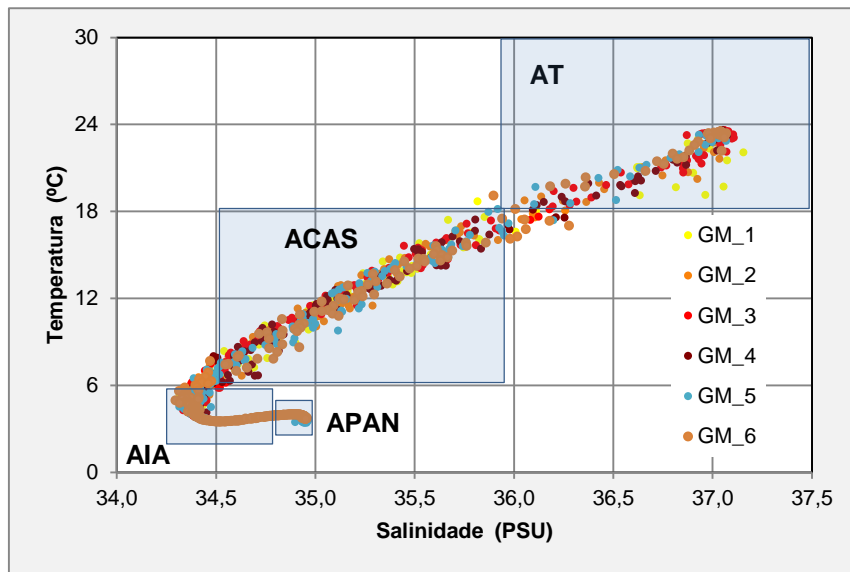
Massas d’água	Região Oceânica - Bacia de Santos					
	Temperatura (°C)		Salinidade		Profundidade aproximada (m)	
	*	**	*	**	*	**
Água de Mistura (AM)	>18,00	-	34,00-36,00	-	10,00	-
Água Tropical (AT)	>18,00	18,02-23,59	>36,00	36,00-37,15	0,00-170,00	2,20-259,00
Água Central do Atlântico Sul (ACAS)	6,00-18,00	6,16-17,96	34,50-36,00	34,50-35,98	170,00-590,00	259,00-792,75
Água Intermediária Antártica (AIA)	2,75-5,00	3,49-4,97	34,10-34,50	34,29-34,49	590,00-1100,00	879,20-1239,52
Água Profunda do Atlântico Norte (APAN)	2,04-3,31	3,50-4,00	34,59-34,87	34,59-34,87	>1100,00	>1200,00

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

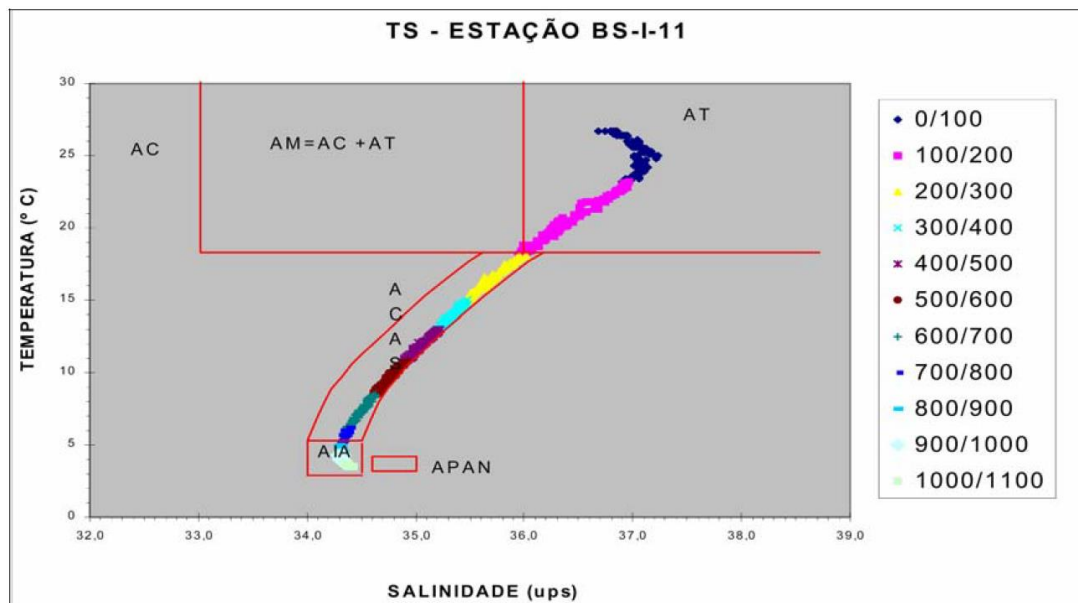
\*\*Atual estudo

Os diagramas TS apresentados abaixo destacam as massas d’água identificadas no Bloco Sul de Gato do Mato e aquelas apresentadas em estudos pretéritos em regiões oceânicas, também na Bacia de Santos (PETROBRAS, 2006; 2013). A presença da massa d’água AT pode ser observada em todos os diagramas, caracterizando um padrão geral para a Bacia de Santos. Ela ocorre próximo a superfície do oceano, podendo estar em contato com a atmosfera e, conseqüentemente, sofrer influência das variações climáticas das regiões por onde passa (SVERDRUP et al., 1942; PETROBRAS, 2006). A ACAS também é comumente encontrada na região, situada entre a AT e a AIA, pode estar associada a eventos de aumento da produção primária, já que é rica em nutrientes (PETROBRAS, 2006) (**Figura 38**).

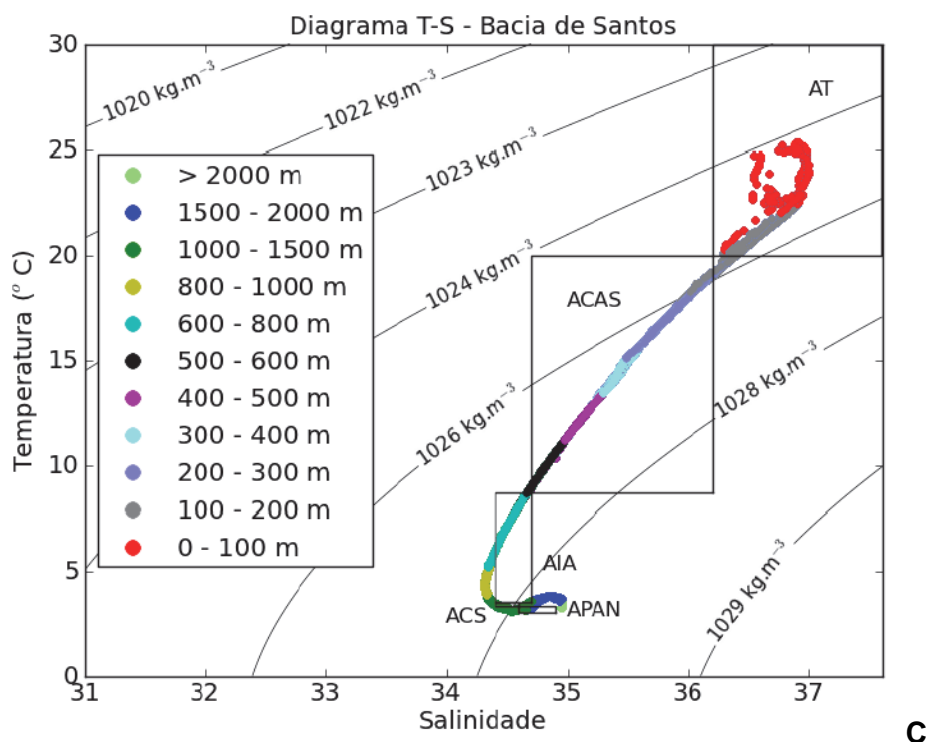
A análise conjunta das curvas dos diagramas TS evidencia coerência entre as variações de temperatura e salinidade relacionadas às massas AT, ACAS, AIA e APAN, estando os valores dentro dos limites encontrados para a região por diversos autores (PETROBRAS, 2006; 2013; PEG & AS, 2002; PETROBRAS/HABTEC, 2003; WOA09, 2013) (**Figura 38**).



**A**



**B**



**FIGURA 38 – A) Diagrama TS obtido a partir dos resultados de cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos; B) Diagrama TS obtido a partir de dados adquiridos durante campanha oceanográfica (PETROBRAS, 2006), realizada na porção central Bacia de Santos, em profundidade de lâmina d'água superior a 2500 m; C) Diagrama TS obtido a partir de dados também adquiridos na Bacia de Santos. As isolinhas representam os valores de densidade (WOCE, 2013).**



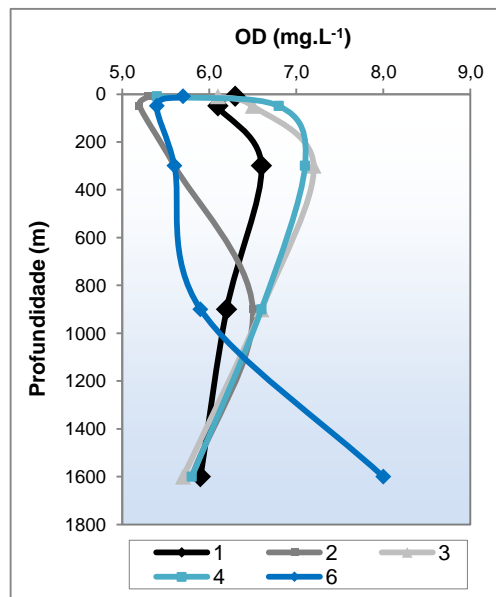
## 5.5.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PH

A média geral de OD, considerando todas as profundidades e estações amostradas no Bloco Sul de Gato do Mato foi de  $6,15 \text{ mg.L}^{-1}$  (variando entre  $5,20 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $8,00 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Os resultados evidenciaram maiores valores de OD nas amostras coletadas a 300 m, profundidade possivelmente associada ao meio da termoclina. As variações encontradas não indicaram padrões latitudinais expressivos, já que todas as estações apresentaram uma tendência de oscilação bem semelhante umas das outras (**Figura 39**).

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

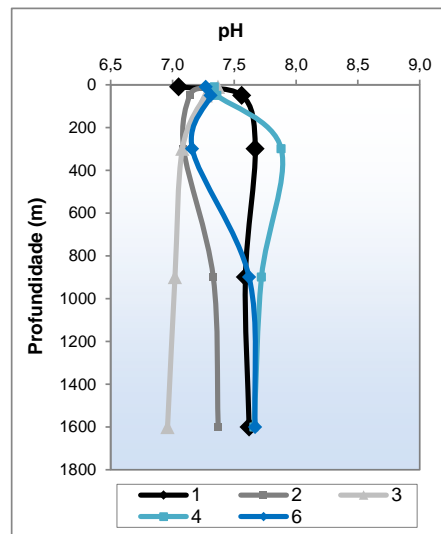
Além disso, cabe destacar que estudos pretéritos realizados na Bacia de Santos também encontraram valores de oxigênio dissolvido abaixo do limite mínimo supracitado. Os teores variaram entre  $5,8$  e  $8,4 \text{ mg.L}^{-1}$ , por exemplo (PETROBRAS, 2006) e, assim como no Bloco Sul de Gato do Mato, os resultados foram superiores na profundidade da termoclina e menores nas camadas superficial e de fundo (PETROBRAS/OCEANSATPEG, 2005). Destaca-se ainda o estudo de NIENCHESKI et al. (1999), considerado referência para a região sul-sudeste do Brasil. Os autores apontam valores de oxigênio dissolvido obtidos durante o inverno, variando de  $2,8 \text{ mg.L}^{-1}$  a  $5,8 \text{ mg.L}^{-1}$ . Já em trabalho desenvolvido na região ultraprofunda da Bacia de Santos, o OD variou de  $4,76 \text{ mg.L}^{-1}$  a  $7,97 \text{ mg.L}^{-1}$  (PETROBRAS/HABTEC, 2003). Apesar dos resultados da atual campanha não permitirem avaliar os valores de oxigênio dissolvido em termos de sazonalidade, nota-se que eles estão inseridos na faixa de variação da bibliografia consultada.

Por fim, ressalta-se que o valor de OD obtido na estação 6, a 1600 m de profundidade, destacou-se dos demais ( $8 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Entretanto, a média geral observada, sem considerar tal ponto, foi de  $6,09 \text{ mg.L}^{-1}$  e o histórico de valores em outros estudos na região sugerem um padrão de decréscimo do oxigênio dissolvido com a profundidade. Dessa forma, o valor destoante não deve ser atribuído a qualquer alteração ambiental regional ou interferência antrópica, mas sim a uma amostra isolada (*outlier*) (**Figura 39**).



**FIGURA 39 – Oxigênio dissolvido (OD) (mg.L<sup>-1</sup>) obtido em todas as 6 estações amostradas durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

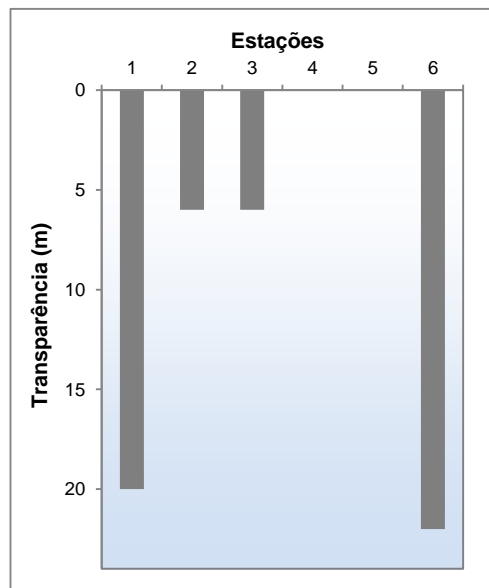
Os valores de pH aqui encontrados foram ligeiramente inferiores (6,96 a 7,88) (**Figura 40**) do que aqueles reportados pela literatura, que diz que, em águas oceânicas, o pH pode oscilar entre 7,9 e 8,4. Entretanto, em uma busca bibliográfica mais específica para a região estudada, a variação de pH observada no Bloco Sul de Gato do Mato foi coerente com a oscilação reportada por MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) (6,9 a 8,4), por exemplo. Geralmente, o pH médio dos oceanos é em torno de 8,2, ou seja, levemente básico. De acordo com a Resolução CONAMA 357/05 (CONAMA 430/2011) para Águas Salinas Classe 1, os valores de pH oscilam na faixa entre 6,5 e 8,5, inclusive dentro da zona de mistura. As variações desse parâmetro na água do mar podem estar associadas a diferentes fatores, como, por exemplo, oxidação de matéria orgânica, produção primária e incorporação de CO<sub>2</sub> atmosférico pelo sistema marinho (BRAGA & NIENCHESKI, 2006). As trocas entre a atmosfera e o oceano podem fazer com que o equilíbrio dos íons CO<sub>2</sub>, HCO<sup>3-</sup> e CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> seja alterado, modificando os valores de pH do meio (AMINOT & CHAUSSEPIED, 1983).



**FIGURA 40 – Potencial hidrogeniônico (pH) em cada estação durante as caracterizações ambientais do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

### 5.5.3 TRANSPARÊNCIA

A transparência da água no Bloco Sul de Gato do Mato foi mensurada *in situ* através do Disco de Secchi. A transparência dos oceanos está diretamente relacionada com a turbidez e com as partículas na água, porém sofre influência de diversos fatores como incidência solar (variando em função da localização, estação do ano e horário), cor da água, descarte de efluentes, entre outros. FERRARESE (2009) destacou que em oceano aberto a transparência da água sofre forte influência da produção primária. No atual estudo, as medições para esse parâmetro foram realizadas somente nas estações 1, 2, 3 e 6, já que tal procedimento depende de luminosidade e nos demais pontos amostrais as coletas ocorreram durante a noite. A média observada foi de 13,5m Os maiores valores observados nas estações 1 e 6 podem estar associados ao período do dia em que foram realizados os lançamentos do Disco de Secchi, ou seja, nos primeiros horários da manhã (**Figura 41**).

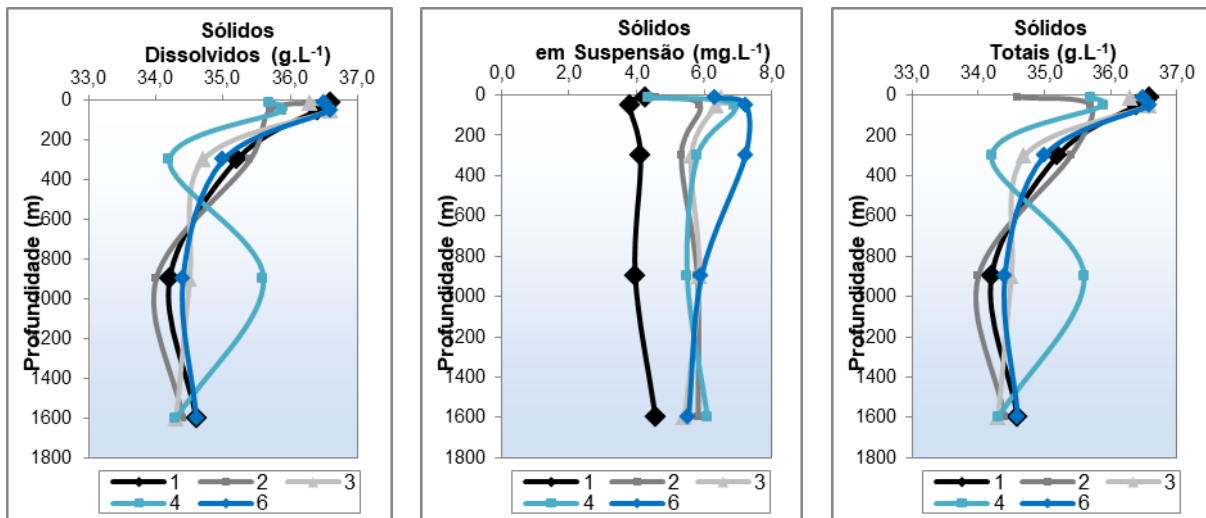


**FIGURA 41 – Transparência (m) em cada estação durante as caracterizações ambientais do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

#### 5.5.4 SÓLIDOS TOTAIS, DISSOLVIDOS E EM SUSPENSÃO

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

Na **Figura 42** é possível observar que os sólidos totais são constituídos em sua maioria pelos sólidos dissolvidos, que englobam todos os íons dissolvidos na água do mar, principalmente  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$ . Deste modo, na Área do Bloco Sul de Gato do Mato– Bacia de Santos, os valores de sólidos em suspensão variaram entre 3,80 e 7,24  $\text{mg.L}^{-1}$  com média de 5,64  $\text{mg.L}^{-1}$  e os resultados de sólidos dissolvidos oscilaram entre 34,00 e 36,60  $\text{g.L}^{-1}$  e média de 35,25  $\text{g.L}^{-1}$ , tendo os valores de sólidos totais correspondido a estes mesmos valores, uma vez que diferenças fora observadas apenas na segunda casa decimal em decorrência dos sólidos em suspensão.



**FIGURA 42 – Sólidos totais, dissolvidos (g.L<sup>-1</sup>) e em suspensão (mg.L<sup>-1</sup>) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.**

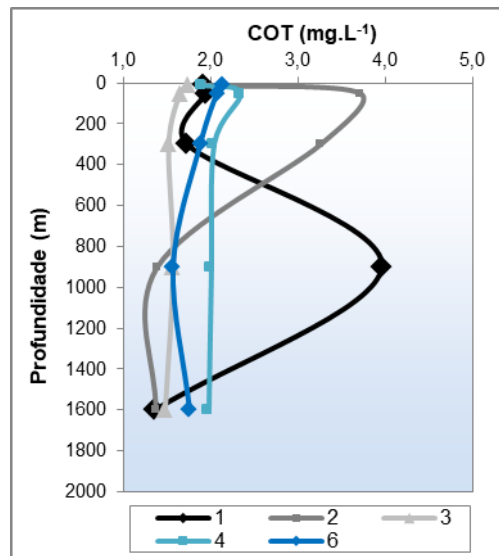
### 5.5.5 CARBONO ORGÂNICO TOTAL

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

As concentrações de COT no Bloco Sul de Gato do Mato estiveram entre 1,36 e 3,96 mg.L<sup>-1</sup>, com valor médio de 2,04 mg.L<sup>-1</sup>. As estações 1 e 2 apresentaram padrão oscilatório de concentração ao longo da coluna d'água, já as demais estações apresentaram leve tendência de redução dos valores com a profundidade (**Figura 43**). Apenas duas amostras estiveram acima do limite preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 para Águas Salinas Classe 1 de 3,0 mg.L<sup>-1</sup>.

Apesar destes dois resultados superiores ao limiar estabelecido pela legislação ambiental, o padrão geral identificado nas concentrações de COT e a ausência de atividades de perfuração e produção na região no presente momento sugerem que essas concentrações mais elevadas não estejam relacionadas a atividades antrópicas (MACKENZIE et al., 1993). A análise dos demais parâmetros, como hidrocarbonetos, fitoplâncton e clorofila-a, podem permitir uma melhor uma avaliação do cenário ambiental.





**Figura 43 – Carbono Orgânico Total (mg.L<sup>-1</sup>) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.**

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

### 5.5.6 NUTRIENTES (SÉRIE NITROGENADA, FOSFATO E SILICATO)

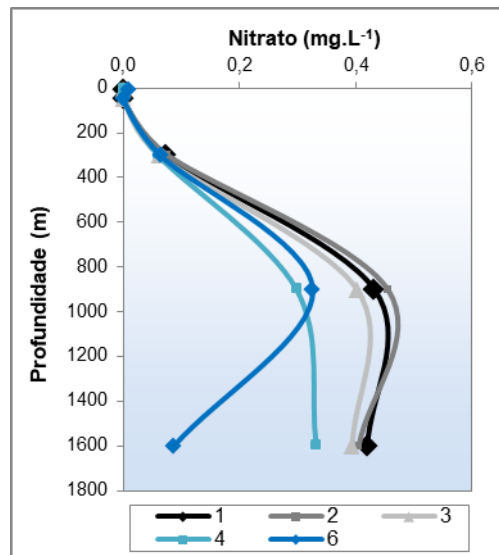
Apesar de vários elementos serem necessários para sustentar a vida, em oceanografia é tradicional o uso do termo “nutriente” para designar o nitrogênio (nitrato), o fósforo e o silicato, cujas distribuições são determinadas majoritariamente pela atividade biológica. Em águas oceânicas os macronutrientes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

Na análise nitrogenada nas estações do Bloco Sul Gato do Mato, as concentrações de nitrogênio amoniacal apresentaram valores entre abaixo do limite de quantificação e 0,0073 mg.L<sup>-1</sup>, não sendo ultrapassado o limiar de 0,40 mg.L<sup>-1</sup> estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas salinas classe 1.

Com relação ao nitrito, não foi possível encontrar concentrações acima do limite de quantificação da amostra. Já o nitrato apresentou concentrações que oscilaram de abaixo do limite de quantificação à 0,455 mg.L<sup>-1</sup>.

A Resolução CONAMA 357 recomenda para águas salinas classe 1 valores de nitrato também abaixo de 0,40 mg.L<sup>-1</sup>, deste modo na maioria das amostras coletadas nas profundidades de 900 e 1600 m foram

detectadas concentrações acima desse limite (**Figura 44**). Foi observado um aumento das concentrações de nitrato com a profundidade o que pode estar associado à presença de massas d'água mais ricas em nutrientes (por exemplo, ACAS e AIA), além disso, à redução do consumo destes nutrientes por organismos fitoplanctônicos.



**FIGURA 44 – Nitrato (mg.L<sup>-1</sup>) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.**

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

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

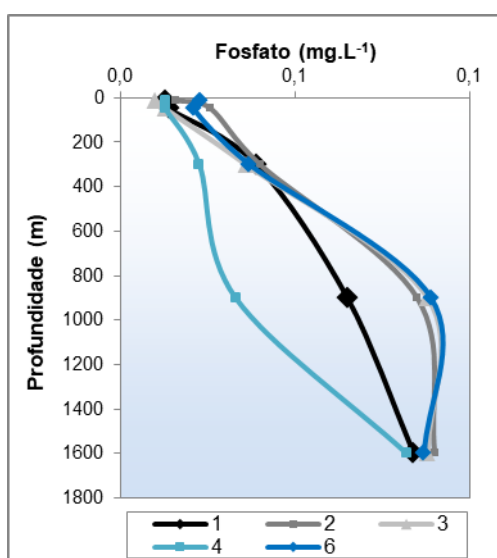
Já para nitrogênio amoniacal, estudos demonstraram uma variação grande das concentrações na Bacia de Santos com valores entre 0,031 a 0,186 mg.L<sup>-1</sup> (PETROBRAS/HABITEC, 2003) e 0,003 e 0,060 mg.L<sup>-1</sup> (MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002), tendo este identificado concentrações menores em superfície e maiores no fundo. Portanto, os atuais valores identificados condizem com o observado em estudos pretéritos na região da Bacia de Santos.

Com relação ao fósforo, este elemento químico possui uma distribuição controlada por processos biológicos e físicos, como pelo fitoplâncton na forma de fosfato (fração inorgânica), durante o processo da fotossíntese, pela sua transformação para fósforo orgânico através do consumo do fitoplâncton pelo zooplâncton, bem

como por aporte de fosfato de origem terrestre para o ambiente marinho (MILLERO, 1996). Como fonte antrópica para o meio marinho cita-se efluentes domésticos, bem como uso de polímeros no tratamento e inibição de incrustação (SEGUI, 2009).

A concentração de fosfato apresentou comportamento bastante similar a do nitrato, tendo em vista que houve, em geral, um aumento dos valores com a profundidade, o que pode estar associado ao consumo pelo fitoplâncton na zona fótica. Os resultados oscilaram entre 0,010 e 0,069 mg.L<sup>-1</sup>, com um valor médio de 0,045 mg.L<sup>-1</sup> (**Figura 45**).

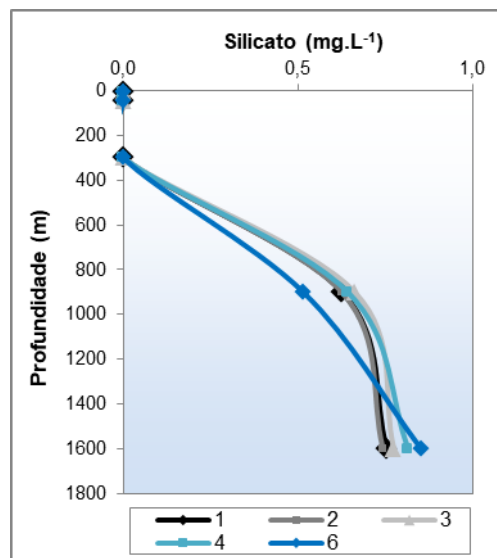
Estes resultados estiveram de acordo com o observado no levantamento feito por MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002) para toda a Bacia de Santos, no qual as concentrações de fosfato oscilaram entre não detectado até 0,165 mg.L<sup>-1</sup>



**FIGURA 45 – Fosfato (mg.L-1) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.**

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

As concentrações de silicato variaram entre abaixo do limite de quantificação da amostra e 0,853 mg.L<sup>-1</sup>, com média de 0,282 mg.L<sup>-1</sup>. Como pode ser observado na **Figura 46**, houve um aumento das concentrações com a profundidade, o que pode estar relacionado com o enriquecimento a partir das massas d'água ACAS ou AIA.



**FIGURA 46 – Silicato (mg.L<sup>-1</sup>) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.**

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

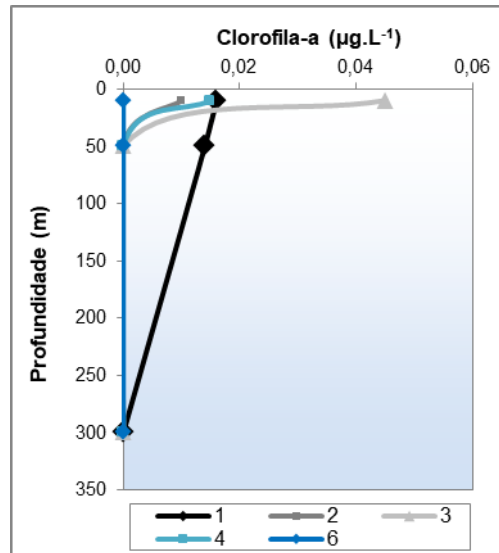
Deste modo, as concentrações de nutrientes observadas no presente estudo foram condizentes com o observado em estudos para a região bem como de acordo com o observado para águas oceânicas profundas. A maioria das amostras apresentou concentrações abaixo do limite de quantificação em superfície, apresentando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

### 5.5.7 CLOROFILA-a

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

Como a luz funciona como um fator limitante à produção primária a análise de clorofila-a apenas ocorreu até o estrato C (300 m). Assim, as concentrações deste parâmetro oscilaram entre abaixo do limite de quantificação amostral a 0,045 µg.L<sup>-1</sup>, como valor médio de 0,006 µg.L<sup>-1</sup> (**Figura 47**). No

estrato de 300 m, nenhuma amostra apresentou concentração quantificável, demonstrando que nesta camada pode não estar havendo mais atividade fotossintética.



**FIGURA 47 – Clorofila-a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) em cada estação durante as caracterizações ambientais na Área do Bloco Sul de Gato do Mato – Bacia de Santos.**

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



### 5.5.8 SULFETOS

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

### 5.5.9 HIDROCARBONETOS, BTEX E FENÓIS

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

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

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

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

## 5.6 CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS

### 5.6.1 FITOPLÂNCTON

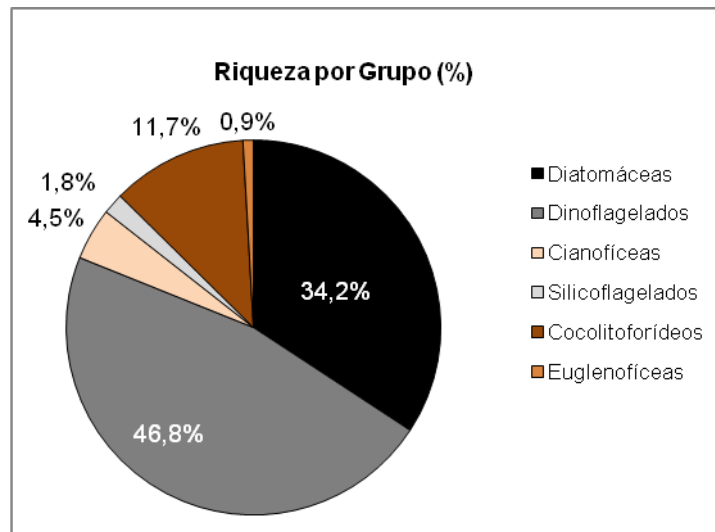
#### 5.6.1.1 ANÁLISE QUALITATIVA

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

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

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

Na fração do microfitoplâncton da presente campanha foram identificados 111 táxons distintos, sendo a maioria de dinoflagelados (46,8% - 52 táxons), seguidos pelas diatomáceas (34,2% - 38 táxons), coccolitoforídeos (11,7% - 13 táxons), cianofíceas (4,5% - 5 táxons), silicoflagelados (1,8% - 2 táxons) e euglenofíceas (0,9% - 1 táxon). As diatomáceas e os dinoflagelados somados representam mais de 80% dos táxons identificados (**Figura 48**).



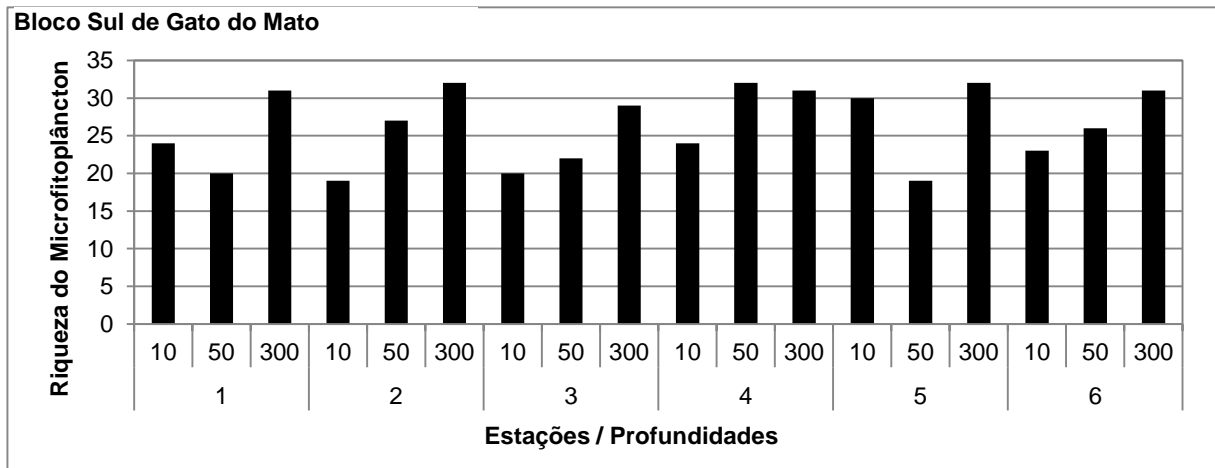
**FIGURA 48 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

A dominância de táxons de dinoflagelados e diatomáceas no microfitoplâncton é comumente reportada por diversos estudos, tanto aqueles desenvolvidos em regiões oceânicas, quanto na plataforma continental ao longo da costa brasileira (BRANDINI et al., 1997; VILLAC et al., 2008; TENENBAUM et al., 2017; VILLAC & TENENBAUM, 2010). Os trabalhos pretéritos evidenciaram que mais de 60% do microfitoplâncton do Atlântico Sul é composto por esses dois grandes grupos (TENENBAUM et al., 2007; OLGUÍN et al., 2006). Cabe destacar que a alta representatividade de táxons de diatomáceas e dinoflagelados no microfitoplâncton também pode ser um reflexo do maior conhecimento sobre tais grupos em relação aos demais organismos fitoplanctônicos (VILLAC & TENENBAUM, 2010). De acordo com HALLEGRAEFF (1984) a importância das diatomáceas está associada a sua significativa participação na produção primária marinha e a sua biodiversidade. Os dinoflagelados representam parte da alimentação de vários outros integrantes do plâncton e, conseqüentemente, são muito importantes na transferência de energia na rede trófica, sendo comum a dominância de dinoflagelados sobre diatomáceas em águas oceânicas (MARGALEF, 1972; PASSAVANTE et al., 1982). Ressalta-se ainda que o caráter oceânico da região estudada pode ser evidenciado pela presença de dinoflagelados representativos e predominantes em águas oligotróficas da Corrente do Brasil (BASSANI et al., 2002). Os cocolitoforídeos também foram representativos no atual estudo (11,7%), resultado esperado para a região, já que são organismos comumente observados em águas oceânicas (HEIMDAL, 1997). Em um estudo realizado na área oceânica entre Cabo de São Tomé (RJ) e Vitória (ES) esses organismos tiveram grande contribuição na composição específica da comunidade fitoplanctônica (SUSINI-RIBEIRO, 1996).

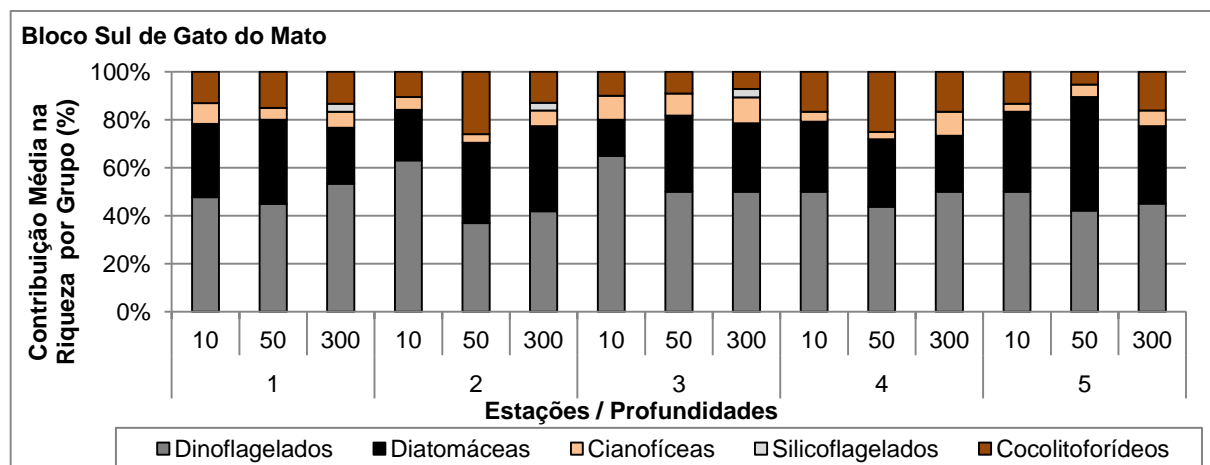
Em relação ao número de táxons por estação, não foram observados padrões claros, o número de táxons distintos por estação variou de 19 (nas amostras de subsuperfície da estação 2 e de 50m, na estação 5) até 32 (nas amostras de 300m das estações 2 e 5 e na amostra de 50 m, da estação 4) (**Figura 49**).

Como mencionado anteriormente, as maiores contribuições taxonômicas observadas estão relacionadas, principalmente, à diversidade de dinoflagelados observadas. Tais organismos tiveram uma maior

contribuição na maioria das estações de coleta e nas três profundidades amostradas, com destaque para as estações 2 e 3, em subsuperfície (**Figura 50**).



**FIGURA 49 – Riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



**FIGURA 50 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Dentre os táxons 111 táxons encontrados, apenas 9 foram considerados muito frequentes, ocorrendo em mais de 70% das amostras. Dentre eles, destacam-se os Gymnodiniales, Nostocales e *Cylindrotheca closterium*, comumente identificados em regiões oceânicas (**Tabelas 28 e 29**). Os dinoflagelados da ordem Gymnodiniales encontrados nessas regiões podem ser heterotróficos, sendo mais abundantes do que os autotróficos em condições de limitação de nutrientes (GÓMEZ, 2007; CHANG et al., 2003). As diatomáceas penatas estão entre os organismos maiores e mais comuns nos ambientes oligotróficos (PETROBRAS, 2006).



**TABELA 28 - Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Frequência de Ocorrência	Classificação	Nº Táxons
FO <10	Esporádicas	39
10 < FO <40	Pouco Frequentes	54
40 < FO <70	Frequentes	9
FO >70	Muito Frequentes	9

**TABELA 29 – Os 10 táxons mais frequentes da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Táxons	Grupo/Divisão	Frequência (%)
Gymnodiniales 2A	Dinoflagelado	94,4
Gymnodiniales 3A	Dinoflagelado	100,0
Gymnodiniales 4A	Dinoflagelado	83,3
Gymnodiniales 1A	Dinoflagelado	100,0
Diatomácea penata 1A	Diatomácea	88,9
<i>Cylindrotheca closterium</i>	Diatomácea	100,0
<i>Heterocapsa spp.</i>	Dinoflagelado	83,3
Ordem Nostocales	Cianofíceas	100,0
<i>Calciosolenia murrayi Gran</i>	Cocolitoforídeos	77,8

### 5.6.1.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

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

Na área do Bloco Sul de Gato do Mato, a densidade média do nanoplâncton variou entre 1203741,23  $\text{cel.L}^{-1}$ , a 300 m de profundidade e 7439157,2  $\text{cel.L}^{-1}$ , na subsuperfície. Para o microfitoplâncton, a menor densidade média também foi registrada a 300 m de profundidade (2060  $\text{cel.L}^{-1}$ ) e o valor máximo também ocorreu em subsuperfície (23450  $\text{cel.L}^{-1}$ ). Os maiores valores médios de nanoplâncton em relação ao microfitoplâncton são esperados para regiões com características ambientais como as do presente estudo (**Tabela 30; Figuras**



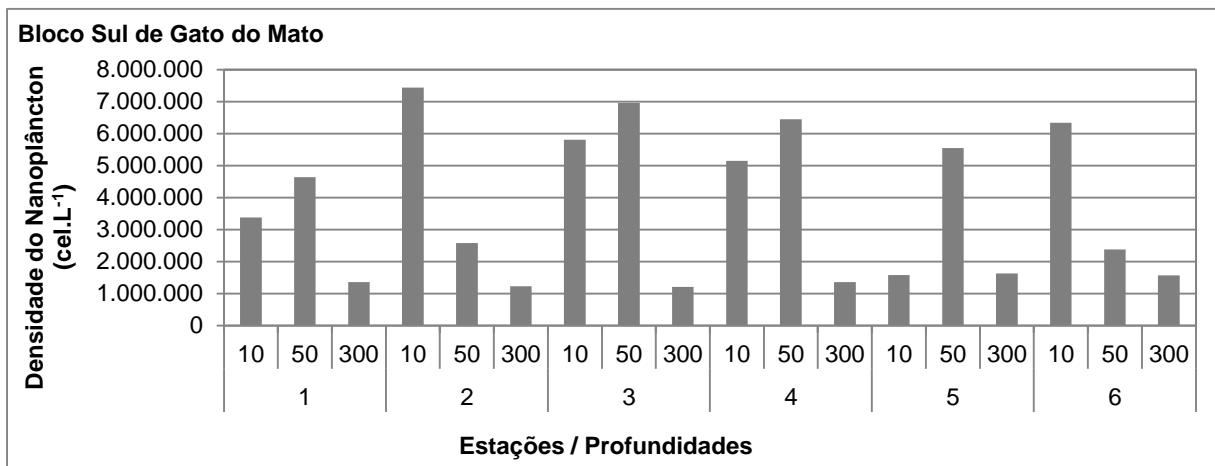
51 e 52). NYBAKKEN & BERTNESS (2005), por exemplo, citaram que a dominância numérica do nanoplâncton é uma característica associada a águas oligotróficas. Os principais fatores que podem afetar a abundância dos organismos pelágicos consistem na predação e a limitação de recursos, variando de acordo com a sazonalidade, proximidade da costa e misturas vertical e horizontal das massas d'água (BERGLUND *et al.*, 2005; CALBET *et al.*, 2001; HUANG *et al.*, 2008).

**TABELA 30 - Valores de densidade (cel.L<sup>-1</sup>) do nanoplâncton e do microfitoplâncton durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

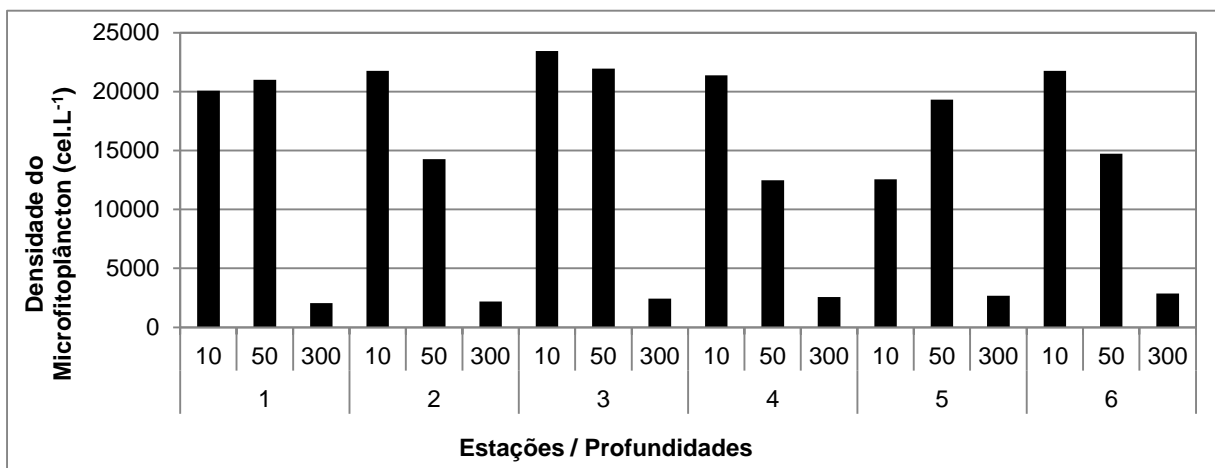
Estações	Profundidade	Densidade do Nanoplâncton	Densidade Microfitoplâncton						
		Total	Diat	Dino	Ciano	Silico	Cocoli	Eugleno	Total
1	10	3383472,10	2439	9005	7879	0	563	188	20.073
	50	4638269,70	3002	9192	8067	0	750	0	21.011
	300	1355766,51	160	680	1080	10	80	50	2.060
2	10	7439157,20	1501	12006	7504	0	750	0	21.762
	50	2582418,28	2908	5628	4127	0	1595	0	14.258
	300	1227001,93	180	660	1240	10	60	30	2.180
3	10	5814642,45	3002	9755	9943	0	750	0	23.450
	50	6957404,55	6566	6566	7692	0	1126	0	21.949
	300	1203741,23	220	850	1270	10	50	30	2.430
4	10	5153633,00	4878	9192	6003	0	1313	0	21.386
	50	6453244,80	2720	4409	3095	0	2251	0	12.475
	300	1355766,51	310	860	1280	0	110	10	2.570
5	10	1575966,03	3377	5065	3658	0	469	0	12.569
	50	5545757,25	3189	10318	5253	0	563	0	19.323
	300	1624372,22	300	1080	1170	0	90	30	2.670
6	10	6341209,30	3189	11256	5628	0	1688	0	21.762
	50	2375152,60	1782	6003	4971	0	1970	0	14.727
	300	1566220,47	280	920	1400	10	210	50	2.870
Médias	10	4951347	3064	9380	6769	0	922	31	20167
	50	4758708	3361	7019	5534	0	1376	0	17290
	300	1388811	242	842	1240	7	100	33	2463
Média Total	-	<b>3699622</b>	<b>2222</b>	<b>5747</b>	<b>4514</b>	<b>2</b>	<b>799</b>	<b>22</b>	<b>13.307</b>

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



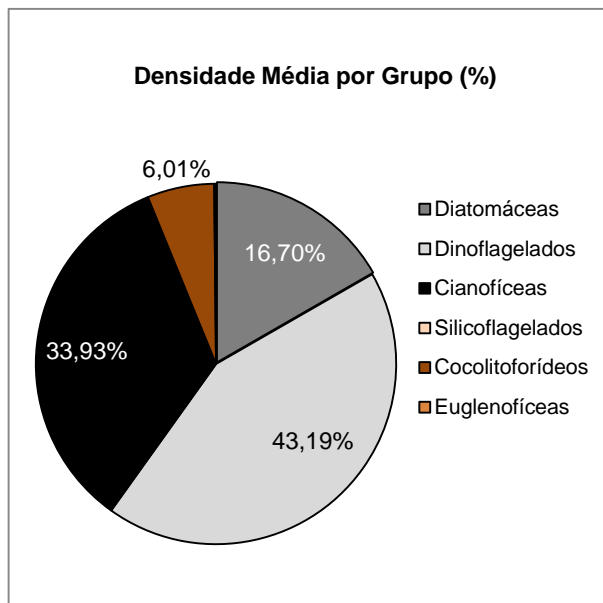


**FIGURA 51 – Densidade (cel.L<sup>-1</sup>) da comunidade nanoplânctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



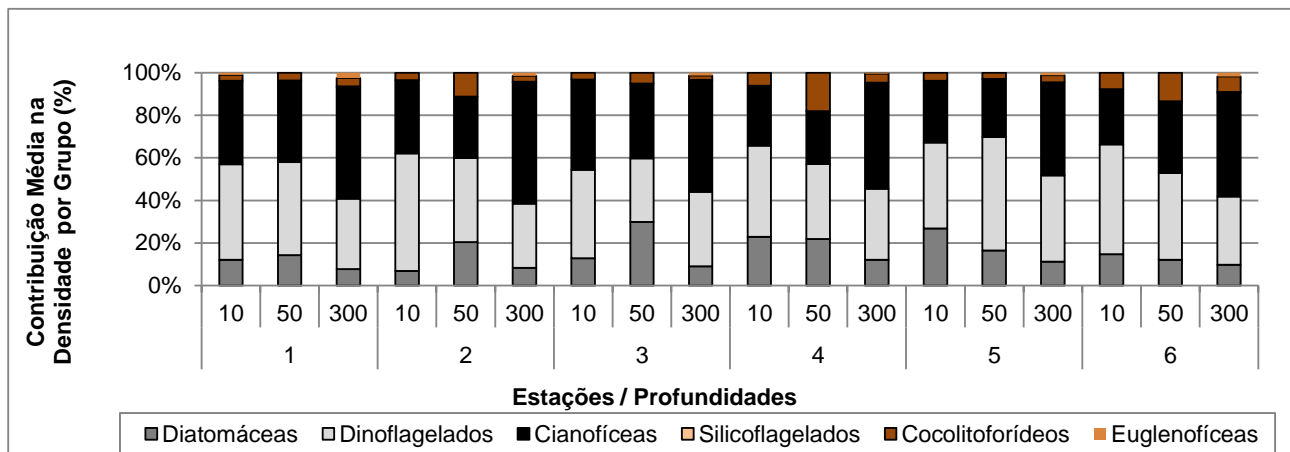
**FIGURA 52 – Densidade (cel.L<sup>-1</sup>) da comunidade microfitoplânctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

No microfitoplâncton os dinoflagelados foram os mais abundantes, representando mais de 40% do total identificado. As cianofíceas foram o segundo grupo mais representativo, compondo 33,93% do total, seguido pelas diatomáceas (16,70% do total) (**Figura 53**). A abundância de dinoflagelados da Ordem Gymnodiniales em águas oceânicas está possivelmente relacionada à prevalência de espécies heterotróficas, que se beneficiam em águas com concentrações limitadas de nutrientes, e com parede celular revestida de celulose que funciona como proteção contra predadores (CHANG et al., 2003). As densidades observadas para as cianofíceas, ocorreram principalmente devido ao táxon identificado apenas como Ordem Nostocales, formada por células filamentosas heterocitadas, onde podem estar inclusas inclusive espécies de algas bentônicas (CAIRES, 2013).

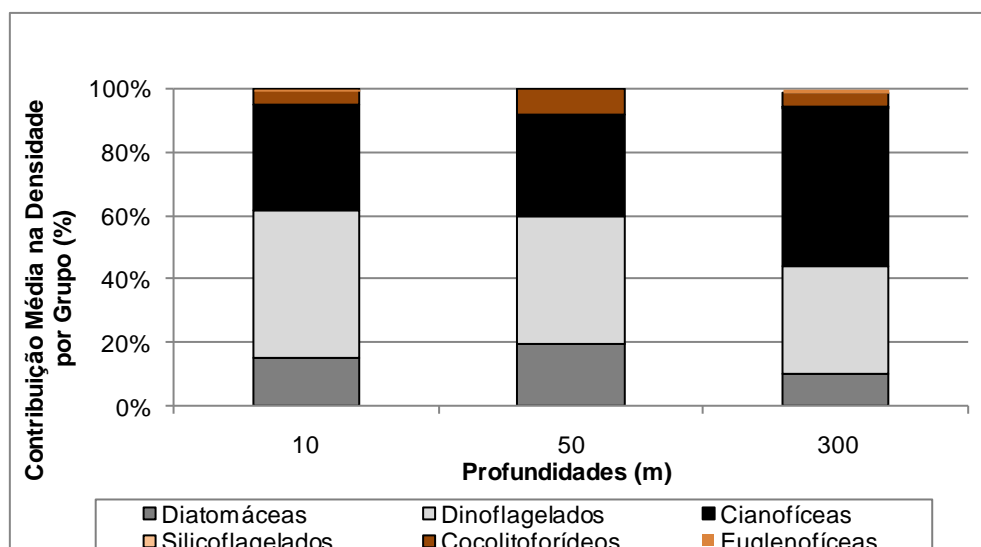


**FIGURA 53 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade microfitoplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

A análise dos dados por estação mostrou distribuição homogênea dos táxons ao longo das estações e profundidades de coleta, com maiores contribuições de cianofíceas principalmente a 300 m de profundidade (Figuras 54 e 55). Assim como na análise qualitativa, as ordens Gymnodiniales e Nostocales também se destacaram, exibindo elevadas densidades e estiveram entre os 8 táxons mais representativos do presente estudo, no aspecto quantitativo (Tabela 31).



**FIGURA 54 – Contribuição (%) por grupo na densidade da comunidade fitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



**FIGURA 55 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade fitoplanctônica em cada profundidade durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

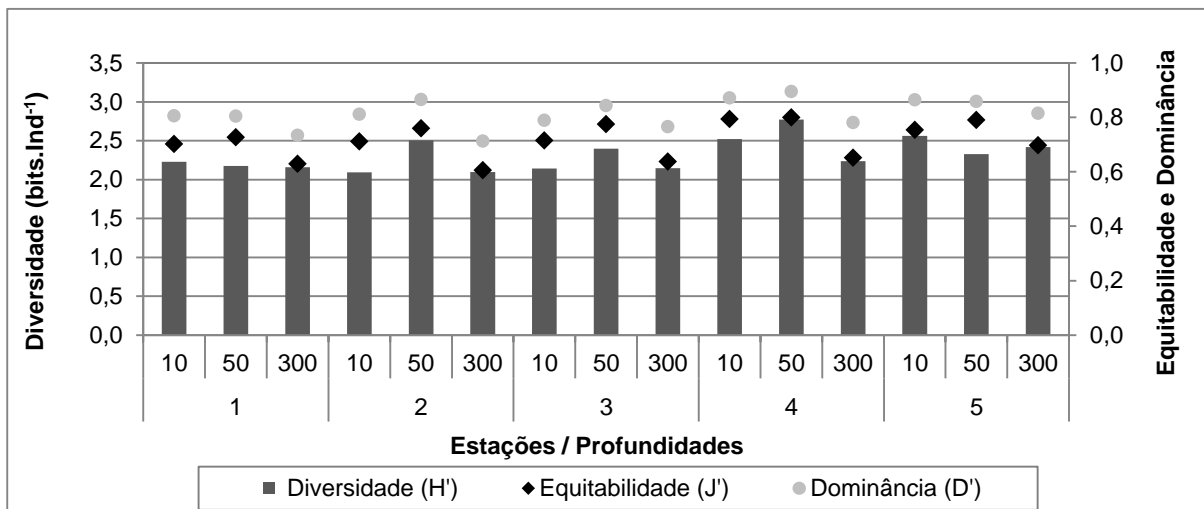
**TABELA 31 - Valores de densidade ( $\text{cel.L}^{-1}$ ) do microfitoplâncton durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Táxons	Grupo / Divisão	Densidade Média ( $\text{cel.L}^{-1}$ )
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Lewin & Reimann	Diatomáceas	956,68
Diatomácea penata 1A	Diatomáceas	302,03
Gymnodiniales 1A	Dinoflagelados	499,96
Gymnodiniales 2A	Dinoflagelados	1620,34
Gymnodiniales 3A	Dinoflagelados	1566,57
Gymnodiniales 4A	Dinoflagelados	868,51
<i>Heterocapsa</i> spp.	Dinoflagelados	292,72
Ordem Nostocales	Cianofíceas	4433,77

### 5.6.1.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS

No Bloco Sul de Gato do Mato, o índice de diversidade de Shannon-Wiener variou entre 2,09 e 2,77 com média de 2,32. A equitabilidade de Pielou variou entre 0,61 e 0,80 com média de 0,72. A Dominância de Simpson ficou entre 0,71 e 0,90 com média de 0,81 (Figura 56).

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



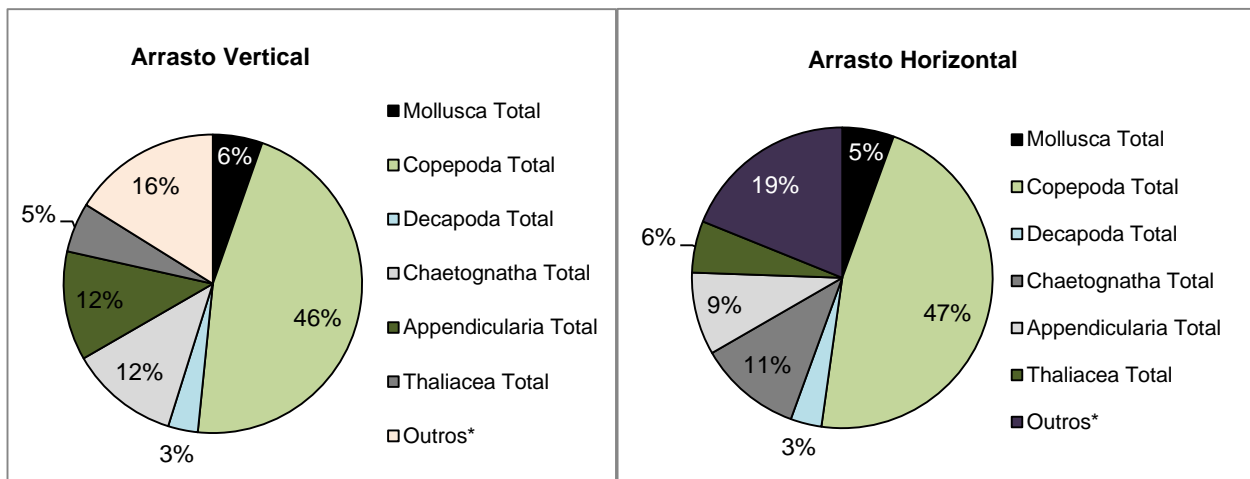
**FIGURA 56 – Índices biológicos da comunidade microfitoplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

## 5.6.2 ZOOPLÂNCTON

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

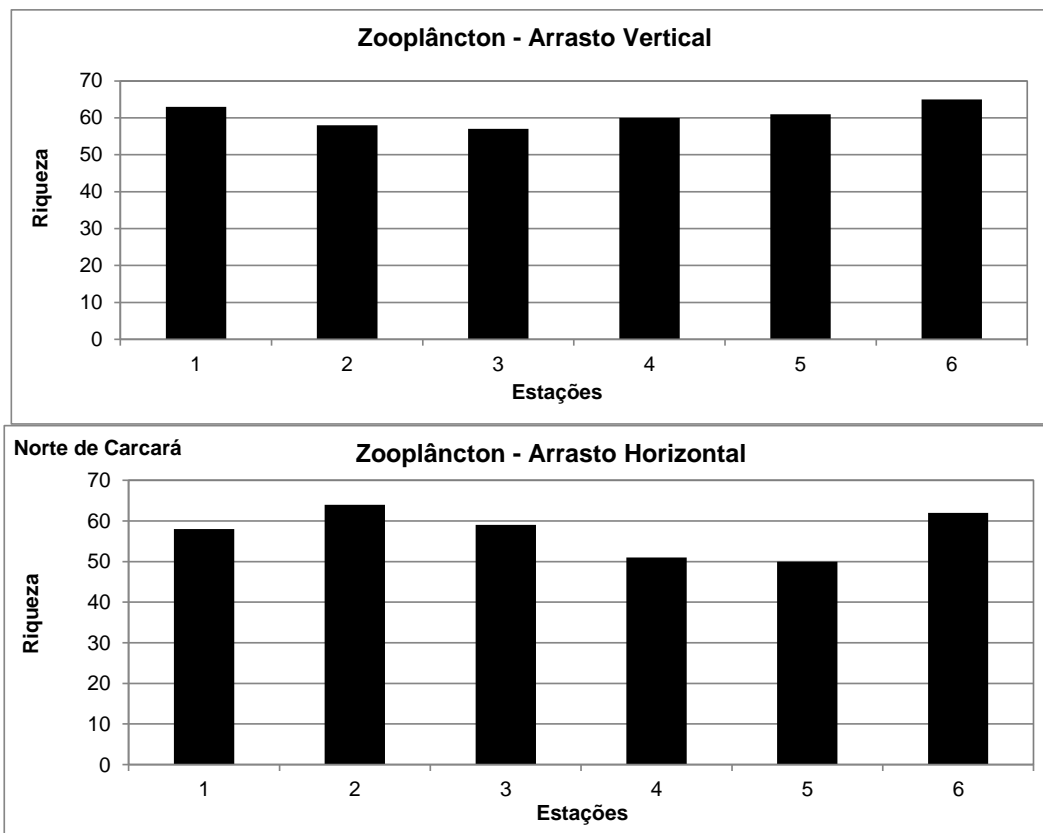
### 5.6.2.1 ANÁLISE QUALITATIVA

Na análise da comunidade zooplanctônica do Bloco Sul de Gato do Mato foi observado um total de 94 táxons distintos nos arrastos verticais, sendo 56 identificados até o nível de espécie. Já nos arrastos horizontais ocorreram 90 táxons diferentes, sendo 55 diferenciados até espécie. A distribuição dos táxons observados encontra-se representada no inventário taxonômico disponível no **Anexo E**. Dentre os táxons identificados, 46% e 47% corresponderam a organismos do grupo Copepoda, nos arrastos verticais e horizontais, respectivamente (**Figura 57**). De acordo com estudo realizado em oceano profundo (>1000 m) na Bacia de Santos, considerando todos os pontos amostrados, foi registrado um total de 93 táxons zooplanctônicos. Em tal levantamento, assim como no Bloco Sul de Gato do Mato, em relação à riqueza dos grupos identificados em nível específico, a dominância também foi de Copepoda (63%) (PETROBRAS/HABTEC, 2003).



**FIGURA 57 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplânctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

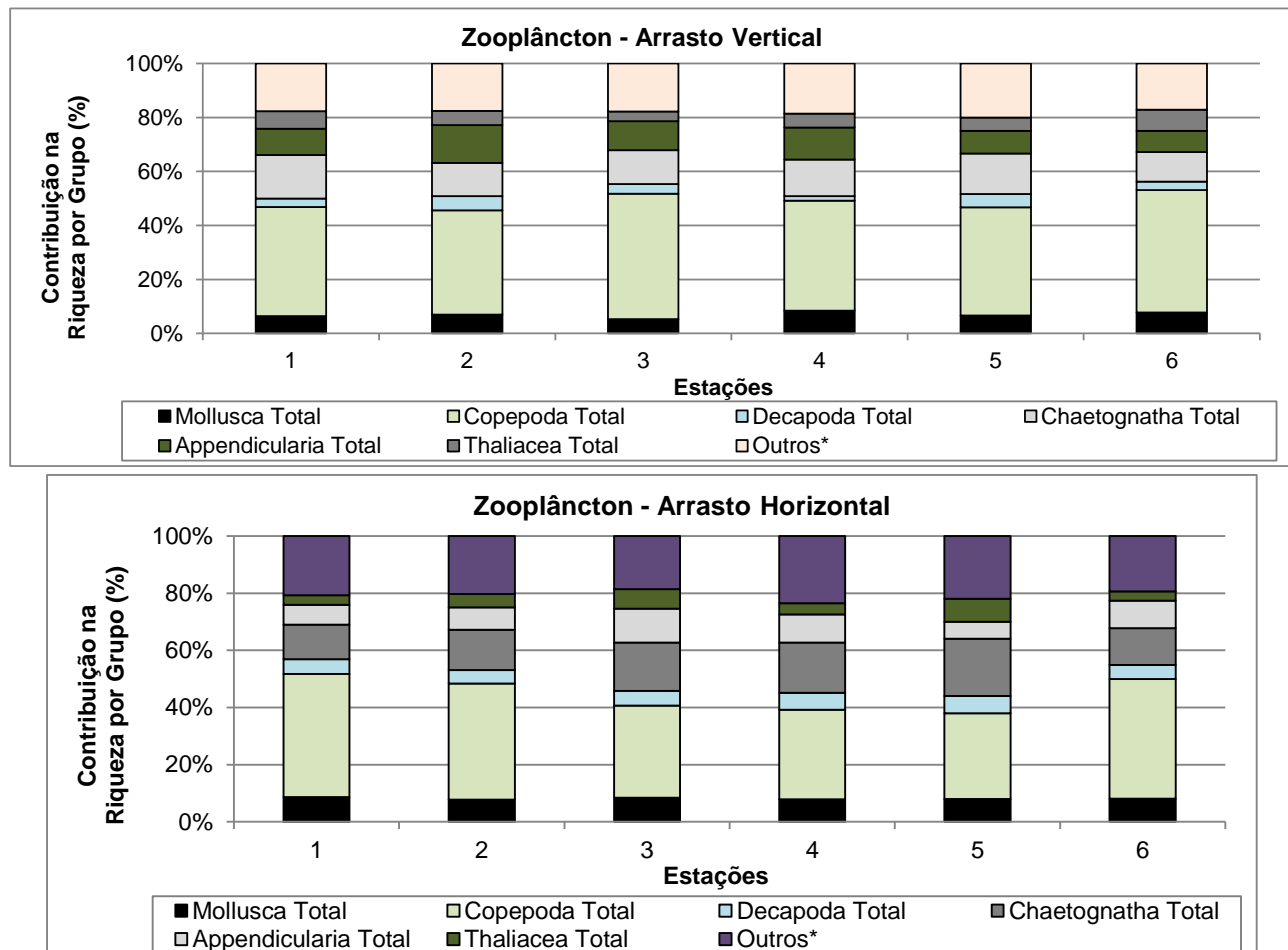
A análise da riqueza por estação revelou pouca variação entre as estações amostradas. A menor riqueza foi observada na estação 3 (50 táxons, arrasto horizontal) e a maior, 65 táxons, foi verificada na estação 6, no arrasto vertical (**Figura 58**).



**FIGURA 58 – Riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplânctônica em cada estação e nos dois tipos de arrasto, durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



Houve predomínio de Copepoda em todas as estações de amostragem, para os dois tipos de arrastos, seguido pelos grupos Chaetognatha e Appendicularia, ambos com significativa participação na contribuição na riqueza por grupo, também nos dois tipos de arrasto (Figura 59). Tal resultado é esperado para regiões oceânicas da Bacia de Santos (PETROBRAS/HABTEC, 2003).



**FIGURA 59 – Contribuição (%) por grupo na riqueza (nº de táxons) da comunidade zooplânctônica em cada estação e nos dois tipos de arrasto, durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Os táxons muito frequentes e raros apresentaram-se em maiores proporções no arrasto vertical (Tabela 32). Entre os táxons mais frequentes (100%), nos dois tipos de arrastos, observa-se o predomínio de Copepoda (Tabela 33). Cabe destacar que dentre as espécies mais frequentes estão os copépodes *Nannocalanus minor*, *Undinula vulgaris*, *Temora stylifera* (arrastos vertical e horizontal), *Farranulla gracilis* (arrasto horizontal), *Oncaea venusta*, *Oncaea venusta venella*, *Macrosetella gracilis* (arrastos vertical e horizontal), *Oncaea spp.* e *Triconia cf conifera* (arrasto vertical), que são amplamente estudados em regiões oceânicas. Ela são consideradas epipelágicas e apresentam maiores abundâncias relativas em ambientes muito oligotróficos (BRADFORD-GRIEVE et al., 1999; MAZZOCCHI & PAFFENHÖFER, 1999).





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

**TABELA 32 - Frequência de ocorrência (%) dos táxons da comunidade zooplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Frequência de Ocorrência	Classificação	Nº Táxons	
		Vertical	Horizontal
FO <40	Pouco Frequentes	32	30
40 < FO <70	Frequentes	16	18
FO >70	Muito Frequentes	46	42

**TABELA 33 – Táxons mais frequentes (100%) da comunidade zooplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

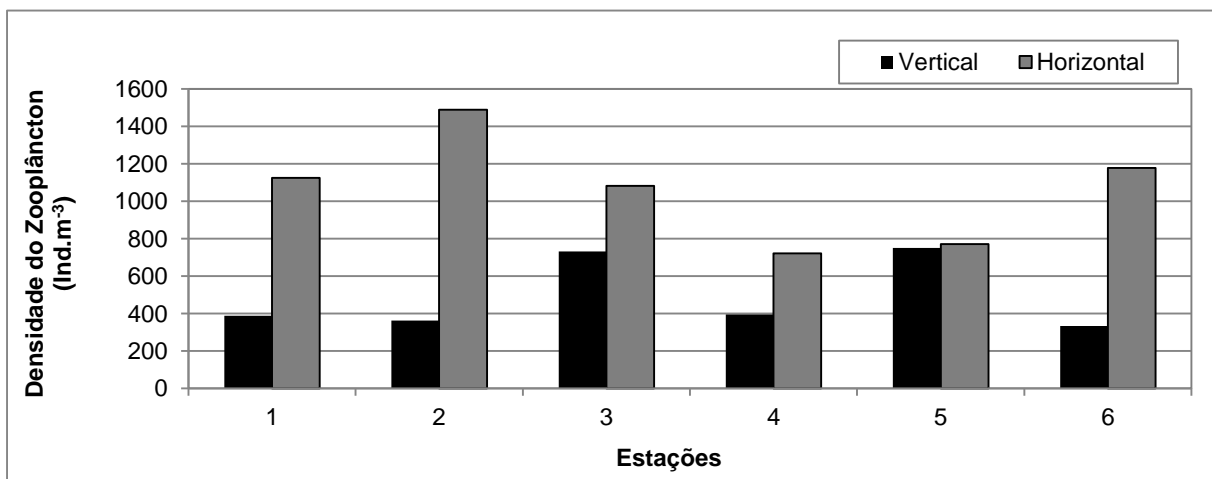
Arrasto Vertical		Arrasto Horizontal	
Hydroidomedusae	Filo Cnidaria	Hydroidomedusae	Filo Cnidaria
Siphonophorae	Filo Cnidaria	Siphonophorae	Filo Cnidaria
Nematoda	Filo Nematoda	Bivalvia (larvas)	Filo Mollusca
Bivalvia (larvas)	Filo Mollusca	Gastropoda	Filo Mollusca
Gastropoda	Filo Mollusca	Thecosomata (Pterópodes)	Filo Mollusca
Thecosomata (Pterópodes)	Filo Mollusca	Cephalopoda (larvas)	Filo Mollusca
Polychaeta (larvas)	Filo Annelida	Polychaeta (larvas)	Filo Annelida
Calanoida	Subclasse Copepoda	<i>Nannocalanus minor</i>	Subclasse Copepoda
<i>Nannocalanus minor</i>	Subclasse Copepoda	<i>Undinula vulgaris</i>	Subclasse Copepoda
<i>Undinula vulgaris</i>	Subclasse Copepoda	<i>Temora stylifera</i>	Subclasse Copepoda
<i>Temora stylifera</i>	Subclasse Copepoda	<i>Farranulla gracilis</i>	Subclasse Copepoda
<i>Oncaea venusta</i>	Subclasse Copepoda	<i>Oncaea venusta</i>	Subclasse Copepoda
<i>Oncaea venusta venella</i>	Subclasse Copepoda	<i>Oncaea venusta venella</i>	Subclasse Copepoda
<i>Oncaea</i> spp.	Subclasse Copepoda	<i>Macrosetella gracilis</i>	Subclasse Copepoda
<i>Triconia cf conifera</i>	Subclasse Copepoda	Amphipoda	Classe Malacostraca
<i>Macrosetella gracilis</i>	Subclasse Copepoda	Euphausiacea	Classe Malacostraca
Amphipoda	Classe Malacostraca	Decapoda	Classe Malacostraca
Euphausiacea	Classe Malacostraca	Luciferidae	Classe Malacostraca
Decapoda	Classe Malacostraca	Brachyura	Decapoda Total
Ostracoda	Classe Ostracoda	<i>Pterosagitta draco</i>	Filo Chaetognatha
<i>Pterosagitta draco</i>	Filo Chaetognatha	<i>Flaccisagitta enflata</i>	Filo Chaetognatha
<i>Flaccisagitta enflata</i>	Filo Chaetognatha	<i>Flaccisagitta hexaptera</i>	Filo Chaetognatha
<i>Flaccisagitta hexaptera</i>	Filo Chaetognatha	<i>Parasagitta friderici</i>	Filo Chaetognatha
<i>Parasagitta friderici</i>	Filo Chaetognatha	<i>Parasagitta tenuis</i>	Filo Chaetognatha
Chaetognatha não identificados	Filo Chaetognatha	Chaetognatha não identificados	Filo Chaetognatha
Chaetognatha Total	Filo Chaetognatha	Echinodermata	Filo Echinodermata
<i>Oikopleura cophocerca</i>	Classe Appendicularia	<i>Oikopleura cophocerca</i>	Classe Appendicularia
<i>Oikopleura fusiformis</i>	Classe Appendicularia	<i>Oikopleura fusiformis</i>	Classe Appendicularia



<i>Oikopleura gracilis</i>	Classe Appendicularia	<i>Oikopleura gracilis</i>	Classe Appendicularia
<i>Oikopleura longicauda</i>	Classe Appendicularia	<i>Doliolum nationalis</i>	Classe Thaliacea
<i>Doliolum nationalis</i>	Classe Thaliacea	<i>Thalia democratica</i>	Classe Thaliacea
Larvas de peixes	-	Larvas de peixes	-

### 5.6.2.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

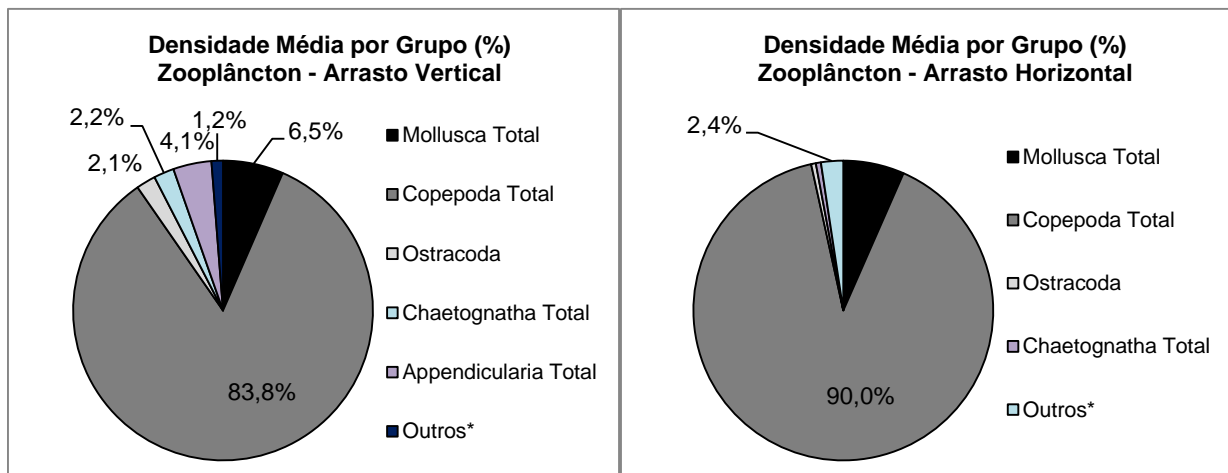
A densidade do zooplâncton teve média de  $433,36 \pm 162,57 \text{ ind.m}^{-3}$  para o arrasto vertical e de  $1061,41 \pm 201,50 \text{ ind.m}^{-3}$  para o arrasto horizontal. Os resultados obtidos a partir dos arrastos verticais revelaram que a estação 5 exibiu a maior densidade zooplancônica ( $750,02 \text{ ind.m}^{-3}$ ). Já para o arrasto horizontal, a estação 4 foi a mais representativa ( $1489,45 \text{ ind.m}^{-3}$ ). As menores densidades foram registradas na estação 6 com o arrasto vertical ( $333,78 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e na estação 4, com o arrasto horizontal ( $721,41 \text{ ind.m}^{-3}$ ) (**Figura 60**).



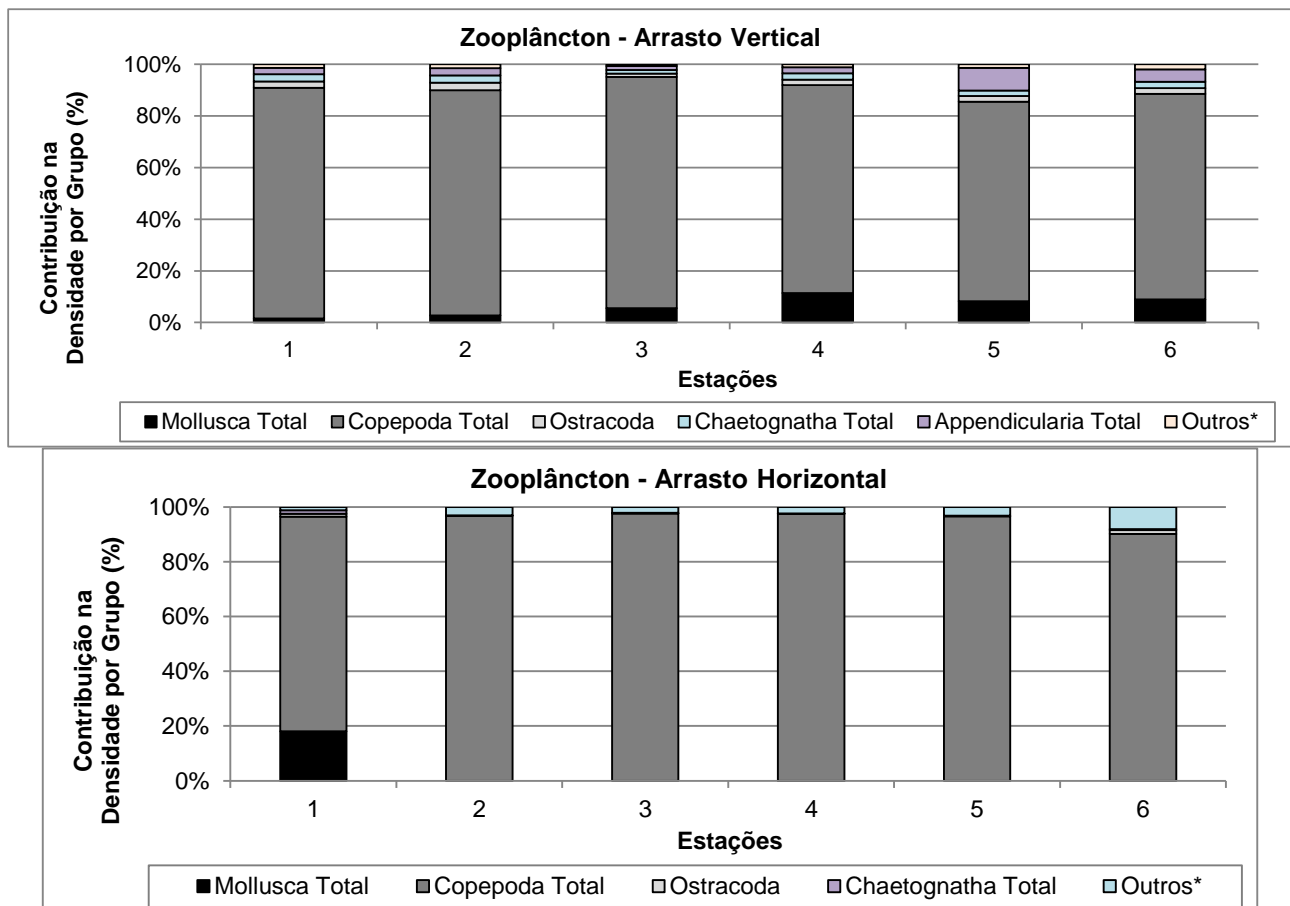
**FIGURA 60 – Densidade (ind.m<sup>-3</sup>) dos organismos da comunidade zooplancônica em cada estação, nos dois tipos de arrastos, durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

O grupo Copepoda foi o mais abundante nos dois arrastos (83,80% no arrasto vertical e 90,00% no arrasto horizontal), seguido por Mollusca (**Figura 61**). Além disso, observa-se que também ocorreu o predomínio de Copepoda em todas as estações amostradas (**Figura 62**). Muitos estudos em áreas oceânicas das Bacias de Santos e de Campos evidenciaram que os copépodes correspondem ao grupo com as maiores densidades médias da comunidade zooplancônica (BJÖRNBERG, 1981; BRADFORD-GRIEVE et al., 1999; DIAS & ARAUJO, 2006 BONECKER et al. 2017).

A dominância do grupo holoplancônico (Copepoda) reforça a caracterização da comunidade zooplancônica como tipicamente oceânica. Entre os crustáceos zooplancônicos, os copépodes frequentemente respondem por mais de 80% da abundância e biomassa do zooplâncton em todas as estações e ambientes (ALCARAZ & CALBET, 2007).



**FIGURA 61 – Contribuição média (%) por grupo na densidade da comunidade zooplânctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



**FIGURA 62 – Contribuição (%) por grupo na densidade da comunidade zooplânctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



Os copépodes costumam ser majoritários tanto em riqueza quanto em densidade, o que pode ser observado nos resultados das análises das amostras do Bloco Sul de Gato do Mato e na bibliografia consultada (CORNILS et al., 2007; AVILA et al., 2009). Os indivíduos do grupo Copepoda são os mais representativos do holoplâncton, uma vez que transferem a produção primária do fitoplâncton para os seus predadores e demais níveis tróficos do ecossistema pelágico (BRANDINI et al., 1997).

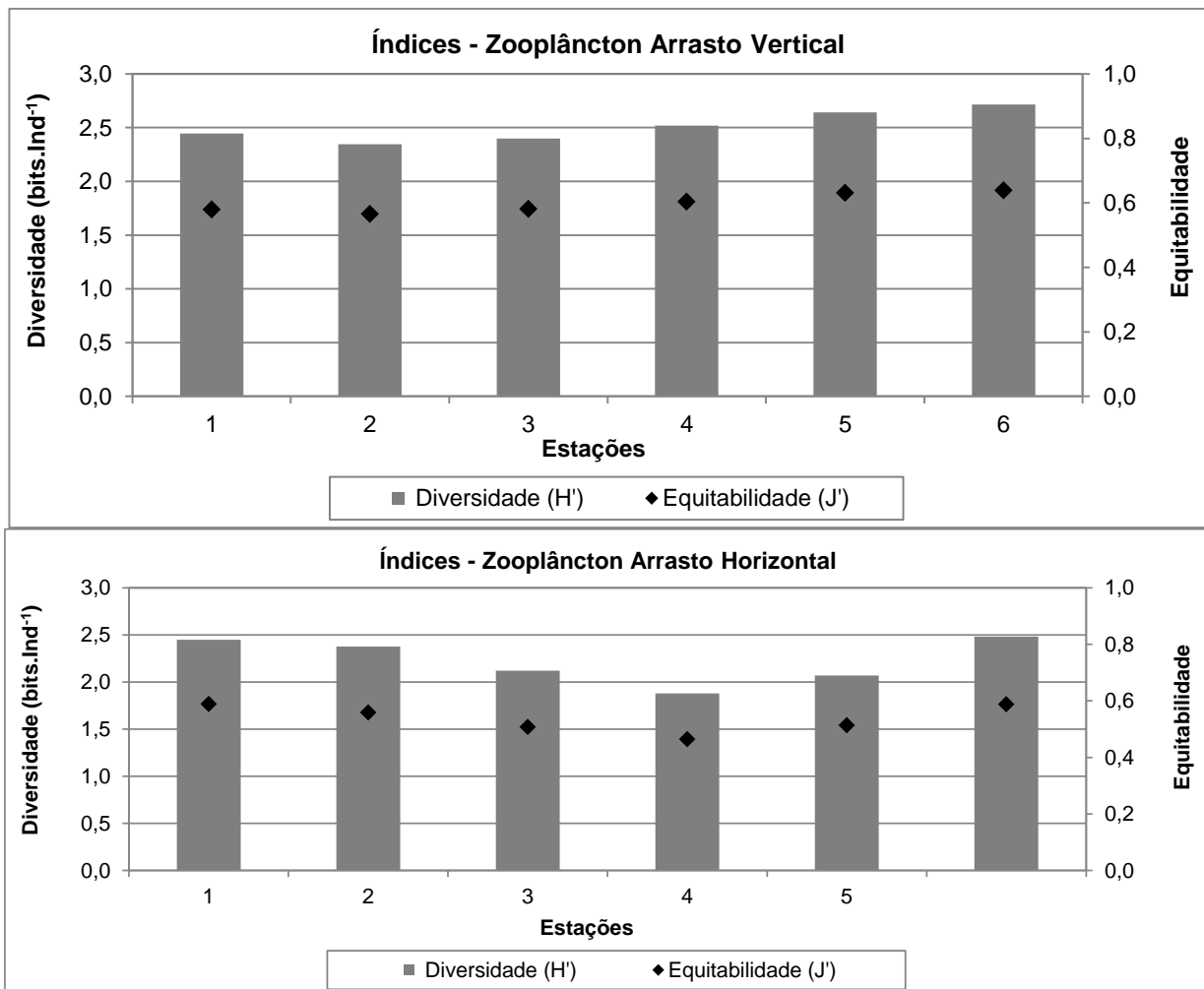
A **Tabela 34** a seguir apresenta os táxons mais abundantes no Bloco Sul de Gato do Mato, considerando os dois tipos de arrastos. As espécies de Copepoda *Nannocalanus minor* e *Undinula vulgaris*, *Oncaea venusta*, *Oncaea venusta venella* e *Triconia cf conifera* exibiram densidades expressivas nos dois tipos de arrasto. Tais táxons são comuns em águas oceânicas do Brasil (BJÖRNBERG, 1981; BRADFORD-GRIEVE et al., 1999; BONECKER & CARVALHO, 2006; DIAS & ARAUJO, 2006; DOMINGOS-NUNES & RESGALLA JR, 2012; BONECKER et al., 2014; DUARTE, 2014; DIAS et al., 2015; BONECKER et al. 2017).

**TABELA 34 – Táxons mais abundantes da comunidade zooplanctônica durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Arrasto Vertical			Arrasto Horizontal		
Táxons	Grupo	Densidade Média (Ind.m <sup>-3</sup> )	Táxons	Grupo	Densidade Média (Ind.m <sup>-3</sup> )
<i>Nannocalanus minor</i>	Copepoda	29,99	<i>Nannocalanus minor</i>	Copepoda	56,16
<i>Undinula vulgaris</i>	Copepoda	35,22	<i>Undinula vulgaris</i>	Copepoda	94,97
<i>Oncaea venusta</i>	Copepoda	52,33	Clausocalanidae	Copepoda	49,68
<i>Oncaea venusta venella</i>	Copepoda	32,16	<i>Oncaea venusta</i>	Copepoda	66,45
<i>Triconia cf conifera</i>	Copepoda	67,78	<i>Triconia cf. conifera</i>	Copepoda	69,63
			<i>Macrosetella gracilis</i>	Copepoda	33,84

### 5.6.2.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS

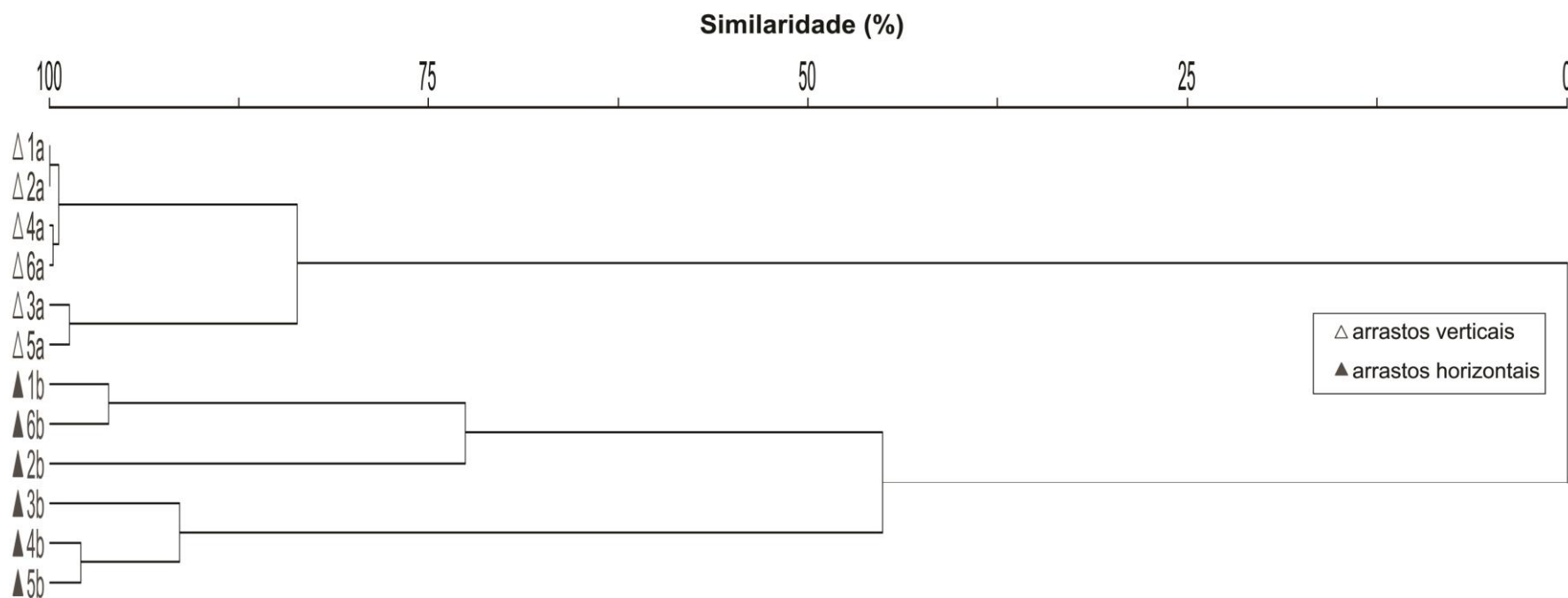
Os valores do índice de diversidade variaram de 2,35 (estação 2) a 2,72 bits.ind<sup>-1</sup> (estação 6), com média de 2,51 ± 0,14 bits.ind<sup>-1</sup> nos arrastos verticais; e de 1,88 (estação 4) a 2,48 bits.ind<sup>-1</sup> (estação 6), com média de 2,23 ± 0,24 bits.ind<sup>-1</sup> nos arrastos horizontais. Os valores de equitabilidade acompanharam a variação da diversidade, oscilando entre 0,56 e 0,64, com média de 0,60 ± 0,03 para o arrasto vertical, e entre 0,47 e 0,59, com média de 0,54 ± 0,05 para o arrasto horizontal (**Figura 63**). A estrutura de uma comunidade zooplanctônica pode ser influenciada pelas características hidrográficas das massas d'água e de suas variações regionais e sazonais (BRANDINI et al., 1989; BRANDINI, 1990; BONECKER et al. 2017).



**FIGURA 63 – Índices biológicos da comunidade zooplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

A **Figura 64** a seguir apresenta o resultado da análise de agrupamento para os dados quantitativos do zooplâncton. Observa-se a separação entre as amostras provenientes dos dois arrastos distintos. Em cada grupamento relativo a cada arrasto, nota-se a formação de grupos principais. No arrasto vertical, as estações 3 e 5 aparecem separadas das demais, formando dois clados principais com quase 100% de similaridade entre as amostras. Tal separação possivelmente está relacionada às maiores densidades encontradas. As estações 3 e 5 exibiram mais de  $700 \text{ ind.m}^{-3}$ . Já para o arrasto horizontal, a diferenciação em clados pode estar associada às menores densidades do grupo Copepoda, por exemplo, que foram menores nas estações 3, 4 e 5.

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



**FIGURA 64 – Índices biológicos da comunidade zooplanctônica em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**





### 5.6.3 ICTIOPLÂNCTON

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

O conhecimento sobre a comunidade ictioplanctônica da região oceânica da Bacia de Santos ainda é considerado carente em informações específicas sobre ovos e larvas de peixes, quando comparado às áreas costeiras e da plataforma continental (KATSURAGAWA, *et al.* 2014). No Bloco Sul de Gato do Mato, os ovos de peixes foram registrados em poucas amostras coletadas. Cabe ressaltar ainda que os ovos encontrados permaneceram como não identificados devido à carência de literatura com a descrição desse estágio de desenvolvimento (GLEASON & BURTON, 2011; KURTZ, 2012).

#### 5.6.3.1 ANÁLISE QUALITATIVA

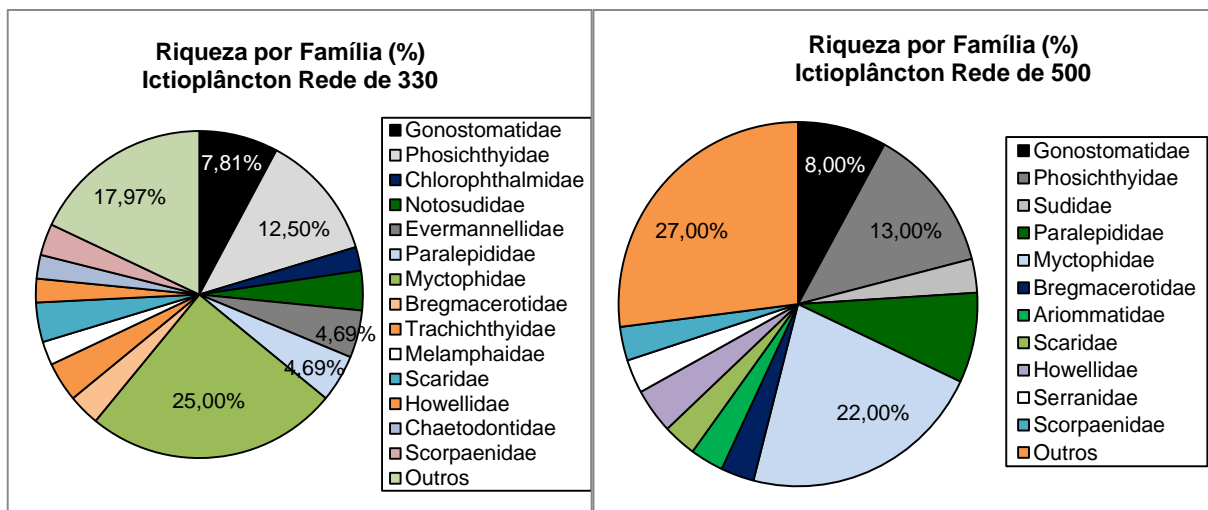
O ictioplâncton analisado na atual campanha de monitoramento, considerando as duas malhas da rede bongô (330 e 500 µm) incluiu 36 famílias de larvas de peixes distintas, típicas de regiões oceânicas (FIGUEIREDO & MENEZES, 1978; 1980; FIGUEIREDO *et al.*, 2002): Nettastomatidae, Congridae, Gonostomatidae, Phosichthyidae, Stomiidae, Synodontidae, Chlorophthalmidae, Evermannellidae, Notosudidae, Sudidae, Paralepididae, Myctophidae, Bregmacerotidae, Trachichthyidae, Ophidiidae, Carapidae, Howellidae, Melamphaidae, Gobiidae, Paralichthyidae, Callionymidae, Gempylidae, Scombridae, Trichiuridae, Ariommatidae, Scaridae, Chiasmodontidae, Acropomatidae, Serranidae, Mullidae, Chaetodontidae, Malacanthidae, Lutjanidae, Scorpaenidae, Acanthuridae e Tetraodontidae. Além disso, os resultados revelaram também a ocorrência de organismos identificados como Ordem Anguilliformes e larvas não identificadas. A Autorização de Captura de Material Biológico e a Declaração de Aceite das amostras de plâncton pelo laboratório responsável são apresentadas no **Anexo E**.

Entre os táxons coletados alguns ocorreram exclusivamente na malha de 330 µm: *Anguilliformes*, *Nettastomatidae*, *Saurenhelys stylura*, Synodontidae, *Synodus synodus*, *Parasudis truculenta*, *Stemonosudis sp.*, *Benthoema suborbitale*, Myctophum sp., Lampanyctus sp., Lepidophanes sp., *Notoscopelus caudispinosus*, Melamphaidae, *Melamphaes simus*, *Ptereleotris randalli*, *Lepidocybium flavobrunneum*, Labridae, Scarus sp., Serranus sp., Bramidae, Tetraodontidae e Sphoeroides sp (22 táxons). Nas amostras coletadas com a malha de 500 µm foram registrados 15 táxons exclusivos: *Congridae*, *Ariosoma balearicum*, *Coccorella atlântica*, *Notoscopelus sp.*, *Carapidae*, *Echiodon dawsoni*, *Ophidiidae*, *Paralichthyidae*,

*Syacium papillosum*, *Chiasmodontidae*, *Chiasmodon niger*, *Mullidae*, *Upeneus parvus*, *Malacanthidae*, *Malacanthus plumieri* (Anexo E).

Todos os táxons registrados na área de estudo já foram identificados na fase de larva e/ou adulto na costa brasileira (ITAGAKI, 1999; LESSA & NÓBREGA, 2000; NONAKA *et al.*, 2000; FIGUEIREDO *et al.*, 2002; MENEZES *et al.*, 2003; FRANCO *et al.*, 2005; BONECKER & CASTRO, 2006; CASTRO *et al.*, 2010; MARCENIUK *et al.*, 2013; KATSURAGAWA *et al.*, 2014; STOCCO & JOYEUX, 2015; BONECKER *et al.*, 2012; 2014). Não foram observadas espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção (DOU, 2004; 2014).

Um número considerável dos táxons registrados no Bloco Sul de Gato do Mato representou menos de 3% do total identificado nas amostras obtidas com as malhas de 330 µm e 500 µm. As famílias que tiveram a maior contribuição em número de táxons foram Gonostomatidae, Phosichthyidae, Sudidae, Paralepididae, Chlorophthalmidae, Notosudidae, Evermannellidae, Myctophidae, Bregmacerotidae, Trachichthyidae, Melamphaidae, Scaridae, Howellidae, Chaetodontidae, Scorpaenidae. Cabe destacar que os táxons identificados como Myctophidae foram os mais representativos, contribuindo com 25% na malha de 330 µm e 22% na malha de 500 µm (Figura 65). As larvas da família Myctophidae são comumente encontradas em estudos de ictioplâncton em regiões oceânicas (HULLEY, 1981). De acordo com HAEDRICH (1997) as famílias Myctophidae e Sternoptychidae, representantes típicas da ictiofauna pelágica profunda, foram igualmente abundantes em capturas nas regiões central e sudeste-sul brasileiras.

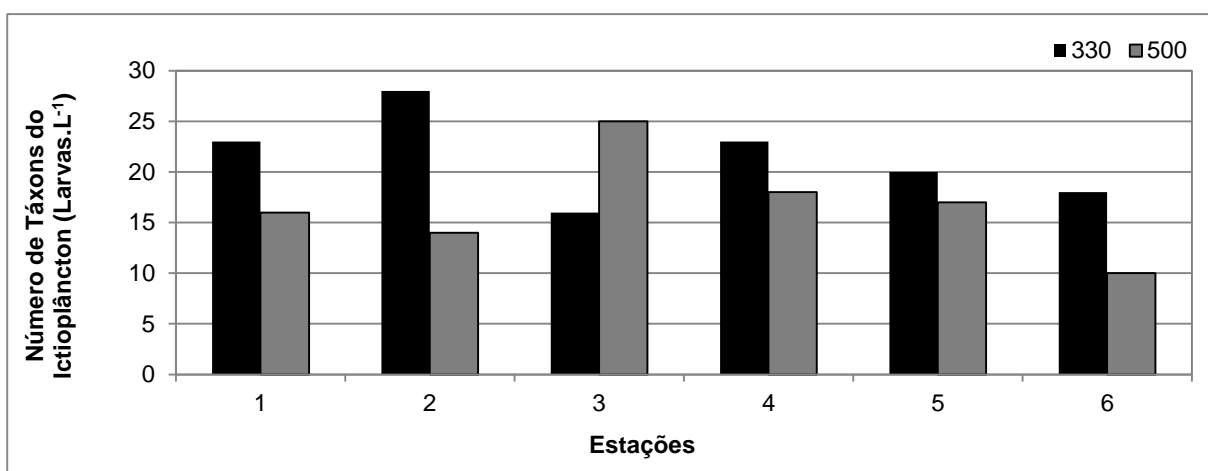


**FIGURA 65 – Contribuição (%) por família na riqueza (nº de táxons) de larvas de peixes durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

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

(NAFPAKTITIS et al., 1977; NAMIKI et al., 2015; MATEU et al., 2015; SORELL et al., 2017; GIMÉNEZ et al., 2018).

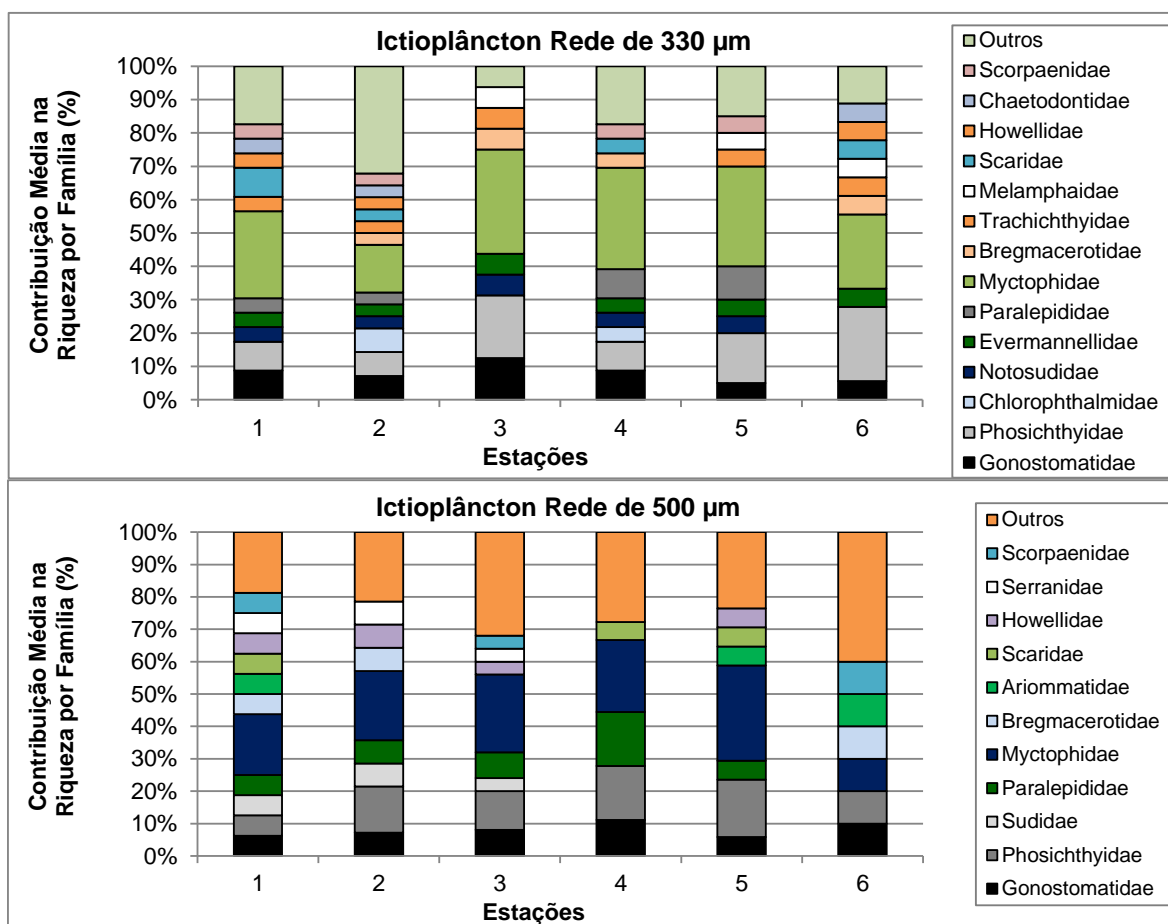
No Bloco Sul de Gato do Mato, as duas maiores riquezas foram registradas nas estações 2 e 3, onde foram identificados 28 e 25 táxons, nas malhas de 330  $\mu\text{m}$  e 500  $\mu\text{m}$ , respectivamente. De uma forma geral, para o ictioplâncton observado na área de estudo, ocorreu um total de 65 táxons distintos (considerando as duas malhas e incluindo táxons identificados ao nível de família ou ordem, mas sem considerar o grupo de larvas não identificadas). Os resultados associados à malha de 330  $\mu\text{m}$  registraram um total de 52 táxons de larvas, enquanto as análises das amostras provenientes da malha de 500  $\mu\text{m}$  permitiram a identificação de 47 táxons distintos (**Figura 66**).



**FIGURA 66 – Riqueza (nº de táxons) da assembleia de larvas de peixes em cada estação (malhas de 330  $\mu\text{m}$  e 500  $\mu\text{m}$ ), durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

A família Myctophidae foi a que mais contribuiu com táxons em relação ao total identificado em cada estação de coleta nas amostras das duas malhas (**Figura 67**). Na assembleia de larvas de peixes registrada na área de estudo, 33 e 30 táxons foram considerados pouco frequentes; 11 e 16 foram classificados como frequentes; 9 e 2 foram muito frequentes, nas malhas de 330  $\mu\text{m}$  e 500  $\mu\text{m}$ , respectivamente (**Tabela 35**).

Entre os táxons classificados como muito frequentes, destaca-se a família Myctophidae, presente em todas as amostras da malha de 330  $\mu\text{m}$  e em 83,33% das amostras da malha de 500  $\mu\text{m}$  (**Tabela 36**). Nas regiões nerítica profunda e oceânica, observa-se o predomínio de integrantes das famílias Myctophidae e Sternoptychidae, que correspondem a cerca de 47% do total de larvas. Cabe destacar ainda que durante o período de inverno, em tais áreas, a família Myctophidae é a mais abundante (ROSSI-WONGTSCHOWSKI et al., 2006).



**FIGURA 67 – Contribuição (%) por família na riqueza (nº de táxons) de larvas de peixes em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

**TABELA 35 – Frequência de ocorrência dos táxons de larvas de peixes nas estações coletadas com as malhas de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Frequência de Ocorrência	Classificação	Nº Táxons	
		Malha de 330 µm	Malha de 500 µm
FO <40	Pouco Frequentes	33	30
40 < FO <70	Frequentes	11	16
FO >70	Muito Frequentes	9	2

**TABELA 36 - Táxons de larvas de peixes muito frequentes (FO>70%) nas amostras coletadas com as malhas de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Táxons muito frequentes nas amostras - FO%			
Malha de 330 µm		Malha de 500 µm	
Cyclothone sp.	100,00	Lestidium atlanticum	83,33
Pollichthys mauii	100,00	Myctophidae	83,33
Vinciguerria nimbaria	100,00	-	-

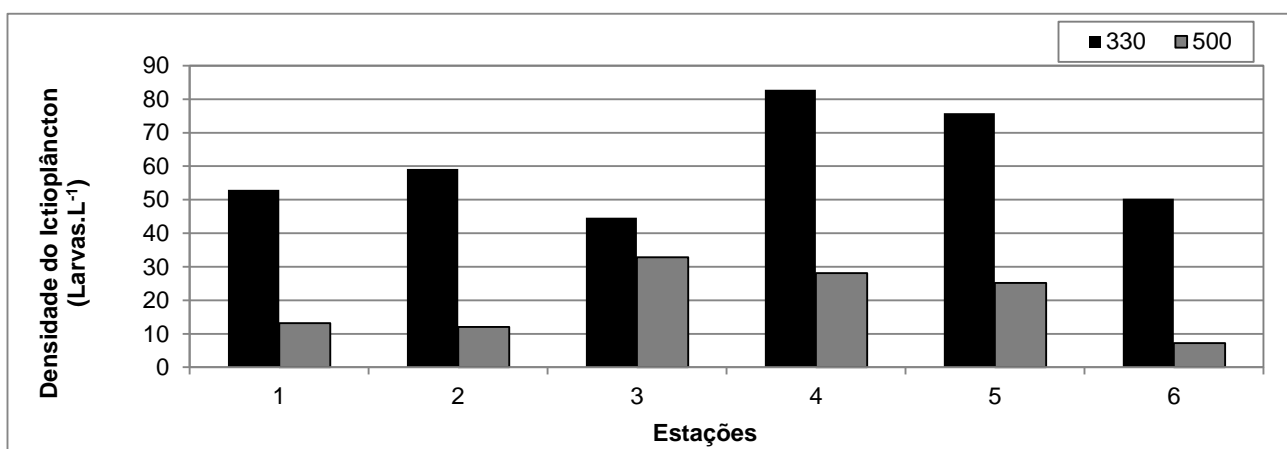


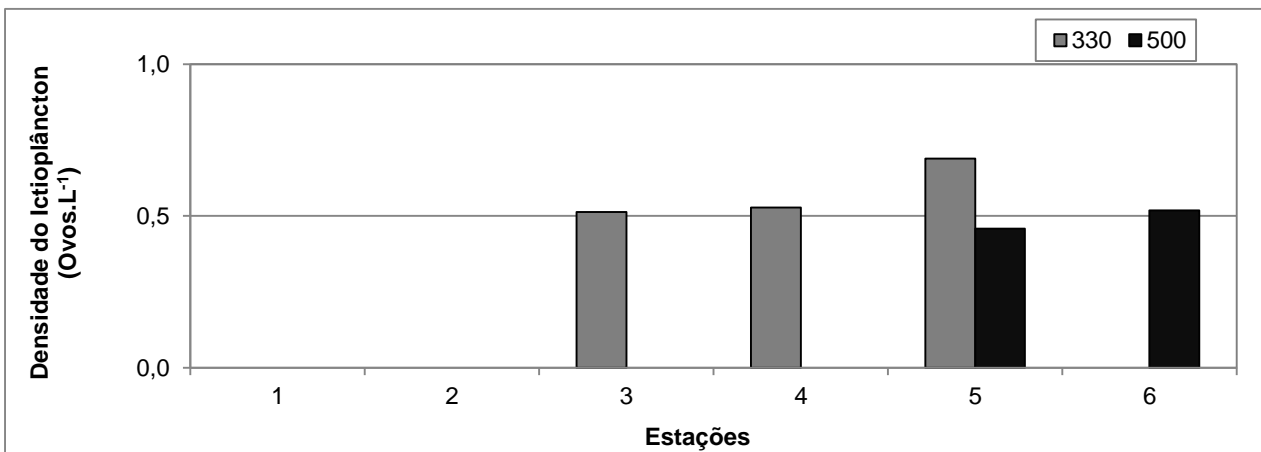
Táxons muito frequentes nas amostras - FO%			
Malha de 330 $\mu\text{m}$		Malha de 500 $\mu\text{m}$	
Evermannellidae	100,00	-	-
Myctophidae	100,00	-	-
Hygophum sp.	100,00	-	-
Não identificadas	100,00	-	-
Scopelosaurus sp.	83,33	-	-
Trachichthyidae	83,33	-	-

### 5.6.3.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

Na atual campanha, a densidade média de larvas de peixes foi de 40,36 larvas.100 m<sup>-3</sup>. A análise quantitativa para cada malha revelou uma densidade média de 60,96 larvas.100m<sup>-3</sup> (malha de 330  $\mu\text{m}$ ) e de 19,77 larvas.100m<sup>-3</sup> (malha de 500  $\mu\text{m}$ ). De uma forma geral (considerando as duas malhas), as densidades médias de larvas de peixes variaram de 7,26 a 82,80 larvas.100 m<sup>-3</sup>, valores relativamente baixos quando comparados a outros trabalhos em áreas ambientalmente semelhantes. Já as densidades de ovos oscilaram entre 0 e 0,69 ovos.100 m<sup>-3</sup>, na malha de 330  $\mu\text{m}$ , e entre 0 e 0,52 ovos.100 m<sup>-3</sup>, na malha de 500  $\mu\text{m}$ . A densidade média de ovos, considerando todas as amostras de ambas as malhas, foi de 0,23 ovos.100 m<sup>-3</sup>. Destaca-se ainda que nas estações 1 e 2 não foram encontrados ovos de peixes em nenhuma das duas malhas analisadas e nem nas amostras associadas à malha de 500  $\mu\text{m}$  nas estações 3 e 4. A estação 6 não contemplou a identificação de ovos de peixes nos resultados das análises da malha de 330  $\mu\text{m}$  (**Figura 68**).

LOPES (2006), através de campanhas oceanográficas de verão e inverno realizadas na região de Cabo Frio, observou oscilações na abundância de ovos, atribuindo-as a diversos fatores, como hidrodinâmica local, sazonalidade e períodos reprodutivos específicos, indicando um comportamento natural que não pode ser associado a qualquer impacto antrópico. Águas oceânicas oligotróficas e com baixa produtividade normalmente têm baixas densidades de organismos (BASSANI et al., 1999). Baixas densidades ictioplânctônicas também foram observadas em outros estudos realizados na Bacia de Santos (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002; PETROBRAS/HABTEC, 2003).

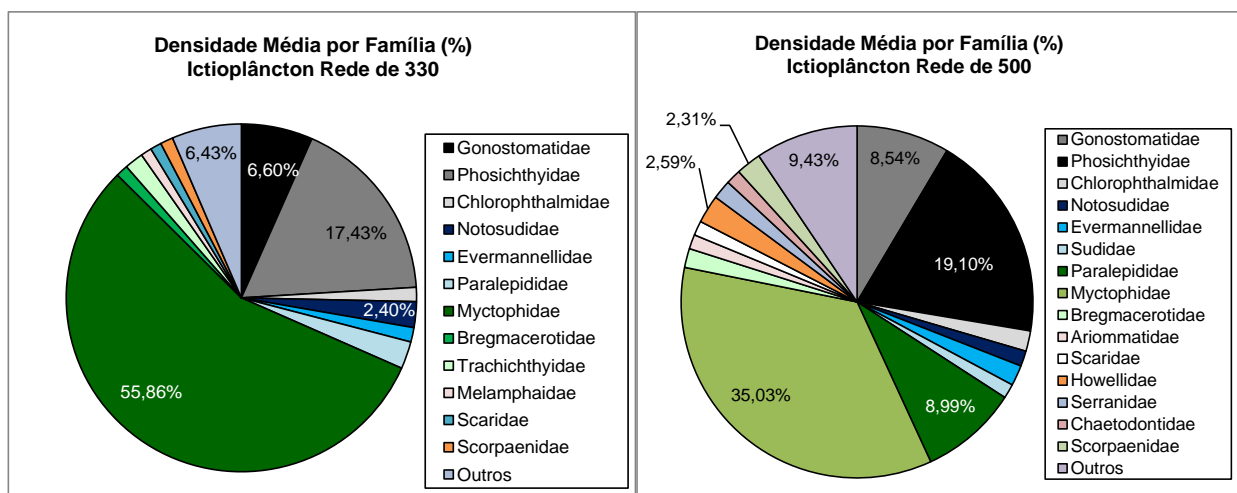




**FIGURA 68 – Densidade de larvas e ovos de peixes (ovos. 100 m<sup>-3</sup>) coletados durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

A família Myctophidae foi a mais abundante nas amostras coletadas com as malhas de 330 e 500 µm, representando, respectivamente 55,86% e 35,03% do total de larvas identificadas no Bloco Sul de Gato do Mato. As larvas das famílias Gonostomatidae e Phosichthyidae também se destacaram nas assembleias de larvas de peixes das amostras coletadas com as malhas de 330 e 500 µm. Os demais táxons contribuíram com menos de 1% do total identificado e foram agrupados como Outros (**Figura 69**). Outro estudo realizado na Bacia de Santos também registrou dominância de larvas da família Myctophidae (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002). Os mictofídeos tiveram a maior densidade média na Área do Bloco Sul de Gato do Mato, tanto nas amostras da malha de 330 quanto nas de 500 µm (**Tabela 37**).

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



**FIGURA 69 – Contribuição média (%) por família na densidade média de larvas de peixes (larvas.100 m<sup>-3</sup>) durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



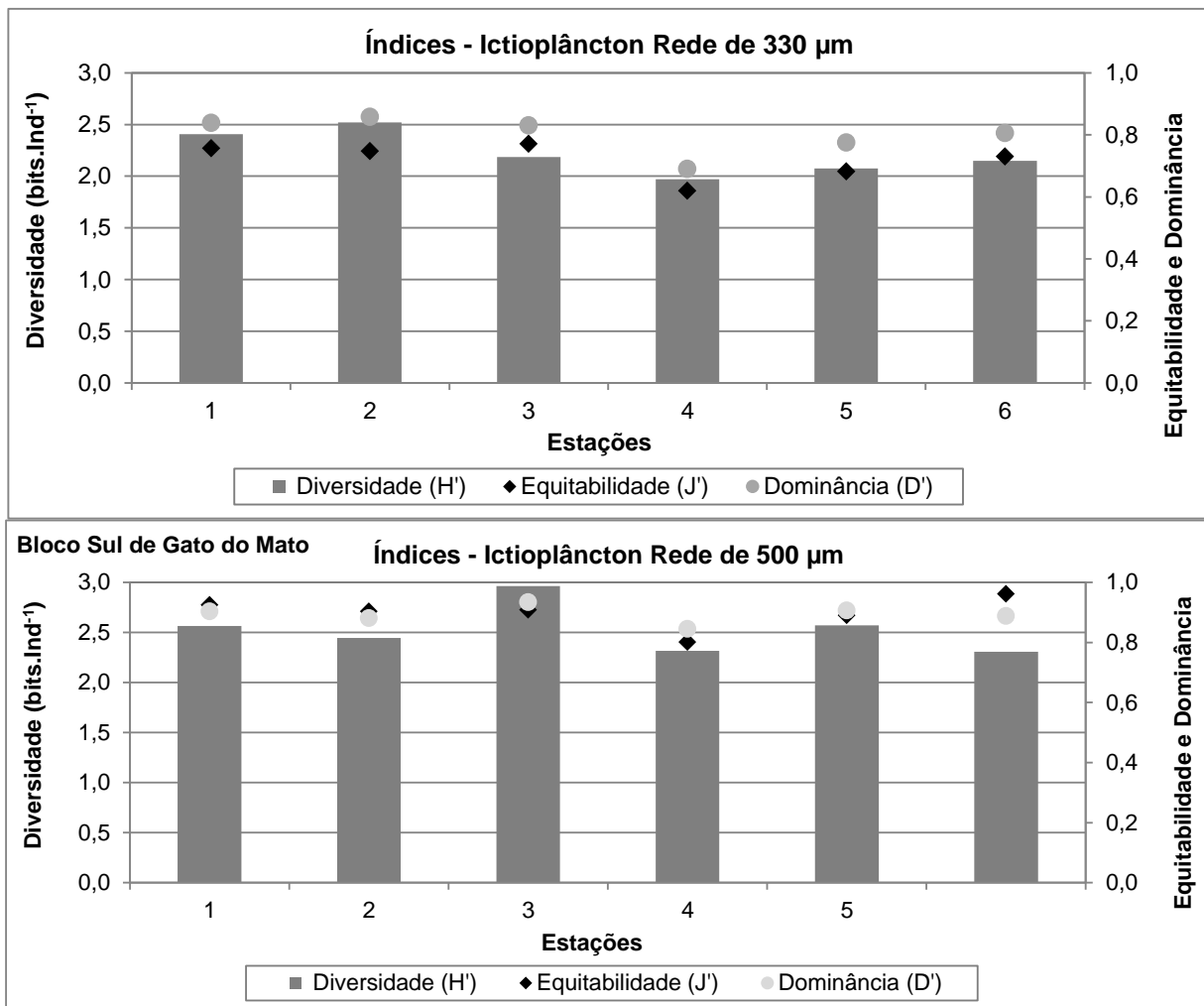


**TABELA 37 – Densidade média (larvas.100 m<sup>-3</sup>) dos táxons de larvas de peixes mais abundantes coletados durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

Malha de 330 µm		Malha de 500 µm	
Táxon	Densidade média	Táxon	Densidade média
Gonostomatidae	3,53	Gonostomatidae	1,56
Phosichthyidae	9,32	Phosichthyidae	3,48
Chlorophthalmidae	0,70	Chlorophthalmidae	0,34
Notosudidae	1,28	Notosudidae	0,26
Evermannellidae	0,72	Evermannellidae	0,34
Paralepididae	1,36	Sudidae	0,24
Myctophidae	29,86	Paralepididae	1,64
Bregmacerotidae	0,60	Myctophidae	6,39
Trachichthyidae	0,93	Bregmacerotidae	0,32
Melamphidae	0,54	Ariommatidae	0,24
Scaridae	0,55	Scaridae	0,24
Scorpaenidae	0,63	Howellidae	0,47
Outros	3,44	Serranidae	0,32
		Chaetodontidae	0,25
		Scorpaenidae	0,42
		Outros	1,72

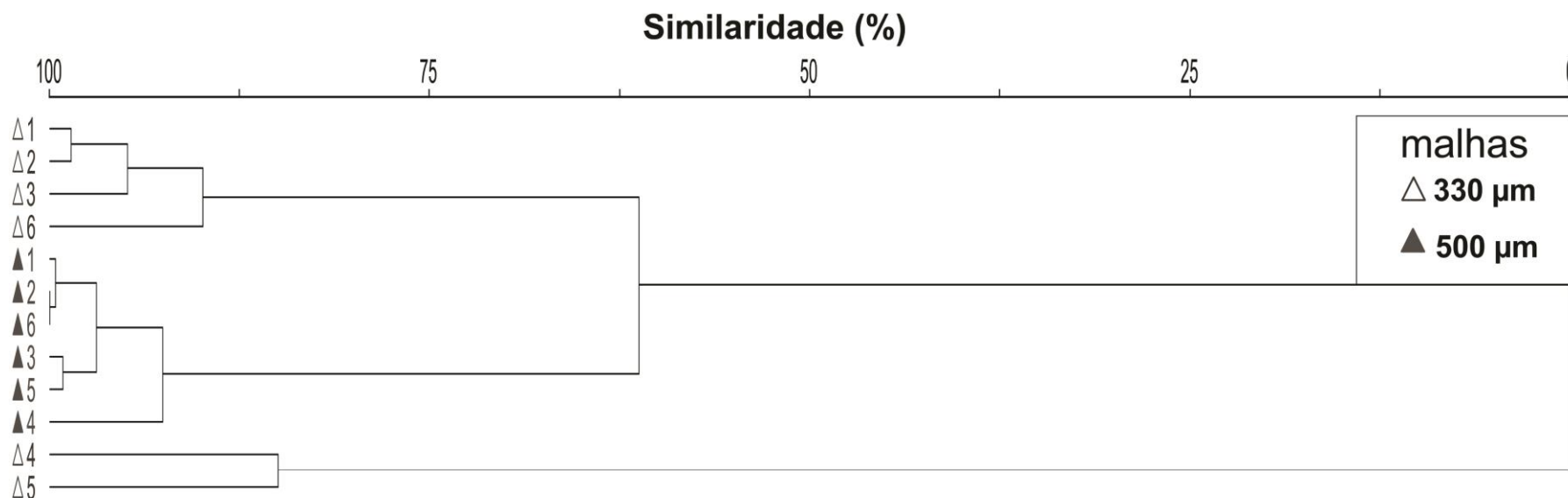
### 5.6.3.3 ÍNDICES BIOLÓGICOS

Os índices de diversidade (*Shannon*) e equitabilidade (*Pielou*), calculados para a comunidade ictioplanctônica na área do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos, variaram, em geral, em um padrão similar. Para a rede de 330 µm, a diversidade de Shannon variou entre 1,97 (estação 4) e 2,52 bits.ind<sup>-1</sup> (estação 2) (média de 2,22 bits.ind<sup>-1</sup>). Já para a rede de 500 µm, os valores de diversidade oscilaram entre 2,31 (estação 6) e 2,96 bits.ind<sup>-1</sup> (estação 3) (média de 2,53 bits.ind<sup>-1</sup>). No que diz respeito à equitabilidade, os valores oscilaram entre 0,62 e 0,77 (malha de 330 µm) e entre 0,80 e 0,96 (malha de 500 µm) (**Figura 70**).



**FIGURA 70 – Índices biológicos da assembleia de larvas de peixes em cada estação durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**

A **Figura 71** a seguir mostra a representação gráfica da análise de similaridade realizada a partir das densidades das larvas do ictioplâncton para as duas malhas de amostragem. Para cada malha analisada individualmente, nota-se a formação de clados com similaridades superiores a 60% entre si. De uma forma geral as amostras da malha de 330 µm mostraram ausência de similaridade com os resultados da malha de 500 µm. Cabe destacar que as amostras das estações 4 e 5 (malha de 330 µm) foram destacadas das demais na análise de grupamento. Tal diferenciação pode estar atrelada às maiores densidades de larvas observadas em tais amostras.



**FIGURA 71 – Dendrograma representativo da similaridade quantitativa entre estações nos arrastos de ictioplâncton com rede de 330 e 500 µm durante a caracterização ambiental do Bloco Sul de Gato do Mato, Bacia de Santos.**



## 5.7 ANÁLISE INTEGRADA

### 5.7.1 COMPARTIMENTO SEDIMENTO

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

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

Para a associação dos parâmetros físico-químicos com a comunidade bentônica foram consideradas as densidades médias de cada grande grupo (incluindo os organismos da macro e meiofauna) e a densidade média total de cada estação (**Tabela 38**).

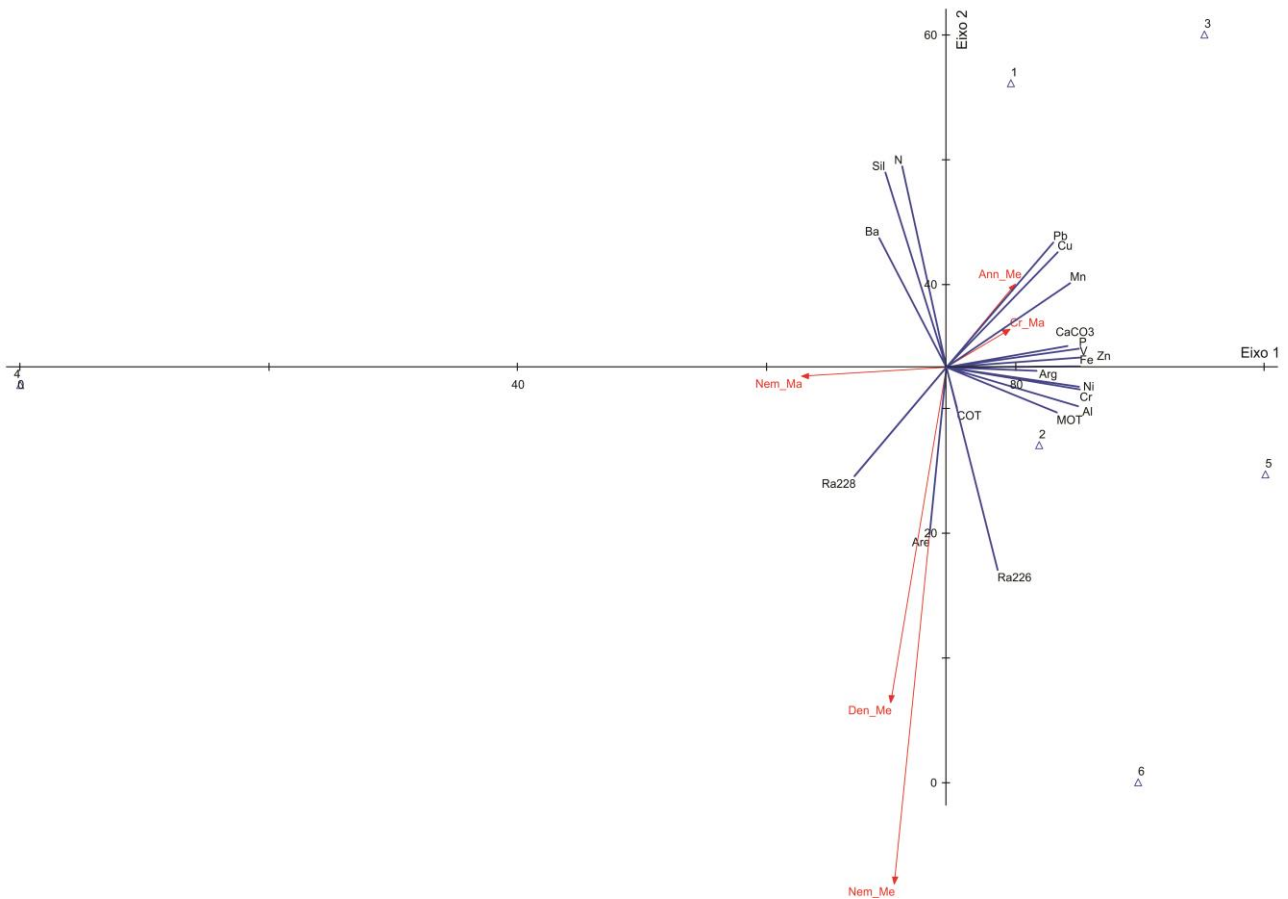
**TABELA 38 – Códigos para identificação das variáveis utilizadas nas análises multivariadas de integração dos resultados observados no sedimento marinho.**

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



Variáveis	Códigos
Densidade Annelida da macrofauna	Ann_Ma
Densidade Annelidada meiofauna	Ann_Me
Densidade Nematoda da meiofauna	Nem_Me

A **Figura 72** abaixo representa a integração dos resultados das análises das amostras de sedimento, evidenciando os padrões previamente visualizados com os dados físico-químicos e biológicos. O ACP mostra que os metais possuem tamanhos de vetores semelhantes, remetendo a um peso similar na análise, ou seja sem evidências de contaminações específicas ou de elevada concentração atípica de nenhum deles. As estações 2, 5 e 6 foram representadas no mesmo quadrante, associadas ao vetor de 226Ra, com maiores concentrações nas amostras de tais estações. A estação 4 apareceu isolada das demais, possivelmente devido ao pico de 228Ra encontrado em tal amostra. Em relação aos resultados das análises de macro e meiofauna bentônica, conforme dito anteriormente, as diferenças dos valores de densidade obtidos em cada uma das comunidades foram consideravelmente diferentes, o que refletiu na proporção de seus vetores.



**FIGURA 72 - Ordenação das variáveis abióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) para o compartimento sedimento.**



## 5.7.2 COMPARTIMENTO ÁGUA

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

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

Na primeira análise, a integração envolveu todos os estratos de profundidade, relacionando cada estação e parâmetro, exceto biota e os dados de clorofila-a foram representados como “0” para os estratos “d” e “e” (**Figura 73**). Já a segunda associou os resultados dos parâmetros físico-químicos com os biológicos, considerando somente os resultados até 300 m de profundidade (**Tabela 39**).

**TABELA 39 - Variáveis abióticas e bióticas e respectivas abreviaturas utilizadas na análise integradado compartimento água.**

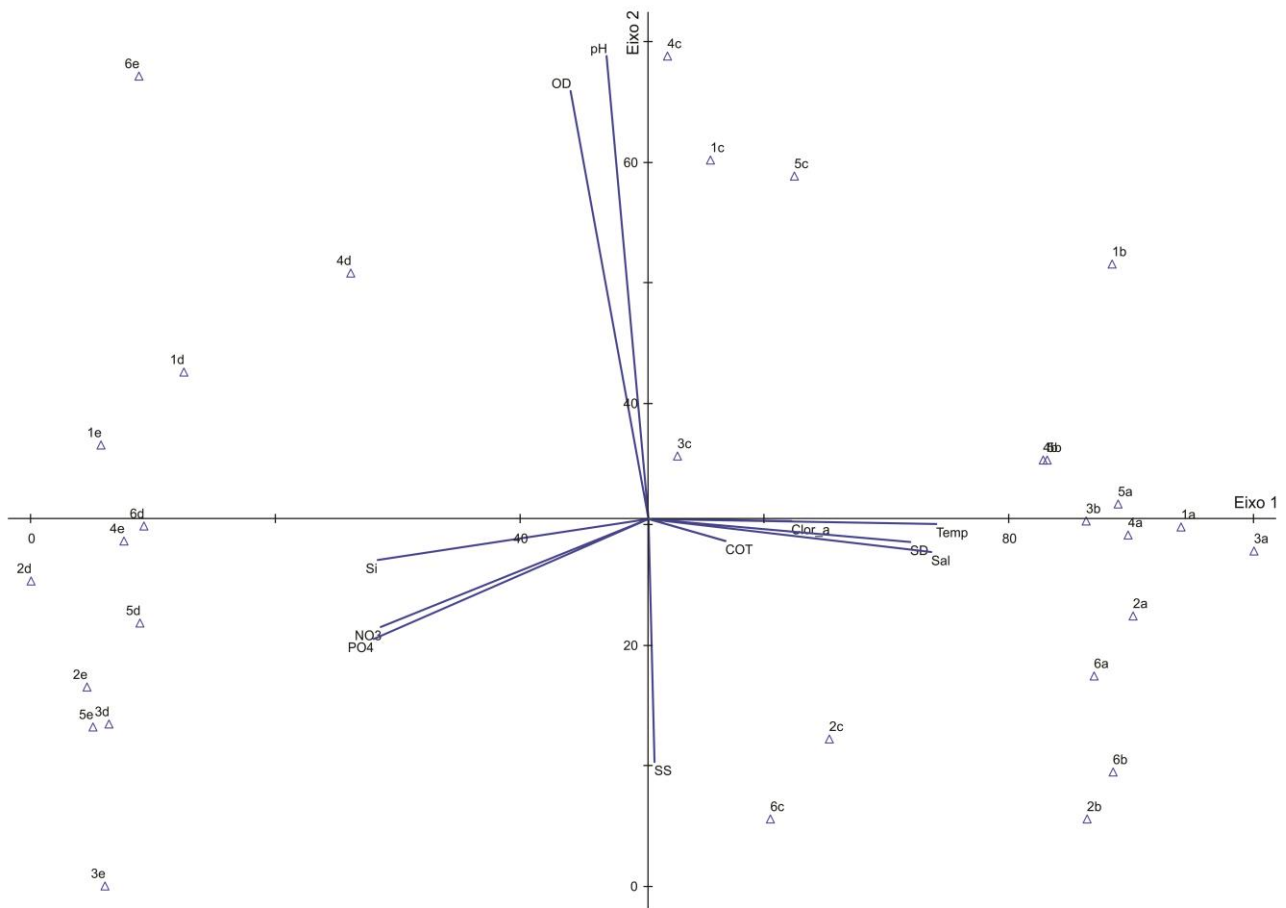
Variáveis	Códigos
<b>Abióticas</b>	
Temperatura	Temp
Salinidade	Sal
Potencial Hidrogeniônico	pH
Oxigênio Dissolvido	OD
Sólidos Dissolvidos	SD
Sólidos em Suspensão	SS
Nitrato	NO <sub>3</sub>
Fosfato	PO <sub>4</sub>
Silicato	Si
Clor_a	Clorofila-a
Carbono Orgânico Total	COT
<b>Bióticas (fitoplâncton)</b>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

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



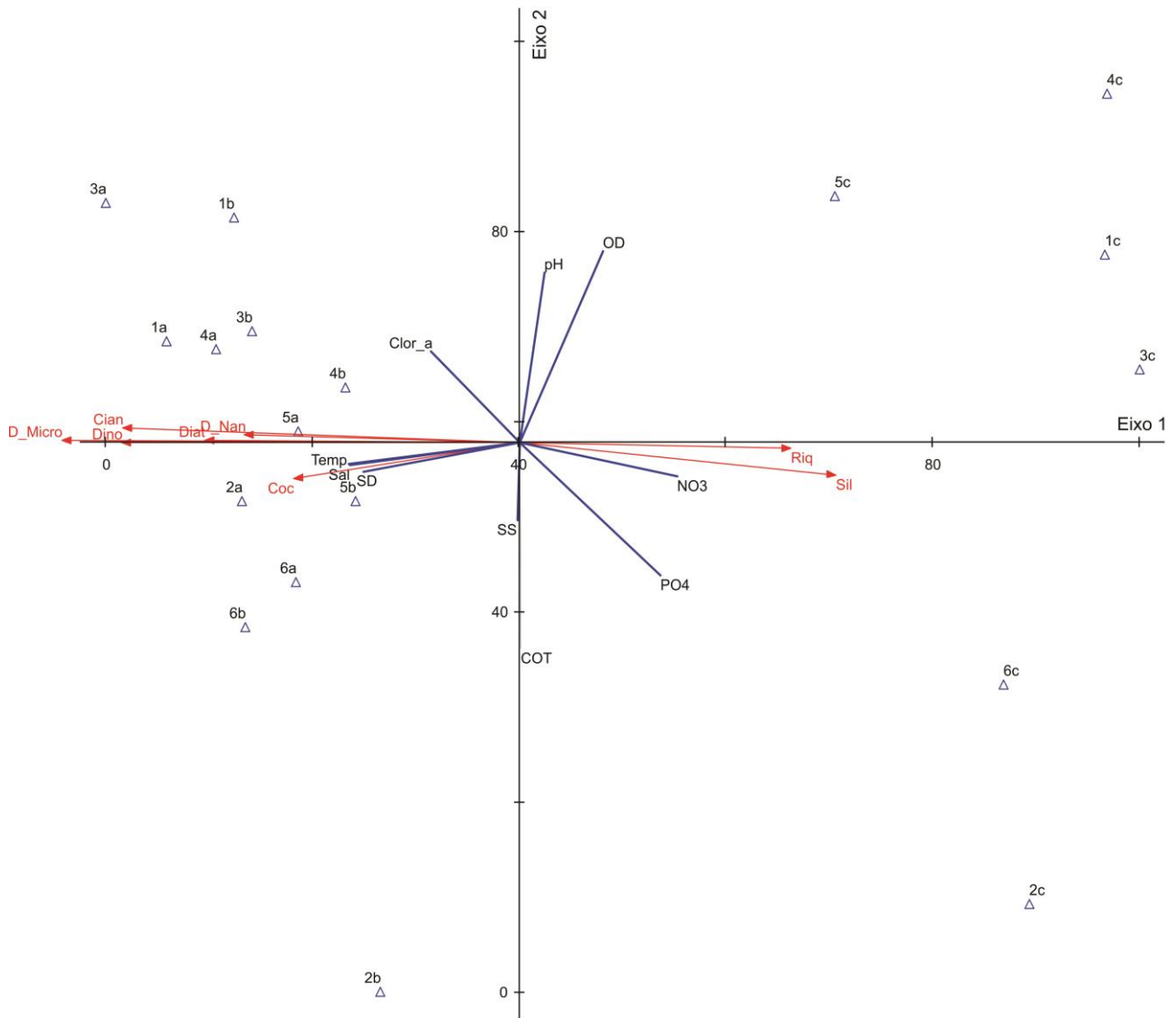
salinidade, temperatura e constituintes mais comuns no meio, como os nutrientes, clorofila, COT e sólidos, além dos parâmetros associados ao fitoplâncton.

A análise abrangendo as 5 profundidades de coleta demonstrou uma tendência de associação entre as amostras mais profundas, de todas as estações, com os vetores de nutrientes, o que é esperado, já que ocorre enriquecimento de nutrientes relacionado a massas d'água (ACAS e AIA) (**Figura 73**).



**FIGURA 73 – Ordenação das variáveis abióticas em relação aos fatores 1-2 extraídos na análise de componentes principais (ACP) em função das diferentes profundidades da coluna d'água.**

Assim como a primeira análise, a segunda também evidencia o enriquecimento de nutrientes no estrato mais profundo (c). Os vetores de dinoflagelados e cianofíceas tiveram maiores pesos do que os demais grupos do microfitoplâncton, ilustrando as densidades mais significativas de tais organismos. A variável “densidade do microfitoplâncton” apresentou-se no mesmo quadrante que a clorofila-a, evidenciando uma tendência natural relativa à representação de clorofila-a como indicativo direto de produção primária. Em geral, os valores de riqueza e densidade diminuíram no estrato relacionado à intrusão da ACAS e as concentrações de nutrientes aumentaram (**Figura 74**).



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



## 6 CONCLUSÃO

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

O fundo marinho da região do Bloco Sul de Gato do Mato é formado majoritariamente por sedimentos finos (silte e argila), como já observado em estudos anteriores em regiões oceânicas da Bacia de Santos. A composição carbonática da área varia de 37,30% a 39,73%. As concentrações de COT variaram entre 1,36 e 1,48%, as de MOT oscilaram entre 4,92 e 6,87%. Os teores de nitrogênio e fósforo nos sedimentos foram, de uma forma geral, similares aos resultados anteriormente encontrados na área oceânica da Bacia de Santos.

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

Em relação às concentrações de hidrocarbonetos encontradas no sedimento, nenhuma amostra apresentou valores quantificáveis de HTP, n-alcanos e HPA, estando abaixo do limite de quantificação, inviabilizando uma análise mais detalhada da origem da contaminação.

Os isótopos  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{228}\text{Ra}$  são os isótopos de rádio mais abundantes nos oceanos. Em geral, os resultados desses dois compostos remetem a condições naturais e os valores são coerentes com aqueles já reportados em levantamentos pretéritos da Bacia de Santos, podendo ser enquadrados em níveis de *background* locais.

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

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

Os resultados do compartimento água indicaram a presença das massas d'água esperadas para a região AT, ACAS, AIA e APAN. Os resultados de OD, pH e sólidos foram comuns para região e com pouca variação entre estações. Apesar dos resultados da atual campanha não permitirem avaliar os valores de oxigênio dissolvido em termos de sazonalidade, nota-se que eles estão inseridos na faixa de variação da bibliografia consultada.

Apenas duas amostras estiveram valores de COT em água salina acima do limite preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 para Águas Salinas Classe 1 de  $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ . Entretanto, apesar destes dois resultados superiores ao limiar estabelecido pela legislação ambiental, o padrão geral identificado nas concentrações de COT e a ausência de atividades de perfuração e produção na região no presente momento sugerem que essas concentrações mais elevadas não estejam relacionadas a atividades antrópicas.

Na análise nitrogenada nas estações do Bloco Sul de Gato do Mato, não foi possível encontrar concentrações ultrapassando o limiar de  $0,40 \text{ mg.L}^{-1}$  (nitrogênio amoniacal) estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas salinas classe 1. Ressalta-se a ocorrência da variação de nitrato marcada com o aumento da profundidade, caracterizando a intrusão de massas d'água mais ricas, a ACAS e AIA, associada à redução do consumo destes nutrientes por organismos fitoplanctônicos.

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

O microfitoplâncton da Área do Bloco Sul de Gato do Mato foi caracterizado por 111 táxons distintos, sendo a maioria de dinoflagelados (52 táxons), seguidos pelas diatomáceas (38 táxons), coccolitoforídeos (13 táxons), cianofíceas (5 táxons), silicoflagelados (2 táxons) e euglenofíceas (1 táxon). As diatomáceas e os dinoflagelados somados representam quase 80% dos táxons identificados, fato comum em estudos de fitoplâncton de regiões oceânicas oligotróficas.

A comunidade zooplânctônica na área de estudo abrangeu 94 táxons nos arrastos verticais e 90 nos arrastos horizontais e foi dominada por táxons de Copepoda. Em termos de abundância, houve predomínio de Copepoda e Appendicularia, o que é uma característica de comunidade tipicamente oceânica.

A assembleia de larvas de peixes foi dominada pela família Myctophidae, que normalmente predomina em amostras oceânicas. Todos os táxons de larvas de peixes identificados já foram registrados na costa brasileira e não foi coletada nenhuma espécie endêmica ou ameaçada de extinção. Em relação à distribuição espacial para os organismos do ictioplâncton, as maiores riquezas foram registradas nas estações 2 e 3.

Em resumo, a caracterização do Bloco Sul de Gato do Mato apresentou resultados esperados para a região oceânica de águas ultra-profundas com pouca ou nenhuma influência antrópica.



## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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



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





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

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

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

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

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

BRANDINI, F.P. 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984). *Hydrobiologia*. 196: 111-148.

BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACH, H.L.; SASSI, R. 1997. *Planctologia na Plataforma Continental do Brasil – Diagnóstico e Revisão Bibliográfica*. Rio de Janeiro: FEMAR.

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

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

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

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



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

DIAS JMA. 2004. A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos. Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 84 p.

DIAS, C. O.; ARAUJO, A. V. 2006. Copepoda. In: Bonecker, S. L. C. (Ed.). Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Museu Nacional Série de livros n. 21, Rio de Janeiro, p. 23-101.

DIAS, C.O.; ARAUJO, A.V.;VIANNA, S.C.; LOUREIRO FERNANDES, L.F.; PARANHOS, R.; SUZUKI, M.S.; BONECKER, S.L.C. 2015. Spatial and temporal changes in biomass, production and assemblage structure of mesozooplanktonic copepods in the tropical south-west Atlantic Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*,95(3): 483-496.

DOMINGOS-NUNES, R.; RESGALLA Jr., C. 2012. The zooplankton of Santa Catarina continental shelf in southern Brazil with emphasis on Copepoda and Cladocera and their relationship with physical coastal processes. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40: 893-913.

DUARTE, A.K. 2014. *Variações sazonais do copépodes e da biomassa zooplanctônica na plataforma continental e talude superior do extremo sul do Brasil*. Tese, Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Rio Grande, 165pp.

EKAU, W. & KNOPPERS, B. 1999. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. *Archives of Fisheries Marine Research*, 47:113-132.

ENSR/AECOM/SHELL. 2008. Relatório de Controle Ambiental (RCA). Bloco BM-S-54, Bacia de Santos.

ESCHMEYER, W.N.; FRICKE, R.; VAN DER LAAN, R. (Eds). 2018. Catalog of Fishes. Disponível em <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

FAHAY, M.P. 2007. Early Stages of Fishes in the Western North Atlantic Ocean (Davis Strait, Southern Greenland and Flemish Cap to Cape Hatteras). Northwest Atlantic Fisheries Organization. Nova Scotia, Canadá: 1696 p.

FARIAS, C.O. 2006. 301p. Avaliação da degradação de óleo em sedimentos de manguezal: Estudo de caso, Baía de Guanabara, RJ. Tese (Doutorado em Química Analítica), Departamento de Química, PUC-Rio, Rio de Janeiro.

FERRARESE. 2009. Variações de produtividade da porção oeste do Atlântico Sul ao longo dos últimos 15 mil anos a partir de estudo quantitativo de nanofósseis calcáreos. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo. 84p.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. 1978. **Manual de peixes marinhos do sudeste do brasil. II. Teleostei (2)**. Univ. São Paulo, Museu de Zoologia. São Paulo. 110p.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. 1980. **Manual de peixes marinhos do sudeste do brasil. III. Teleostei (2)**. museu de zoologia da universidade de são paulo. 90pp.

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



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





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





- LOPES, C. L. 2006. Variação espaço-temporal do icteoplâncton e condições oceanográficas na região de Cabo Frio (RJ). Tese (doutorado) Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, USP. São Paulo – SP. 226p.
- MACHADO, R.C.A.; FEITOSA, F.A.N.; KOENING, M.L. & FLORES MONTES, M.J. 2017. Spatial and seasonal variation of the phytoplankton community structure in a reef ecosystem in North-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*: 1-10.
- MACKENZIE, F.T.; VER, L.M.; SABINE, C.; LANE, M. & LERMAN, A., 1993. C, N, P, S global biogeochemical cycles and modeling of global change. In: WOLLAST, R.; MACKENZIE, F.T. & CHOU, L. (Eds) Interactions of C, N, P and S, Biogeochemical Cycles and Global Change Berlin: Springer-Verlag.
- MAGALHÃES, F. dos S. 2012. Utilização do fitoplâncton como instrumento de avaliação em programas de monitoramento nos ecossistemas aquáticos costeiros. Estudo de caso: Laguna de Araruama/RJ. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 160 p.
- MAHIQUES, M. M. et al. 2002. Post-LGM sedimentation on the outer shelf-upper slope of the northernmost part of the São Paulo Bight, southeastern Brazil. *Marine Biology*, V. 181 p. 387-400.
- MALONE, T. C. 1971. The relative importance of nanoplankton and netplankton as primary producers in tropical oceanic and neritic phytoplankton communities. *Limnology and Oceanography*, 16(4): 633-639.
- MARCENIUK, A.P.; CAIRES, R.A.; WOSIACKI, W.B. & DI DARIO, F. 2013. Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos (Chondrichthys e Teleostei) da costa norte do Brasil. *Biota Neotropica* 13(4): 251-259.
- MARGALEF, R.. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Sci. Arts* 14: 211-235.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnologia*. Barcelona: Ediciones Omega S.S. 1010p.
- MARGALEF, R. 1989. *Ecologia*. Barcelona: Ediciones Omega S.S. 951p.
- MARINS, R.V. FREIRE, G.S.S.; MAIA, L.P.; LIMA, J.P.R. & LACERDA, L.D. 2002. Impacts of land-based activities on the Ceará coast, NE Brazil. In: LACERDA, L.D.; KREMER, H.H.; KJERVFE, B.; SALOMONS, W. MARSHALL-CROSSLAND, J.I. & CROSSLAND, J.C. (eds.). South American Basis: LOICZ Global change assessment and synthesis of river catchment – coastal sea interaction and human dimensions. LOICZ Reports & Studies n°21. p:92-98.
- MATEU, P.; NARDI, V.; FRAIJA-FERNÁNDEZ, N.; MATTIUCCI, S.; SOLA, L.G.; RAGA, J.A.; FERNÁNDEZ, M. & AZNAR, F.J. 2015. The role of lantern fish (Myctophidae) in the life-cycle of cetacean parasites from western Mediterranean waters. *Deep-Sea Research I* 95: 115-121.



- MAZZERA, D.; HAYES, T.; LOWENTHAL, D.; ZIELINSKA, B. 1999. Quantification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil at McMurdo Station, Antarctica, *The Science of Total Environment*, 299; 65:7.
- MAZZOCCHI, M.G., PAFFENHÖFER, G.A. 1999. Swimming and feeding behaviour of the planktonic copepod *Clausocalanus furcatus*. *Journal of Plankton Research*. 21(8): 1501-1518.
- McEWEN, G. F.; JOHNSON, M. W. & FOLSOM, T. R. 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom plankton sample splitter, based upon test observations. *Archives of Meteorology, Geophys and Bioklimatology*, (Ser. A), 7: 502-527.
- MCIVER, S.B., 1975. Structure of cuticular mechanoreceptors of arthropods. *A. Rev. Ent.* 20, p.381–397.
- MELLO, M.R., 1988, *Geochemical and Molecular Studies of the Depositional Environments of Source Rocks and their Derived Oils from the Brazilian Marginal Basins*. Tese de Ph.D., Universidade de Bristol, pp240.
- MENEZES, N.A.; BUCKUP, P.A.; FIGUEIREDO, J.L. & MOURA, R.L. 2003. *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 160 p.
- MILJUTINA, M.A., MILJUTIN, D.M., MAHATMA, R. & GALÉRON, J. (2010) Deep-sea nematode assemblages of the Clarion-Clipperton Nodule Province (Tropical North-Eastern Pacific). *Marine Biodiversity*, 40, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12526-009-0029-0>
- MILLERO, F.J. 1996. *Chemical Oceanography*. Hardcover, 2nd Edition. Marine Science Series. ISBN: 0-8493-8423-0.
- Ministério do Meio Ambiente – CONAMA – Resolução 357. Disponível em <http://www.mma.gov.br/portconama/legiabre.cfm?codleg=459>
- .....CONAMA – Resolução 430 de 2011. Disponível em <<http://www.mma.gov> Ministério do Meio Ambiente – CONAMA – Resolução 357. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/portconama/legiabre.cfm?codleg=459>>
- MMA/PETROBRAS/AS/PEG. 2002. *Diagnóstico Ambiental das Bacias de Santos e Campos*. Relatório Técnico.
- MODICA, L.; CARTES, J.E.; VELASCO, F. & BOZZANO, A. 2015. Juvenile hake predation on Myctophidae and Sternoptychidae: Quantifying an energy transfer between mesopelagic and neritic communities. *Journal of Sea Research* 95: 217-225.
- MUÑIZ, O.; RODRÍGUEZ, J.G.; REVILLA, M.; LAZA-MARTÍNEZ, A.; SEOANE, S. & FRANCO, J. 2018. Seasonal variations of phytoplankton community in relation to environmental factors in an oligotrophic area of the European Atlantic coast (southeastern Bay of Biscay). *Regional Studies in Marine Science* 17: 59-72.



- NAFPAKTITIS. B.G.; BACKUS. R.H.; CRADDOCK. J.E.; HAEDRICH. R.L. ROBINSON. B.H. & KARNELLA. C., 1977. Family Myctophidae. In: GIBBS JR, R.H. (Ed.). Fishes of the Western North Atlantic. *Memoir Sears Foundation for Marine Research* 1 Pt 7: 13-265.
- NAMIKI, C.A.P; KATSURAGAWA, M. & ZANI-TEIXEIRA, M.L. 2015. Growth and mortality of larval *Myctophum affine* (Myctophidae, Telesostei). *Journal of Fish Biology* 86: 1335-1347.
- NEFF, J.M. 2008. Estimation of Bioavailability of Metals from Drilling Mud Barite. *Integrated Environmental Assessment and Management* — Volume 4, Number 2—pp. 184–193.
- NIENCHESKI, F.; BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROSO, R. H.; BASTOS, L.A.P.B. 1999. Oceanografia Química: Levantamento bibliográfico e identificação do estado atual do conhecimento. Rio de Janeiro: Grafline/Programa REVIZEE. 171 p.
- NONAKA, R.H.; MATSUURA, Y. & SUZUKI, K., 2000. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fisheries Bulletin*, 9: 767-784.
- NRC, 1985. NRC. Oil in the Sea: Inputs, fates and effects, National Research Council, Washington, DC.
- NYBAKKEN, J.W. & BERTNESS, M. D. 2005. Marine Biology. An ecological approach. 6th ed. Pearson Education, San Francisco, CA, USA, 579 pp.
- OGP (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL & GAS PRODUCERS). 2005. Fate and effects of naturally occurring substances in produced water on the marine environment. Relatório No. 364.
- OLGUÍN, H. F.; BOLTOVSKOY, D.; LANGE, C. B. & BRANDINI, F. 2006. Distribution of spring phytoplankton (mainly diatoms) in the upper 50 m of the Southwestern Atlantic Ocean (30° to 61°S). *Journal of Plankton Research*, 13. 45 p.
- OLIVAR, M. P.; BODE, A.; LÓPEZ-PÉREZ, C.; HULLEY, P.A. & HERNÁNDEZ-LEÓN, S. 2018. Trophic position of lanternfishes (Pisces: Myctophidae) of the tropical and equatorial Atlantic estimated using stable isotopes. *ICES Journal of Marine Science*: 1-13.
- OLIVEIRA, R. C. G.; OLIVEIRA, M. C. K. 2000. Remoção de contaminantes tóxicos dos efluentes líquidos oriundos da atividade de produção de petróleo no mar. *Boletim Técnico PETROBRÁS*. Rio de Janeiro, 43 (2): 129-136.
- PASSAVANTE, J.Z.O.; KOENING, M.L.; ESKINAZI-LEÇA, E. 1982. Dinoflagelados da plataforma continental do Ceará. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE.* , Recife, 17: 47-66.



- PEDROSA, P, SILVEIRA, I. C. A., LAVRADO, H. P. Hidroquímica de massas d'água oceânicas em regiões da margem continental brasileira, Bacia de Campos, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Geochemica Brasiliensis*. v. 20 (1) 101 – 119, 2006.
- PENTREATH, R. J. 1984. Alpha-emitting nuclides in the marine environment. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, v. 223. 1984.
- PETROBRAS, 2001. Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção de Petróleo na Bacia de Campos. Relatório Final. Ed. Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Miguez de Mello (CENPES), da PETROBRAS, GERENCIA de Biotecnologia e Ecossistemas. Rio de Janeiro. 222p.
- PETROBRAS/HABTEC. 2003. Relatório Final de Caracterização dos Blocos BMS - 8, 9, 10, 11 e 21, Bacia de Santos. [S.l.].
- PETROBRAS. 2006. Atividade de Perfuração Marítima na Área Geográfica Bacia de Santos. EIA/RIMA.
- PETROBRAS. 2013. Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 2.
- PIELOU, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. Wiley, New York.
- PRATA, M.P. 2007. Caracterização do ambiente marinho do Estado do Espírito Santo utilizando dados do Banco Nacional de Dados Oceanográficos. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental; área: Recursos Hídricos. Vitória-ES.
- PULGATI, F.H.; FACHEL, J.M.G.; RUSSO, L.; PERALBA, M.C.; POZZEBON, D. 2005. Identificação da Área Alterada pela Presença de Fluidos de Perfuração na Atividade Exploratória Marítima. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvador. 6p.
- RÉ, P.; AZEITEIRO, U. & MORGADO, F. 2005. Ecologia do icteoplâncton. *In: RÉ, P.; AZEITEIRO, U. & MORGADO, F(Eds.). Ecologia do plâncton marinho e estuarino*. Edições Afrontamento: 111-140.
- RICHARDS, W.J. 2006. Early stages of atlantic fishes: an identification guide for the Western North Atlantic. Volume I. and Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida: 2640 p.
- RODRIGUES, S.V.; MARINHO, M.M.; JONCK, C.C.A.C.; CORREA, R.M.; OLIVEIRA, A.C.L.; GONÇALVES, E.S.; SANTOS, M.C.; BRANT, V.F.; & BRANDÃO, F.P. 2017. Composição do fitoplâncton a partir da avaliação de pigmentos marcadores (carotenoides e clorofilas). *In: FALCÃO, A.P.C. & MOREIRA, D.L. (Eds.). Ambiente pelágico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste*. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats 5: 89-125.
- RUTTENBERG, K. C. 1992. Development of a sequential extraction method for different forms of phosphorus in marine sediments. *Limnol. Oceanogr.* 37:1460-1482.



- SARKER, S.; LEMKE, P. & WILTSHIRE, K.H. 2018. Does ecosystem variability explain phytoplankton diversity? Solving an ecological puzzle with long-term data sets. *Journal of Sea Research* 135: 11-17.
- SASSA, C. & HIROTA, Y. 2013. Seasonal occurrence of mesopelagic fish larvae on the onshore side of the Kuroshio off southern Japan. *Deep-Sea Research I* 81: 49-61.
- SARMIENTO, A.M.; DELVALLS, A.; MIGUEL-NIETO, J; SALAMANCA MI; CARABALLO, M.A. 2011. Toxicity and potential risk assessment of a river polluted by acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt (SW Spain). *Sci Total Environ* 409:4763—4771
- SEGUI, P. N., 2009. Bioatenuação da geração de sulfeto, por meio da utilização de nitrato, em água produzida proveniente da extração de petróleo. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória. 101 f.
- SHANNON C.E. & WIENER, W., 1949. The mathematical theory of communication. Urbana: University Illinois Press.
- SILVA, A.C.; ARAÚJO, M.; BOURLÈS, B. 2005. Variação sazonal da estrutura de massas de água na plataforma continental do Amazonas e área oceânica adjacente. *Revista Brasileira de Geofísica*. pp. 145-157.
- SIMPSON, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, v. 163, p. 163-699.
- SOLTWEDEL T, HASEMANN C, QUERIC NV, VON JUTERZENKA K. 2005. Gradients in activity and biomass of the small benthic biota along a channel system in the deep Western Greenland Sea. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 2005;52(5):815–835. doi: 10.1016/j.dsr.2004.11.011.
- SOMERFIELD, WARWICK & MOENS, 2005. Meiofauna techniques, in: Eleftheriou, A. et al. (Ed.) *Methods for the study of marine benthos*. pp. 229-272.
- SORELL, J.M.; VARELA, J.L.; GOÑI, N.; MACÍAS, D.; ARRIZABALAGA, H. & MEDINA, A. 2017. Diet and consumption rate of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Strait of Gibraltar. *Fisheries Research* 188: 112-120.
- SOURNIA, A. 1978 – Phytoplankton Manual. *Monography Oceanographical Methodology*, v. 6, p. 69- 74.
- SPRINGER, M. V Caracterização de Biomarcadores e Diamantóides em Amostras de Óleos da Bacia Llanos Orientales, Colômbia. Dissertação de Mestrado. COPPE – UFRJ. 2007
- STOCCO, L.B. & JOYEUX, J.C. 2015. Distribution of fish larvae on the Vitória-Trindade Chain, southwestern Atlantic. *Check List* 11(2)1590:1-11.
- SUSINI-RIBEIRO, S.M.M.S. 1996. *Caracterização taxonômica e ecológica das comunidades pico, nano- e microplanctônicas, superficial e profunda, da zona eufótica do Atlântico Sul*. Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. 155 p.





TENENBAUM, D. R.; GOMES, E. A. T. & GUIMARÃES, G. P. 2007. Microorganismos planctônicos: pico, nano e micro. In: VALENTIN, J. L. (Org.). Características hidrobiológicas da região central da zona econômica exclusiva brasileira (Salvador, BA ao Cabo de São Tome, RJ). Brasília, MMA. 168 p.

TENENBAUM, D.R.; NASCIMENTO, S.M.; VIANNA, S.; FRAGOSO, G.; HATHERLY, M. & MORAES, R. 2017. Estrutura espacial e temporal da comunidade microplanctônica. In: FALCÃO, A.P.C.; & MOREIRA, D.L. (Eds.). *Ambiente pelágico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste*. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats 5: 127-170.

TOMMASI, L. R. 1994. Programa de monitoramento ambiental oceânico da Bacia de Campos, RJ. Fundespa, Geomap, Cenpes-Petrobras, São Paulo. 169p.

VALLS, M.; OLIVAR, M.P.; FERNÁNDEZ DE PUELLES, M.L.; MOLÍ, B.; BERNAL, A. & SWEETING, C.J. 2014. Trophic structure of mesopelagic fishes in the western Mediterranean based on stable isotopes of carbon and nitrogen. *Journal of Marine Systems* 138: 160-170.

VANREUSEL, A., FONSECA, G., DANOVARO, R., DA SILVA, M.C., ESTEVES, A.M., FERRERO, T., GAD, G., GALTSOVA, V., GAMBI, C., DA FONSÊCA GENEVOIS, V., INGELS, J., INGOLE, B., LAMPADARIOU, N., MERCKX, B., MILJUTIN, D., MILJUTINA, M., MUTHUMBI, A., NETTO, S., PORTNOVA, D., RADZIEJEWSKA, T., RAES, M., TCHESUNOV, A., VANAUVERBEKE, J., VAN GAEVER, S., VENEKEY, V., BEZERRA, T.N., FLINT, H., COPLEY, J., PAPE, E., ZEPILLI, D., ARBIZU MARTINEZ, P. & GALERON, J. (2010) The contribution of deep-sea habitat heterogeneity to global nematode diversity. *Marine Ecology*, 31, 6–20. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2009.00352>.

VAULOT D., CAMPBELL L., LIU, H., NOLLA, H.A. 1997. Annual variability of phytoplankton and bacteria in the subtropical North Pacific Ocean at Station ALOHA during the 1991-1994 ENSO event. *Deep-Sea Research I*, 44(2):167-192.

VILLAC, M.C.; CABRAL-NORONHA, A. de P.V. & OLIVEIRA PINTO, T. de, 2008. The phytoplankton biodiversity of the coast of the state of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*8(3): 151-173.

VILLAC, M.C. & TENENBAUM, D.R., 2010. The phytoplankton of Guanabara Bay, Brazil. I. Historical account of its biodiversity. *Biota Neotropica*10(2): 271-293.

VOLKMAN, J.; T. O'LEARY, R.; SUMMONS, M. & BENALL., 1992. Biomarker composition of some asphaltic coastal bitumens from Tasmania, Australia. *Organic geochemistry*. vol. 18(5), pp. 668-682.

WANG, L.; OU, L.; HUANG, K.; CHAI, C.; WANG, Z.; WANG, X. & JIANG, T. 2017. Determination of the spatial and temporal variability of phytoplankton community structure in Daya Bay via HPLC-CHEMTAX pigment analysis. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*: 1-11.

WAPLES, D.W.; MACHIYARA, T. Biomarkers for geologists: a practical guide to the application of steranes and triterpanes in petroleum geology. AAPG methods in exploration series, v. 9, p.1-76, 1991.





WOCE: World Ocean Circulation Experiment (WOCE). 2013. Dados disponíveis em <http://woce.nodc.noaa.gov/>

WRIGHT, L. D. Morphodynamics of inner continental shelves. CRC Marine Science Series. Flórida - EUA. 241 p. 1995.

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

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

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

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



**8 EQUIPE TÉCNICA**

**TABELA 40 – Responsabilidade técnica.**

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