

**Avaliação Ecológica Rápida (AER) da Área de Proteção
Ambiental Marinha do Litoral Norte do Estado de São
Paulo**

**RT – Relatório Técnico
Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte
Setor Cunhambebe**

Volume 1

Contrato 5900.0121296.22.2

Revisão 03

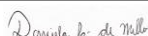
Julho/2024



E&P

Sumário

Sumário	3
Lista de Figuras.....	6
Lista de Tabelas	11
Lista de Apêndices	17
Capítulo 1 Introdução.....	18
Capítulo 2 Objetivos	21
Capítulo 3 Escopo.....	22
Capítulo 4 Área de Estudo	23
Capítulo 5 Procedimentos	29
5.1. Definição da Malha Amostral	29
5.2. Coleta de Amostras de sedimento.....	45
5.3. Análises Químicas	46
5.3.1. Carbonatos	48
5.3.2. Matéria Orgânica	48
5.3.3. Granulometria	49
5.3.4. Nitrogênio Kjeldahl Total, Fósforo Total e Umidade	49
5.3.5. Metais.....	50
5.3.6. Hidrocarbonetos	50
5.3.7. Controle de Qualidade	51
5.4. Ensaios Ecotoxicológicos	52
5.5. Metagenômica	54
5.6. Ictiofauna.....	55
5.6.1. Espécies Registradas	55
5.6.2. Classes de Tamanho	59



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

5.7.	Bentos de Substrato Consolidado.....	59
5.7.1.	Transectos para o Registro dos Organismos Bentônicos	59
5.7.2.	Fotoquadrados.....	64
5.7.3.	Cobertura do Substrato.....	66
5.8.	Categoria do Substrato.....	67
5.9.	Espécies Exóticas.....	69
5.10.	Avifauna.....	70
Capítulo 6 Caracterização das Áreas		72
6.1.	Ilha das Couves	72
6.1.1.	Trabalhos de Campo	73
6.1.2.	Análise dos Sedimentos	75
6.1.3.	Ictiofauna.....	85
6.1.4.	Bentos de Substrato Consolidado.....	97
6.1.5.	Categoria de Substrato.....	109
6.1.6.	Espécies Exóticas	110
6.1.7.	Avifauna.....	111
6.1.8.	Caracterização Complementar	114
6.2.	Ilha Anchieta	117
6.2.1.	Trabalhos de Campo	119
6.2.2.	Análise dos Sedimentos	120
6.2.3.	Ictiofauna.....	134
6.2.4.	Bentos de Substrato Consolidado.....	150
6.2.5.	Categoria de Substrato.....	164
6.2.6.	Espécies Exóticas	165
6.2.7.	Avifauna.....	167
6.2.8.	Caracterização Complementar	169

6.3.	Ilha do Mar Virado	173
6.3.1.	Trabalhos de Campo	176
6.3.2.	Análise dos Sedimentos	176
6.3.3.	Ictiofauna.....	187
6.3.4.	Bentos de Substrato Consolidado.....	197
6.3.5.	Categoria de Substrato.....	208
6.3.6.	Espécies Exóticas	209
6.3.7.	Avifauna.....	211
6.3.8.	Caracterização Complementar	213
Capítulo 7	Cobertura de Corais e Espécies Exóticas	216
Capítulo 8	Riscos e Potenciais Impactos no Ambiente Costeiro	220
8.1.	Impactos do Turismo.....	249
Capítulo 9	Importância Ecológica	255
Capítulo 10	Análise Integrada.....	261
Capítulo 11	Considerações sobre Zoneamento e Manejo	292
Capítulo 12	Considerações Finais	304
Capítulo 13	Equipe	308
Capítulo 14	Referências Bibliográficas	309
Capítulo 15	Apêndices.....	320
Capítulo 16	Anexos	337

Lista de Figuras

<i>Figura 4.1 Localização da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte: Setores Cunhambebe, Maembipe e Ypautiba.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4.2 Localização da Ilha das Couves (AME Tamoios) no Setor Cunhambebe da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 4.3 Localização da Ilha Anchieta no Setor Cunhambebe da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 4.4 Localização da Ilha do Mar Virado no Setor Cunhambebe da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte.</i>	<i>27</i>
<i>Figura 5.1 Mapa da malha amostral da Ilha das Couves, pontos de início dos transectos do levantamento subaquático através de mergulho autônomo, sendo s indicativo de superfície e f fundo.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 5.2 Mapa da malha amostral da Ilha Anchieta, pontos de início dos transectos do levantamento subaquático através de mergulho autônomo (as coordenadas dos transectos do raso e do fundo coincidem).....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 5.3 Mapa da malha amostral da Ilha do Mar Virado, pontos de início dos transectos do levantamento subaquático através de mergulho autônomo (as coordenadas dos transectos do raso e do fundo coincidem).</i>	<i>38</i>
<i>Figura 5.4 Mapa da malha amostral da Ilha das Couves, pontos de coleta de amostras de sedimento....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 5.5 Mapa da malha amostral da Ilha Anchieta, pontos de coleta de amostras de sedimento.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 5.6 Mapa da malha amostral da Ilha do Mar Virado, pontos de coleta de amostras de sedimento.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 5.7 Mapa da malha amostral da Ilha das Couves, pontos de coleta de amostras para análise metagenômica.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 5.8 Mapa da malha amostral da Ilha Anchieta, pontos de coleta de amostras para análise metagenômica.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 5.9 Mapa da malha amostral da Ilha do Mar Virado, pontos de coleta de amostras para análise metagenômica.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 5.10 Amostragem de sedimentos.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 5.11 Criofrascos encaminhados ao CENPES para análises metagenômicas.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 5.12 Desenho esquemático da disposição dos transectos (em planta).</i>	<i>56</i>
<i>Figura 5.13 Imagens ilustrativas da instalação dos transectos.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 5.14 Imagem ilustrativa dos peixes retornando às suas atividades após o tempo de espera posterior a instalação dos transectos.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 5.15 Imagem ilustrativa da atividade, com registro dos dados na prancheta cilíndrica fixada no antebraço do mergulhador.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 5.16 Procedimento complementar em quadrados para registro de crustáceos em fendas e tocas.</i>	<i>61</i>

Figura 5.17 Exemplos de fotoquadrados obtidos no levantamento, com os pontos de identificação aleatórios já lançados pelo software utilizado.	66
Figura 5.18 Exemplo das diferentes categorias de substrato observadas nas ilhas de interesse do presente estudo.	68
Figura 5.19 Exemplo de registro de coral-sol (<i>Tubastraea sp</i>) durante as atividades da AER.	69
Figura 5.20 Levantamento da avifauna realizado na AER.	71
Figura 6.1 Imagens ilustrativas da Ilha das Couves, durante a realização das atividades da AER.	73
Figura 6.2 Atividades na Ilha das Couves.	74
Figura 6.3 Gráficos da razão lama/areia das amostras de sedimento da Ilha das Couves.	76
Figura 6.4 Gráfico de distribuição das famílias da ictiofauna encontradas na Ilha das Couves.	92
Figura 6.5 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha das Couves.	93
Figura 6.6 Classificação trófica da ictiofauna da Ilha das Couves.	95
Figura 6.7 Abundância relativa dos animais observados na Ilha das Couves durante o estudo.	99
Figura 6.8 Pepinos-do-mar (<i>Holothuria atra</i>) registrados na Ilha das Couves (ponto 4).	99
Figura 6.9 Índice de diversidade de Shannon-Wiener para os dados da Ilha das Couves.	101
Figura 6.10 Índice de diversidade de Simpson para os dados da Ilha das Couves.	101
Figura 6.11 Curva de rarefação para os dados dos transectos da Ilha das Couves.	102
Figura 6.12 Corallinaceae / Rodólitos na Ilha das Couves.	104
Figura 6.13 Curva de rarefação referente às análises dos fotoquadrados da Ilha das Couves.	106
Figura 6.14 Total da abundância relativa dos substratos amostrados na Ilha das Couves.	108
Figura 6.15 Abundância relativa dos substratos em cada um dos pontos amostrados na Ilha das Couves.	109
Figura 6.16 Colônias de coral-sol na Ilha das Couves (ponto 1).	111
Figura 6.17 Gráfico de distribuição das famílias encontradas no levantamento de avifauna da Ilha das Couves.	112
Figura 6.18 Avistamento de aves na Ilha das Couves. A: <i>Sula leucogaster</i> (Atobá); B: <i>Fregata magnificens</i> (Fragata); C: <i>Larus dominicanus</i> (Gaivotão); D: <i>Larus dominicanus</i> (Gaivotão); E: <i>Nannopterum biasilianum</i> (Biguá); F: <i>Larus dominicanus</i> (adulto e filhote).	113
Figura 6.19 Localização das duas praias situadas na Ilha das Couves. Legenda: 1. Praia de Fora ou Praia do Japonês; 2. Prainha das Couves ou Praia de Dentro.	115
Figura 6.20 Distribuição de porcentagem de Areia (A) e Argila (B) na Enseada de Picinguaba.	115
Figura 6.21 Imagens gerais ilustrativas da Ilha Anchieta, durante as atividades de campo.	118
Figura 6.22 Embarque para parte das atividades na Ilha Anchieta.	120
Figura 6.23 Gráficos da razão lama/areia das amostras de sedimento da Ilha Anchieta.	122
Figura 6.24 Gráfico de distribuição das famílias da ictiofauna encontradas na Ilha Anchieta.	145
Figura 6.25 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha das Anchieta.	147
Figura 6.26 Classificação trófica da ictiofauna da Ilha Anchieta.	148
Figura 6.27 Abundância relativa dos animais observados na Ilha Anchieta durante o estudo.	154

Figura 6.28 Índice de diversidade de Simpson para os dados da Ilha Anchieta.....	156
Figura 6.29 Índice de diversidade de Shannon-Wiener para os dados da Ilha Anchieta.....	156
Figura 6.30 Curva de rarefação para os dados dos transectos da Ilha Anchieta.....	157
Figura 6.31 Curva de rarefação referente às análises dos fotoquadrados da Ilha Anchieta.....	161
Figura 6.32 Total da abundância absoluta dos substratos amostrados na Ilha Anchieta.....	162
Figura 6.33 Abundância relativa dos substratos em cada um dos pontos amostrados na Ilha Anchieta.....	163
Figura 6.34 Imagem ilustrativa dos grandes blocos de rochas na porção Leste da Ilha Anchieta.....	165
Figura 6.35 Imagens de coral-sol na Ilha Anchieta (a. ponto 1 – fundo; b. ponto 8 – raso; c. ponto 8 – raso; d. ponto 3 – raso).....	166
Figura 6.36 Gráfico de distribuição das famílias encontradas no levantamento de avifauna da Ilha Anchieta.....	168
Figura 6.37 Destaque à grande abundância de <i>Larus dominicanus</i> na Ilha Anchieta. Adultos e um juvenil em primeiro plano.....	169
Figura 6.38 Imagens gerais da Ilha do Mar Virado, nos dias das atividades de campo.....	175
Figura 6.39 Gráficos da razão lama/areia das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado.....	178
Figura 6.40 Gráfico de distribuição das famílias da ictiofauna encontradas na Ilha do Mar Virado.....	193
Figura 6.41 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha do Mar Virado.....	194
Figura 6.42 Classificação trófica da ictiofauna da Ilha do Mar Virado.....	195
Figura 6.43 Abundância relativa dos animais observados na Ilha do Mar Virado durante o estudo.....	199
Figura 6.44 Índice de diversidade de Simpson para os dados da Ilha do Mar Virado.....	201
Figura 6.45 Índice de diversidade de Shannon-Wiener para os dados da Ilha do Mar Virado.....	201
Figura 6.46 Curva de rarefação para os dados dos transectos da Ilha do Mar Virado.....	202
Figura 6.47 Curva de rarefação referente às análises dos fotoquadrados da Ilha do Mar Virado.....	206
Figura 6.48 Total da abundância absoluta dos substratos amostrados na Ilha do Mar Virado.....	207
Figura 6.49 Abundância relativa dos substratos em cada um dos pontos amostrados na Ilha do Mar Virado.....	208
Figura 6.50 Imagens de coral-sol no ponto 4 da Ilha do Mar Virado.....	210
Figura 6.51 Gráfico de distribuição das famílias encontradas no levantamento de avifauna da Ilha do Mar Virado.....	212
Figura 6.52 Garça branca (<i>Egretta thula</i>) e Garça azul (<i>Egretta caerulea</i>) na Ilha do Mar Virado.....	213
Figura 7.1 Presença de colônias de corais do gênero <i>Tubastraea</i> nas três ilhas avaliadas (a. Ilha do Mar Virado - ponto 4; b. Ilha do Mar Virado - ponto 4; c. Ilha do Mar Virado - ponto 4; d. Ilha Anchieta - ponto 1; e. Ilha Anchieta - ponto 8).....	218
Figura 8.1 Indicação do ISL da Ilha das Couves (Fúcsia: ISL=1; Lilás: ISL=2; Verde Claro: ISL=5; Verde Escuro: ISL=6).....	227
Figura 8.2 Indicação do ISL da Ilha Anchieta (Lilás: ISL=2; Azul Claro: ISL=4; Verde Claro: ISL=5; Verde Escuro: ISL=6).....	227
Figura 8.3 Indicação do ISL da Ilha do Mar Virado (Lilás: ISL=2; Verde Escuro: ISL=6).....	228

Figura 8.4 Exemplo de uma Carta Tática, para o Litoral Norte do Estado de São Paulo.	230
Figura 8.5 Carta Operacional da Ilha do Mar Virado. Carta de sensibilidade ambiental a derrames de óleo. Escala 1:10.000.	231
Figura 8.6 Resultado de simulações para acidente em duto (pior caso), para o inverno, mostrando o tempo e probabilidade de toque na costa (Litoral Norte de SP).	240
Figura 8.7 Resultado de simulações para acidente em duto (pior caso), para o verão, mostrando o tempo e probabilidade de toque na costa (Litoral Norte de SP).	241
Figura 8.8 Probabilidade de alcance da pluma de condensado, resultante de simulações para acidente com rompimento do duto e vazamento de condensado do Campo de Mexilhão.	248
Figura 10.1 Gráfico Box-Plot associado às análises da quantidade de matéria orgânica nos 16 pontos analisados nas ilhas do Litoral Norte de São Paulo.	264
Figura 10.2 Gráfico Box-Plot associado às análises da quantidade de fósforo total e nitrogênio Kjeldahl total nos 16 pontos analisados nas ilhas do Litoral Norte de São Paulo.	265
Figura 10.3 Correlação entre as frações granulométricas mais finas (silte e argila) e as concentrações de matéria orgânica, fósforo total e nitrogênio Kjeldahl total nos 16 pontos analisados nas ilhas do Litoral Norte de São Paulo.	265
Figura 10.4 Abundância total dos animais, divididos em grandes grupos, observados no censo visual realizado em transectos nas ilhas do estudo (excluído E. lucunter).	269
Figura 10.5 Abundância relativa dos grandes grupos de animais bentônicos observados no censo visual realizado na APAM do Litoral Norte.	270
Figura 10.6 Abundância relativa dos grandes grupos de animais bentônicos observados no censo visual realizado na APAM do Litoral Norte (excluído E. lucunter).	271
Figura 10.7 Índice de Biodiversidade de Simpson ($1 - D$) nas duas profundidades das áreas amostradas.	273
Figura 10.8 Índice de Biodiversidade de Shannon-Wiener nas duas profundidades das áreas amostradas.	274
Figura 10.9 Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) dos pontos de coleta dos organismos bentônicos da APAM Litoral Norte, considerando as áreas e as profundidades amostradas neste estudo.	275
Figura 10.10 Abundância relativa total dos tipos de substratos encontrados nas áreas de estudo.	278
Figura 10.11 Abundância relativa total dos tipos de substratos encontrados nas duas profundidades das áreas de estudo.	279
Figura 10.12 Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) dos substratos encontrados nos pontos amostrais da APAM Litoral Norte, considerando as áreas e as profundidades deste estudo.	280
Figura 10.13 Porcentagem de variância explicada por cada dimensão da PCA de concentração de elementos inorgânicos, consideradas sempre as duas primeiras para análise dos resultados.	282
Figura 10.14 Biplot das Coordenadas Principais 1 e 2 sobre as variáveis da concentração de elementos inorgânicos e das comunidades bentônicas.	283

<i>Figura 10.15 Porcentagem de variância explicada por cada dimensão da PCA de parâmetros sedimentares e toxicidade, consideradas sempre as duas primeiras para análise dos resultados.</i>	<i>284</i>
<i>Figura 10.16 Biplot das Coordenadas Principais 1 e 2 sobre as variáveis de parâmetros sedimentares, toxicidade e das comunidades bentônicas.</i>	<i>285</i>

Donata da Silva

Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Lista de Tabelas

<i>Tabela 5.1 Coordenadas do levantamento subaquático através de transectos na Ilha das Couves, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.</i>	<i>30</i>
<i>Tabela 5.2 Coordenadas do levantamento subaquático através de transectos na Ilha Anchieta, referenciadas ao Datum SIRGAS2000 (as coordenadas dos transectos do raso e do fundo coincidem).</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 5.3 Coordenadas do levantamento subaquático através de transectos na Ilha do Mar Virado, referenciadas ao Datum SIRGAS2000 (as coordenadas dos transectos do raso e do fundo coincidem).</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 5.4 Coordenadas dos pontos de amostragem de sedimentos na Ilha das Couves, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 5.5 Coordenadas dos pontos de amostragem de sedimentos na Ilha Anchieta, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 5.6 Coordenadas dos pontos de amostragem de sedimentos na Ilha do Mar Virado, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 5.7 Coordenadas dos pontos de amostragem para análise metagenômica na Ilha das Couves, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 5.8 Coordenadas dos pontos de amostragem para análise metagenômica na Ilha Anchieta, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 5.9 Coordenadas dos pontos de amostragem para análise metagenômica na Ilha do Mar Virado, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 5.10 Indicação dos parâmetros analisados em sedimentos, com suas respectivas formas de acondicionamento e preservação.</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 5.11 Métodos analíticos utilizados nas análises químicas.</i>	<i>48</i>
<i>Tabela 5.12 Tabela proposta pelo Reef Check Brasil (2018), para registro dos principais organismos bioindicadores.</i>	<i>60</i>
<i>Tabela 5.13 Descrição das categorias tróficas de acordo com o Protocolo Reef Check Brasil.</i>	<i>63</i>
<i>Tabela 5.14 Indicadores de impacto e estimativa de cobertura de coral do Reef Check Brasil.</i>	<i>64</i>
<i>Tabela 6.1 Atividades realizadas na AME Ilha das Couves e suas respectivas datas de execução.</i>	<i>74</i>
<i>Tabela 6.2 Resumo detalhado de cada fração das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha das Couves.</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 6.3 Resultado agrupado das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha das Couves.</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 6.4 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) das amostras de sedimento da Ilha das Couves, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>78</i>
<i>Tabela 6.5 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) das amostras de sedimento da Ilha das Couves, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>79</i>

<i>Tabela 6.6 Resultados das análises de metais das amostras de sedimento da Ilha das Couves, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>80</i>
<i>Tabela 6.7 Resultados das análises físico-químicas das amostras de sedimento da Ilha das Couves, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>80</i>
<i>Tabela 6.8 Resultados do ensaio com Leptocheirus plumulosus expostos aos sedimentos coletados na Ilha das Couves (letalidade média entre as 4 réplicas).</i>	<i>83</i>
<i>Tabela 6.9 Valores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade medidos na água de interface com o-sedimento da Ilha das Couves durante o ensaio.</i>	<i>84</i>
<i>Tabela 6.10 Concentrações de nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada medidos na água de interface com o-sedimento da Ilha das Couves durante o ensaio.</i>	<i>85</i>
<i>Tabela 6.11 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 1 da Ilha das Couves.</i>	<i>87</i>
<i>Tabela 6.12 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 2 da Ilha das Couves.</i>	<i>88</i>
<i>Tabela 6.13 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 3 da Ilha das Couves.</i>	<i>89</i>
<i>Tabela 6.14 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 4 da Ilha das Couves.</i>	<i>90</i>
<i>Tabela 6.15 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha das Couves.</i>	<i>94</i>
<i>Tabela 6.16 Classificação dos peixes registrados na Ilha das Couves quanto sua categoria trófica. MCAR = Carnívoros; MINV = Invertívoros móveis; SINV = Invertívoros sésseis; OMIN = Omnívoros; PLAN = Planctívoros; HEV = Herbívoros vageadores ou errantes; HET = Herbívoros territoriais.</i>	<i>96</i>
<i>Tabela 6.17 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha das Couves durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, utilizando a técnica de amostragem em transectos com censo visual.</i>	<i>97</i>
<i>Tabela 6.18 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha das Couves durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, pela técnica da busca ativa por crustáceos em tocas ou fendas, em áreas de 4 m².</i>	<i>97</i>
<i>Tabela 6.19 Abundância relativa dos animais observados nos transectos realizados na Ilha das Couves.</i>	<i>98</i>
<i>Tabela 6.20 Densidade específica do bentos de substrato consolidado na Ilha das Couves (valores em ind./m²).</i>	<i>100</i>
<i>Tabela 6.21 Distribuição dos morfotipos registrados para a Ilha das Couves, pela análise dos fotoquadrados.</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 6.22 Percentual de cobertura dos grandes grupos registrados para a Ilha das Couves.</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 6.23 Morfotipos identificados na Ilha das Couves, com suas respectivas porcentagens de recobrimento.</i>	<i>105</i>
<i>Tabela 6.24 Morfotipos específico para as algas registradas nos fotoquadrados na Ilha das Couves.</i>	<i>106</i>
<i>Tabela 6.25 Classificação do substrato na Ilha das Couves, conforme categorias de complexidade.</i>	<i>110</i>
<i>Tabela 6.26 Resultados dos avistamentos de avifauna na Ilha das Couves.</i>	<i>112</i>
<i>Tabela 6.27 Atividades realizadas na Ilha Anchieta e suas respectivas datas de execução.</i>	<i>119</i>
<i>Tabela 6.28 Resumo detalhado de cada fração das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha Anchieta.</i>	<i>121</i>

<i>Tabela 6.29 Resultado agrupado das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha Anchieta.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabela 6.30 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) das amostras de sedimento da Ilha Anchieta, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>125</i>
<i>Tabela 6.31 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) das amostras de sedimento da Ilha Anchieta, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>126</i>
<i>Tabela 6.32 Resultados das análises de metais das amostras de sedimento da Ilha Anchieta, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>127</i>
<i>Tabela 6.33 Resultados das análises físico-químicas das amostras de sedimento da Ilha Anchieta, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>127</i>
<i>Tabela 6.34 Resultados do ensaio com Leptocheirus plumulosus expostos aos sedimentos coletados na Ilha Anchieta (letalidade média entre as 4 réplicas).....</i>	<i>130</i>
<i>Tabela 6.35 Valores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade medidos na água de interface com o-sedimento da Ilha Anchieta durante o ensaio.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabela 6.36 Concentrações de nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada medidos na água de interface com o-sedimento da Ilha Anchieta durante o ensaio.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabela 6.37 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 1 da Ilha Anchieta.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabela 6.38 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 2 da Ilha Anchieta.....</i>	<i>136</i>
<i>Tabela 6.39 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 3 da Ilha Anchieta.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabela 6.40 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 4 da Ilha Anchieta.....</i>	<i>138</i>
<i>Tabela 6.41 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 5 da Ilha Anchieta.....</i>	<i>139</i>
<i>Tabela 6.42 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 6 da Ilha Anchieta.....</i>	<i>140</i>
<i>Tabela 6.43 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 7 da Ilha Anchieta.....</i>	<i>141</i>
<i>Tabela 6.44 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 8 da Ilha Anchieta.....</i>	<i>142</i>
<i>Tabela 6.45 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha Anchieta.....</i>	<i>147</i>
<i>Tabela 6.46 Classificação dos peixes registrados na Ilha Anchieta quanto sua categoria trófica. MCAR = Carnívoros; MINV = Invertívoros móveis; SINV = Invertívoros sésseis; OMIN = Omnívoros; PLAN = Planctívoros; HEV = Herbívoros errantes; HET = Herbívoros territoriais.....</i>	<i>149</i>
<i>Tabela 6.47 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha Anchieta durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, utilizando a técnica de amostragem em transectos com censo visual.</i>	<i>151</i>
<i>Tabela 6.48 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha Anchieta durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, pela técnica da busca ativa por crustáceos em tocas ou fendas, em áreas de 4 m².</i>	<i>152</i>
<i>Tabela 6.49 Abundância relativa dos animais observados nos transectos realizados na Ilha Anchieta ..</i>	<i>153</i>

<i>Tabela 6.50 Densidade específica do bentos de substrato consolidado na Ilha Anchieta (valores em ind./m²).....</i>	<i>155</i>
<i>Tabela 6.51 Distribuição dos morfotipos registrados para a Ilha Anchieta, pela análise dos fotoquadrados.....</i>	<i>158</i>
<i>Tabela 6.52 Percentual de cobertura dos grandes grupos registrados para a Ilha Anchieta.</i>	<i>158</i>
<i>Tabela 6.53 Morfotipos identificados na Ilha Anchieta, com suas respectivas porcentagens de recobrimento.....</i>	<i>160</i>
<i>Tabela 6.54 Morfotipos específico para as algas registradas nos fotoquadrados na Ilha Anchieta.</i>	<i>161</i>
<i>Tabela 6.55 Classificação do substrato na Ilha Anchieta, conforme categorias de complexidade.....</i>	<i>164</i>
<i>Tabela 6.56 Resultados dos avistamentos de avifauna na Ilha Anchieta.</i>	<i>167</i>
<i>Tabela 6.57 Atividades realizadas na AME Ilha do Mar Virado e suas respectivas datas de execução.</i>	<i>176</i>
<i>Tabela 6.58 Resumo detalhado de cada fração das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado.</i>	<i>177</i>
<i>Tabela 6.59 Resultado agrupado das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado.</i>	<i>177</i>
<i>Tabela 6.60 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>181</i>
<i>Tabela 6.61 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>182</i>
<i>Tabela 6.62 Resultados das análises de metais das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>183</i>
<i>Tabela 6.63 Resultados das análises físico-químicas das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.</i>	<i>184</i>
<i>Tabela 6.64 Resultados do ensaio com Leptocheirus plumulosus expostos aos sedimentos coletados na Ilha do Mar Virado (letalidade média entre as 4 réplicas).</i>	<i>185</i>
<i>Tabela 6.65 Valores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade medidos na água de interface com o-sedimento da Ilha do Mar Virado durante o ensaio.</i>	<i>186</i>
<i>Tabela 6.66 Concentrações de nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada medidos na água de interface com o-sedimento da Ilha do Mar Virado durante o ensaio.</i>	<i>187</i>
<i>Tabela 6.67 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 1 da Ilha do Mar Virado.</i>	<i>188</i>
<i>Tabela 6.68 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 2 da Ilha do Mar Virado.</i>	<i>189</i>
<i>Tabela 6.69 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 3 da Ilha do Mar Virado.</i>	<i>190</i>
<i>Tabela 6.70 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 4 da Ilha do Mar Virado.</i>	<i>191</i>
<i>Tabela 6.71 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha do Mar Virado.....</i>	<i>194</i>

<i>Tabela 6.72 Classificação dos peixes registrados na Ilha do Mar Virado quanto sua categoria trófica.</i>	
<i>MCAR = Carnívoros; MINV = Invertívoros móveis; SINV = Invertívoros sésseis; OMIN = Omnívoros; PLAN =</i>	
<i>Plantívoros; HEV = Herbívoros errantes; HET = Herbívoros territoriais.....</i>	<i>196</i>
<i>Tabela 6.73 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha do Mar Virado durante o estudo</i>	
<i>na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, utilizando a técnica de amostragem em</i>	
<i>transectos com censo visual.....</i>	<i>197</i>
<i>Tabela 6.74 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha do Mar Virado durante o estudo</i>	
<i>na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, pela técnica da busca ativa por</i>	
<i>crustáceos em tocas ou fendas, em áreas de 4 m².</i>	<i>197</i>
<i>Tabela 6.75 Abundância relativa dos animais observados nos transectos realizados na Ilha do Mar</i>	
<i>Virado.</i>	<i>198</i>
<i>Tabela 6.76 Densidade específica do bentos de substrato consolidado na Ilha do Mar Virado (valores em</i>	
<i>ind./m²).....</i>	<i>200</i>
<i>Tabela 6.77 Distribuição dos morfotipos registrados para a Ilha do Mar Virado, pela análise dos</i>	
<i>fotoquadrados.....</i>	<i>203</i>
<i>Tabela 6.78 Percentual de cobertura dos grandes grupos registrados para a Ilha do Mar Virado.....</i>	<i>203</i>
<i>Tabela 6.79 Morfotipos identificados na Ilha do Mar Virado, com suas respectivas porcentagens de</i>	
<i>recobrimento.....</i>	<i>205</i>
<i>Tabela 6.80 Morfotipos específico para as algas registradas nos fotoquadrados na Ilha do Mar Virado.</i>	
<i>.....</i>	<i>205</i>
<i>Tabela 6.81 Classificação do substrato na Ilha do Mar Virado, conforme categorias de complexidade. .</i>	<i>209</i>
<i>Tabela 6.82 Resultados dos avistamentos de avifauna na Ilha do Mar Virado.</i>	<i>211</i>
<i>Tabela 7.1 Categoria e densidades de impactos ambientais antrópicos na APAM do Litoral Norte para as</i>	
<i>duas profundidades. A densidade considera cada ocorrência em uma área de 100 m² (total de um</i>	
<i>transecto). Cobertura de corais em porcentagem por 100 m².</i>	<i>217</i>
<i>Tabela 8.1 Descrição dos Índices de Sensibilidade do Litoral (ISL) (BRASIL, 2004).</i>	<i>225</i>
<i>Tabela 9.1 Classificação das áreas avaliadas quanto a importância ecológica.</i>	<i>258</i>
<i>Tabela 10.1 Resumo dos resultados analíticos do estudo de contaminação da Ilha das Couves (Legenda:</i>	
<i>T=Tóxico; NT=Não Tóxico; <LQ=Menor que o Limite de Quantificação Analítico; > ou <VR= Maior ou</i>	
<i>Menor que o Valor de Referência).</i>	<i>262</i>
<i>Tabela 10.2 Resumo dos resultados analíticos do estudo de contaminação da Ilha Anchieta (Legenda:</i>	
<i>T=Tóxico; NT=Não Tóxico; <LQ=Menor que o Limite de Quantificação Analítico; > ou <VR= Maior ou</i>	
<i>Menor que o Valor de Referência).</i>	<i>263</i>
<i>Tabela 10.3 Resumo dos resultados analíticos do estudo de contaminação da Ilha do Mar Virado</i>	
<i>(Legenda: T=Tóxico; NT=Não Tóxico; <LQ=Menor que o Limite de Quantificação Analítico; > ou <VR=</i>	
<i>Maior ou Menor que o Valor de Referência).</i>	<i>263</i>

<i>Tabela 10.4 Abundância de organismos bentônicos observados durante o estudo na APAMLN, para as duas profundidades amostradas e utilizando as técnicas distintas de amostragem de transectos para censo visual e busca ativa por crustáceos em tocas e fendas.....</i>	<i>267</i>
<i>Tabela 10.5 Densidade de organismos bentônicos (em org./m²) observados durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas e utilizando duas técnicas distintas de amostragem, utilizando transectos para censo visual e busca ativa por animais em tocas ou fendas....</i>	<i>272</i>
<i>Tabela 10.6 Ocorrência de tipos de substratos nos pontos amostrados em cada uma das áreas amostrais e o total encontrado durante o estudo.</i>	<i>277</i>
<i>Tabela 10.7 Percentual de recobrimento de cada morfotipo, para as 3 ilhas avaliadas, pela análise dos fotoquadrados.....</i>	<i>287</i>



Coordenador da Equipe



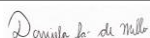
Responsável

Revisão 03

07/2024

Lista de Apêndices

APÊNDICES	PÁG.
Apêndice A - Fotografias ilustrativas gerais das atividades de campo	321
Apêndice B – Tabela geral de qualidade dos sedimentos	325
Apêndice C – Exemplos dos fotoquadrados analisados	328
Apêndice D – Exemplos de morfotipos identificados pela análise dos fotoquadrados	332



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 1 Introdução

Este relatório técnico refere-se à Avaliação Ecológica Rápida (AER) realizada em ilhas na Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte do Estado de São Paulo (APAMLN), fazendo parte do processo de licenciamento ambiental da Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa III (Processo IBAMA nº 02001.007928/2014-44).

Trata-se especificamente do atendimento à condicionante 4 da Autorização para Licenciamento Ambiental (ALA) nº 011/2018 emitido pela Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo (Fundação Florestal), no âmbito do processo de licenciamento conduzido pelo Ibama.

Tendo sido efetivado pelo processo licitatório nº 7003750329 e contrato nº ICJ 5900.0121296.22.2, assinado entre Petrobras e Guará Vermelho, o presente relatório contempla a descrição das atividades de campo, tratamento dos dados primário e integração com dados secundários, de modo a caracterizar e possibilitar avaliações quanto aos impactos, importância ambiental e gerar subsídios para aprimoramento do manejo das áreas avaliadas.

A Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte (APMALN) abrange uma área de 316 mil hectares situada nas cidades de Ubatuba, Caraguatatuba, Ilhabela e São Sebastião com 142 praias, 61 ilhas e lajes e 27 manguezais (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b).

As 3 áreas alvo da presente avaliação localizam-se na poligonal definida como Setor Cunhambebe da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte (APAMLN). Esta AER contemplou a Ilha das Couves (situada na Área de Manejo Especial Tamoio), Ilha Anchieta (Parque Estadual Marinho da Ilha Anchieta – PEIA) e Área de Manejo Especial da Ilha do Mar Virado, sendo todas localizadas no Município de Ubatuba, SP.

A Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte (APAMLN) foi criada pelo Decreto nº 53.525/2008 (ESTADO DE SÃO PAULO, 2008a). Tal área, desde então, atua na

proteção da biodiversidade¹, no controle de impactos e da pesca, entre outras atividades. Portanto, a realização de uma AER apresenta especial importância para a gestão desses ambientes.

É comum o estudo das comunidades biológicas e suas características ecológicas, como abundância, riqueza de espécies e seus índices de biodiversidade para diagnósticos de qualidade ambiental, avaliação e monitoramento de ambientes aquáticos, tanto marinhos quanto de água doce. Nesse contexto, os macroinvertebrados bentônicos representam um papel importante como excelente bioindicadores, tanto para entender a composição das comunidades e biodiversidade de habitats, quanto para entender possíveis impactos em regiões específicas. Isso ocorre pois muitos desses organismos são sesséis ou com baixa mobilidade, de fácil amostragem ou observação, elevada biomassa e diversidade, além de possuírem extensa literatura científica e consequentemente sua identificação é facilitada em níveis taxonômicos mais altos (classes, famílias e até gênero).

A Avaliação Ecológica Rápida - AER é um instrumento eficaz para tomada de decisão sobre esforços de planejamento para conservação de sítios específicos, como uma Unidade de Conservação, a partir da caracterização e da descrição da biodiversidade existente em uma determinada área (*The Nature Conservancy*, 2003).

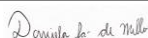
A principal característica da AER se relaciona ao caráter de levantamento rápido e flexível, por meio da utilização de sensores e imagens obtidas em campo, coletas de dados primários e pré-existentes (dados secundários), além de uma caracterização de parâmetros físico-químicos. A integração destes dados possibilita a geração de informações úteis para o planejamento da conservação em múltiplas escalas, sendo um instrumento importante para a gestão de Unidades de Conservação (*The Nature Conservancy*, 2003).

A Avaliação Ecológica Rápida nasceu em 1988, em um estudo conduzido nas florestas paraguaias, com a metodologia replicada e readequada para diferentes habitats e biomas, se caracterizando por uma avaliação realizada com rapidez, com bom nível de

¹ Cabe lembrar que o Parque Estadual da Ilha Anchieta foi criado em 1977 e a Estação Ecológica Tupinambás em 1987, já se enquadrando como áreas protegidas.

detalhamento e com o emprego de critérios científicos. Ela pode ser descrita como um programa, como uma metodologia ou ferramenta de avaliação, cabendo lembrar, todavia, que sua abordagem metodológica não deve ser confundida com inventários da biota, monitoramentos ou com estudos de processos ecológicos. Conduzida por especialistas, as AERs têm como resultados levantamentos e diagnósticos georreferenciados e documentados, mapeando os principais aspectos dos meios físicos e bióticos do ambiente alvo do estudo. Suas informações podem ser aplicadas para diferentes propósitos e em diferentes escalas, como para o planejamento de sítios específicos ou de áreas em escala regional, contribuindo com o conhecimento e capacidade de gestão das áreas avaliadas (*The Nature Conservancy*, 2003).

Assim, após a finalização das atividades de campo e de escritório, este relatório apresenta o diagnóstico e diretrizes para apoiar o manejo das áreas inseridas na APMLN, trazendo dados primários e secundários, bem como sua interpretação, integração e considerações.



Coordenador da Equipe



Responsável

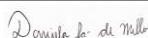
Revisão 03

07/2024

Capítulo 2 Objetivos

O objetivo geral desse estudo foi a realização de Avaliações Ecológicas Rápidas (AERs) nas Ilhas das Couves, Anchieta e Mar Virado, tendo como objetivos específicos:

- Avaliação de Impactos Potenciais no meio físico e biológico decorrentes de derramamento de óleo;
- Definição da importância ecológica do ambiente;
- Definição de Proposta de Zoneamento e Indicações de Manejo.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

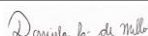
07/2024

Capítulo 3 Escopo

Para atendimento dos citados objetivos, as Avaliações Ecológicas Rápidas (AERs) contemplaram as seguintes atividades específicas:

- Realização de censos visuais subaquáticos para levantamento primário da ictiofauna;
- Realização de censos visuais subaquáticos para levantamento primário das comunidades bentônicas de substrato consolidado e categoria de substrato;
- Realização de censos visuais para levantamento primário da avifauna;
- Avaliação da ocorrência de espécies exóticas;
- Avaliação da ocorrência de corais e eventuais impactos sobre eles;
- Caracterização físico-química dos sedimentos;
- Realização de ensaios ecotoxicológicos com sedimentos;
- Coletar amostras de sedimento para análises metagenômicas (as análises e interpretações não fazem parte do escopo deste estudo e ficaram a cargo do Centro de Pesquisas da PETROBRAS - CENPES);
- Realização de levantamento de dados bibliográficos secundários;
- Elaborar diagnóstico integrado das áreas; incluindo diretrizes de manejo;
- Avaliação de impactos potenciais decorrentes de derramamento de óleo;
- Definição da importância ecológica dos ambientes;
- Elaboração de diretrizes de manejo e zoneamento ecológico.

Adiante serão apresentados os procedimentos detalhados para cada atividade realizada.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 4 Área de Estudo

O Estado de São Paulo conta com ilhas costeiras em toda sua extensão, desde o limite Sul com o Paraná, ao Norte com o Rio de Janeiro. No litoral Sul e centro do Estado, as ilhas apresentam-se mais distantes da costa, enquanto no Litoral Norte, com a aproximação da Serra do Mar à linha de costa, e com planícies costeiras menos extensas, as ilhas, ilhotes e lajes, em grande número, estão localizadas mais próximas à costa.

O Decreto Estadual nº 53.525/2008 criou a Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte *“... com a finalidade de proteger, ordenar, garantir e disciplinar o uso racional dos recursos ambientais da região, inclusive suas águas, bem como ordenar o turismo recreativo, as atividades de pesquisa e pesca e promover o desenvolvimento sustentável da região.”* (ESTADO DE SÃO PAULO, 2008a).

A APAMLN foi dividida em 3 setores: Cunhambebe, Maembipe e Ypautiva. As 3 áreas avaliadas neste estudo situam-se integralmente no setor Cunhambebe, no Município de Ubatuba, setor que engloba a área costeira do Município de Ubatuba e parte de Caraguatatuba. Ainda conforme o artigo 3º do Decreto nº 53.525/2008, o Setor Cunhambebe contempla as Áreas de Manejo Especial (AME) da Ilha do Mar Virado e Tamoio, cuja área, no extremo Norte do setor, abrange diferentes ilhas, entre as quais, a Ilha das Couves. As AMEs foram criadas especificamente com a finalidade adicional de *“... proteção da biodiversidade, o combate de atividades predatórias, o controle da poluição e a sustentação da produtividade pesqueira”* (ESTADO DE SÃO PAULO, 2008a).

O citado decreto ainda estabelece os limites da APAMLN e AMEs, trata das atividades possíveis de realização, das responsabilidades e estruturação da APA.

As Figuras 4.1 a 4.4 apresentam os 3 setores da APAMLN, com detalhamento das 3 ilhas localizadas no setor Cunhambebe em que foram desenvolvidas as atividades deste estudo, a saber, Ilha das Couves, Ilha Anchieta e Ilha do Mar Virado.

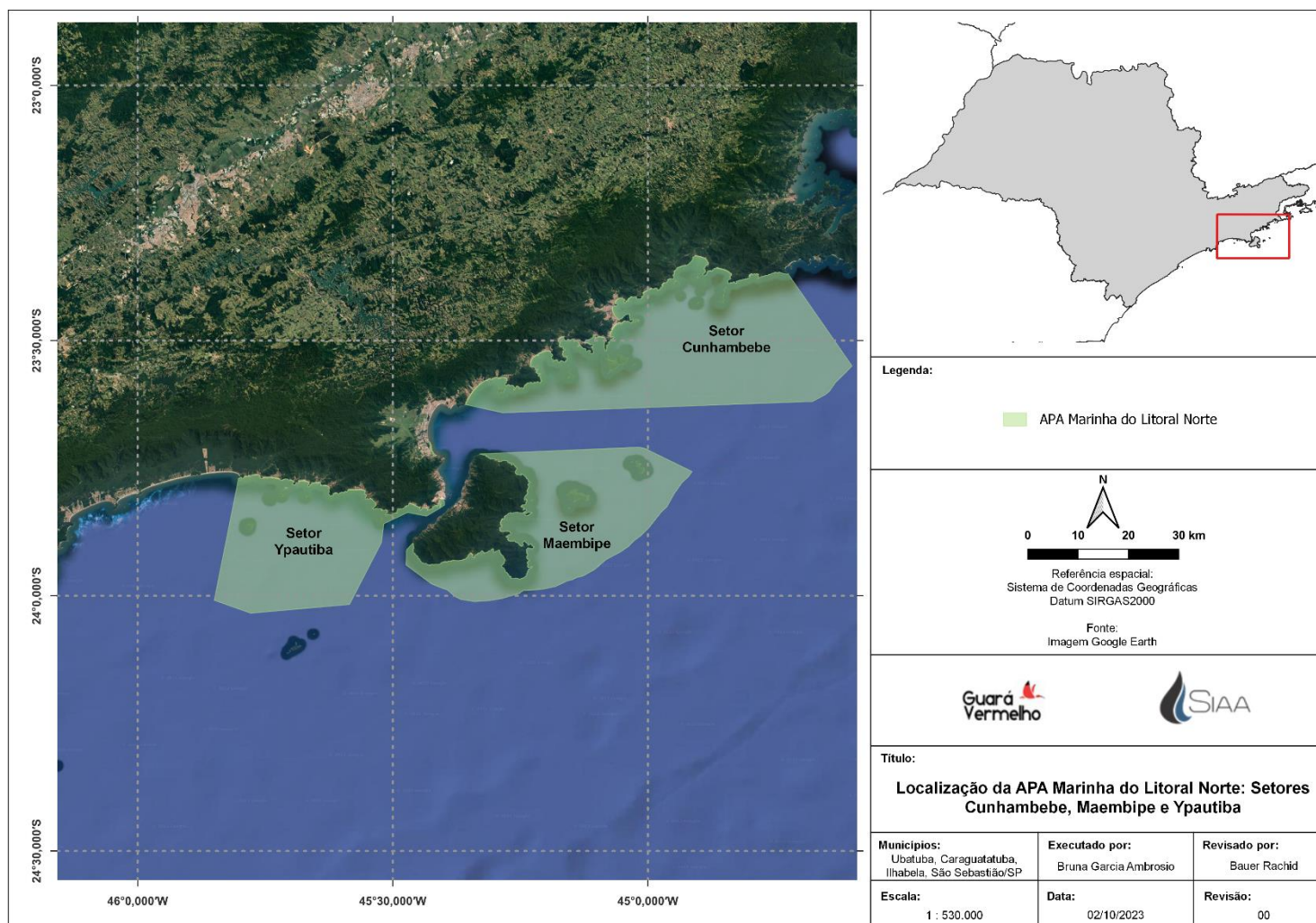


Figura 4.1 Localização da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte: Setores Cunhambebe, Maembipe e Ypautiba.

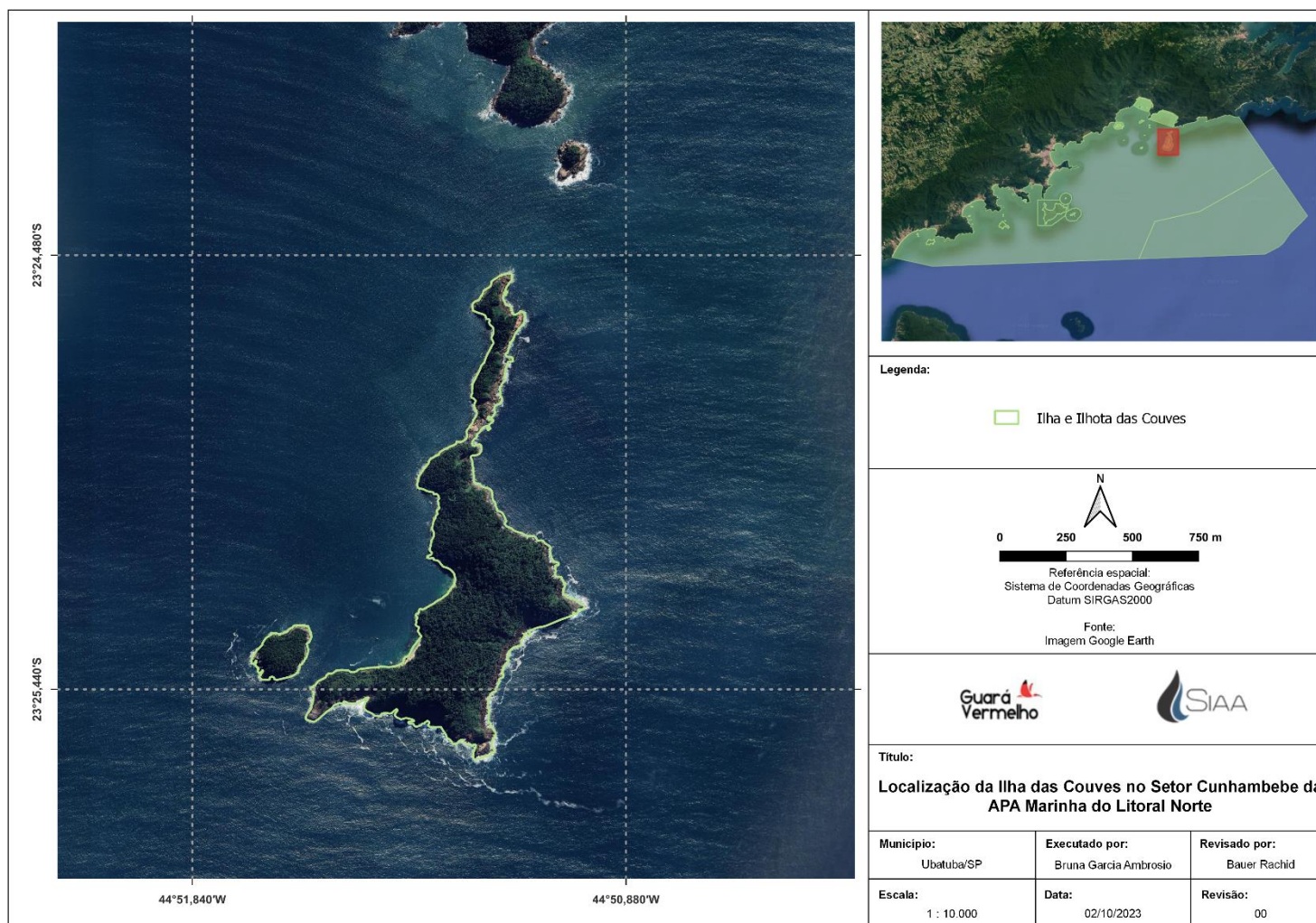


Figura 4.2 Localização da Ilha das Couves (AME Tamoios) no Setor Cunhambebe da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte.

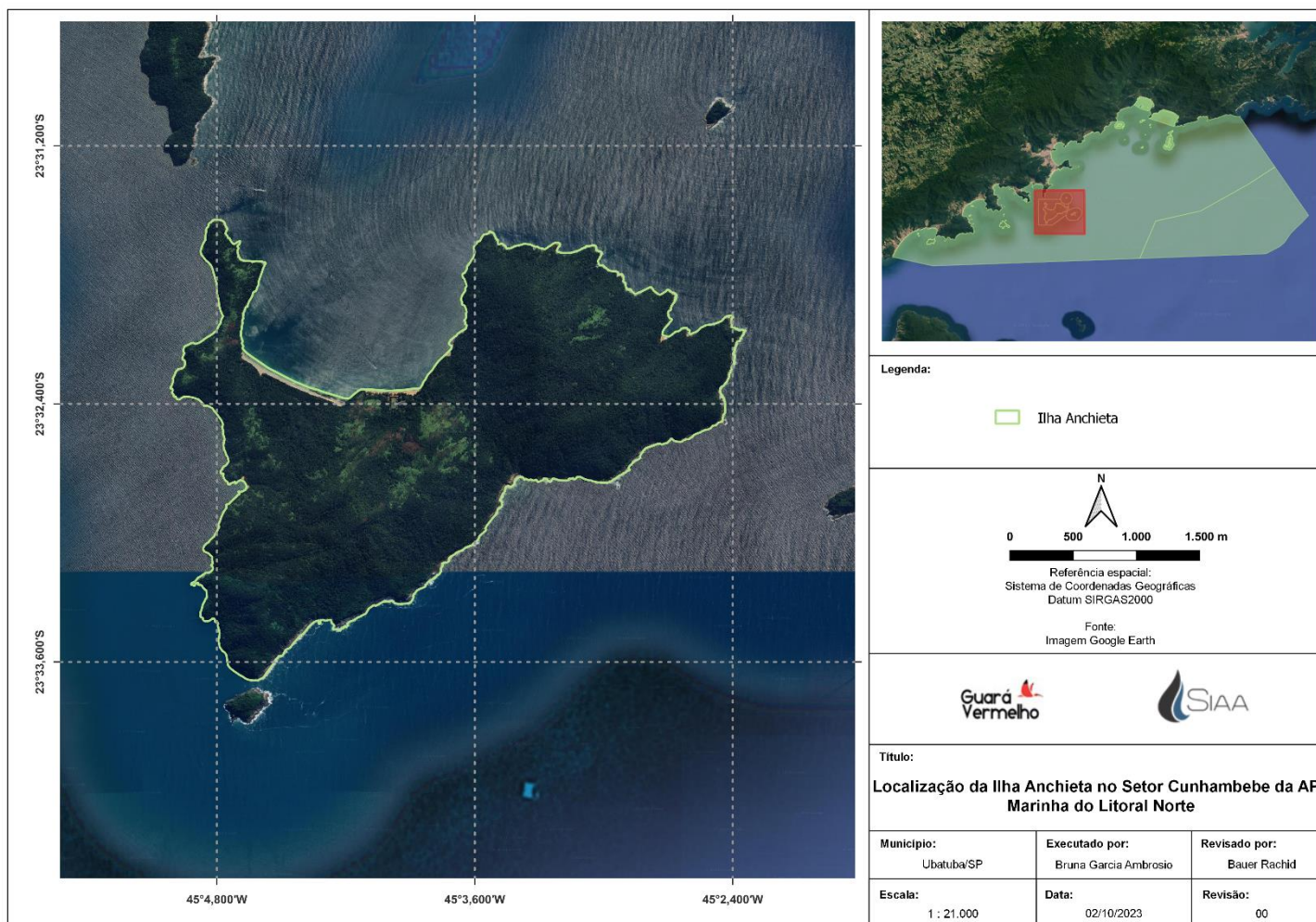


Figura 4.3 Localização da Ilha Anchieta no Setor Cunhambebe da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte.

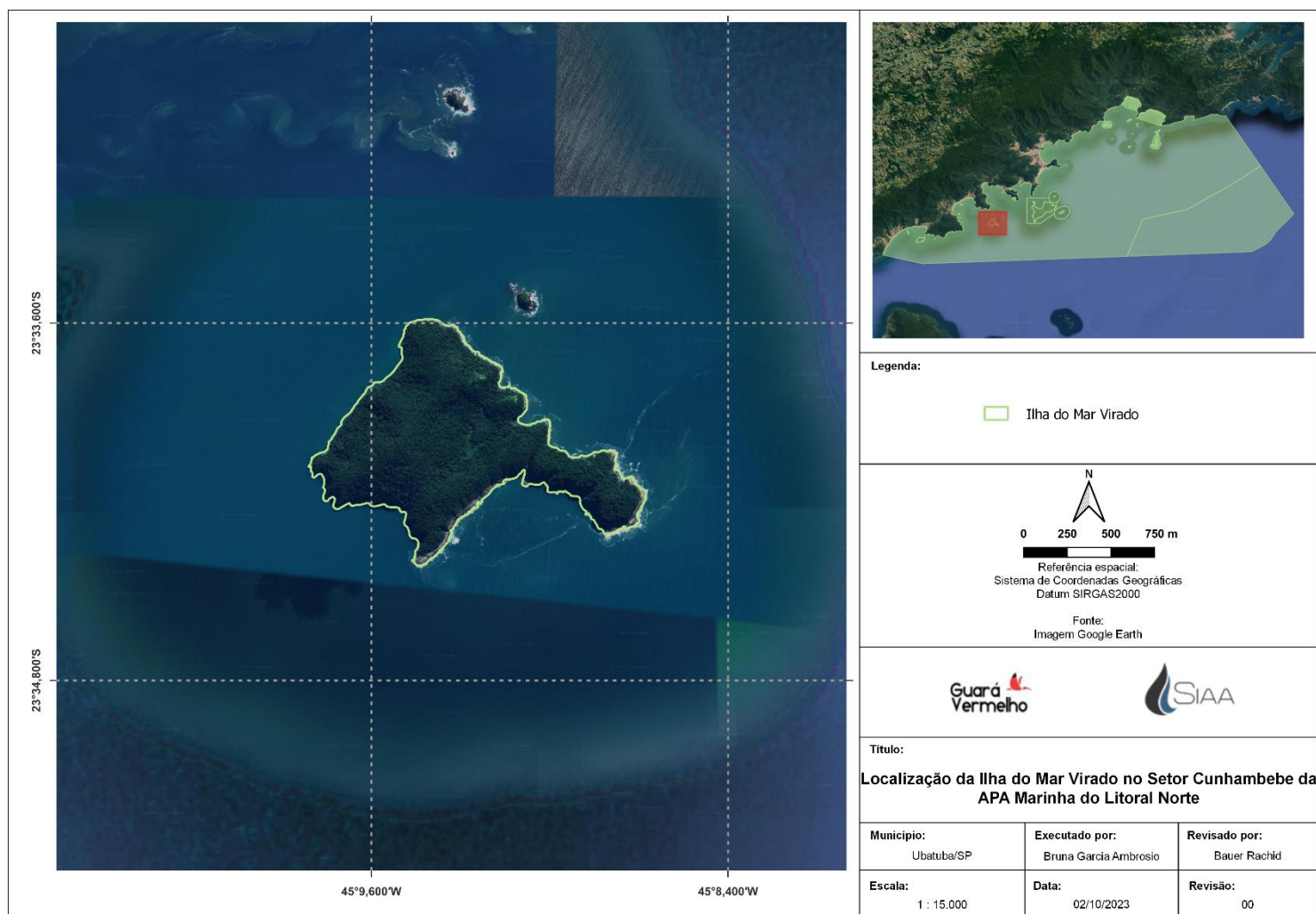


Figura 4.4 Localização da Ilha do Mar Virado no Setor Cunhambebe da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte.

Conforme Poletto e Batista (2008), o Município de Ubatuba conta com 16 ilhas, 7 ilhotes e 8 lajes, entre as quais destacam as Ilhas das Couves, Anchieta e do Mar Virado. Os mesmos autores citam que em função da importância ecológica dessas ilhas, associado ao turismo desordenado e usos da zona costeira, algumas áreas tornaram-se Unidades de Conservação na busca pela proteção desses ambientes.

As ilhas costeiras, por si, representam ambientes únicos e, ocasionalmente, com rica diversidade, uma vez que possuem características de meio físico específicas, como as oceanográficas e seus microclimas. No Estado de São Paulo, pelo seu alinhamento em relação à linha de costa e à batimetria, funcionam como um corredor ecológico marinho àquelas espécies que necessitam de abrigo, alimentação, áreas de descanso e reprodução associados ao substrato consolidado, possibilitando trocas gênicas entre populações e estoque regular de recrutas.

A vegetação de Mata Atlântica está presente em praticamente todas as ilhas, quer seja com elevada porcentagem de cobertura de vegetação nativa sobre as escarpas rochosas, ou mesmo com significativo grau de alteração, como em trechos da Ilha Anchieta. Somente a Laje de Santos (Parque Estadual Marinho), na Baixada Santista, é praticamente desprovida de vegetação sobre seu monólito rochoso principal, além de algumas lajes são periodicamente encobertas pelas marés, impossibilitando a formação de vegetação de Mata Atlântica.

Entre as ilhas avaliadas, somente na Ilha Anchieta, no Município de Ubatuba, podem ser observados ambientes como amplas áreas com vegetação de restinga e pequeno bosque de manguezal com *Avicennia schaueriana*. Dentre as 3 ilhas alvo do presente estudo, somente as ilhas Anchieta e das Couves possuem praias, todas voltadas para o continente, em áreas que propiciam o depósito sedimentar arenoso (6 praias na Ilha Anchieta e 2 na Ilha das Couves).

Os costões rochosos são visivelmente os ambientes predominantes na linha de costa das 3 ilhas alvo deste estudo, mesmo na Ilha Anchieta, rica em praias, estando tal observação em conformidade a predominância de 94,9% de costões rochosos mapeados na linha de costa insular de Ubatuba. Tais costões apresentam proporções similares entre aqueles compactos e os formados por matacões, tanto de granito como de basalto (POLETTI e BATISTA, 2008).

Capítulo 5 Procedimentos

O presente capítulo detalha os métodos e procedimentos empregados, tanto em campo como em laboratório, para a Avaliação Ecológica Rápida nas 3 ilhas do Litoral Norte do Estado de São Paulo.

Serão tratados aqui o delineamento amostral, as coletas de amostras de sedimento para a realização das análises físico-químicas, bem como os procedimentos de obtenção dos dados primários e análises para as avaliações da ictiofauna, comunidades bentônicas de substrato consolidado e avifauna.

5.1. Definição da Malha Amostral

Em cada uma das áreas avaliadas foi definida uma malha amostral que equilibrasse e abrangesse tanto áreas abrigadas, quanto áreas expostas às influências de correntes, sedimentação e processos físicos oceanográficos distintos. Além disso, também foram consideradas as características do fundo, a batimetria e os gradientes de profundidade para a definição dessa malha amostral. Sendo assim, as atividades foram realizadas em 4 pontos na Ilha das Couves, 8 na Ilha Anchieta e 4 na Ilha do Mar Virado, em função do seu maior tamanho em relação as outras áreas de interesse.

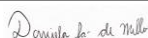
A malha amostral para cada uma das 3 ilhas avaliadas foi proposta conforme requisitos das especificações técnicas do edital, seguindo proposição da equipe executora, com base no conhecimento local. A malha foi então aprovada pela Contratante e equipe da Fundação Florestal ligada às Unidades de Conservação.

Alguns pontos amostrais, conforme indicado adiante, sofreram alterações locais, motivadas pelo tipo de fundo, condição de mar ou mesmo por orientação de gestores da Fundação Florestal. Havia o entendimento prévio entre os envolvidos nessa avaliação de que eventuais alterações locais poderiam ocorrer por características locais, onde a equipe de campo, no ato da realização da atividade, teria a possibilidade de promover ligeiras alterações nos pontos para sua segurança ou melhor representatividade local.

As tabelas que seguem apresentam as coordenadas dos pontos dos levantamentos subaquáticos realizados por mergulho autônomo, indicando o ponto do início dos transectos (Tabelas 5.1 a 5.3). Considerando a necessidade de deslocamento dos pontos dos substratos consolidados o suficiente para possibilitar a amostragem dos sedimentos, as Tabelas 5.4 a 5.6 apresentam também as coordenadas dos pontos de coleta de amostras de sedimento destinadas às análises físico-químicas. Já as Tabelas 5.7 a 5.9 mostram as coordenadas referentes aos pontos de coleta de amostras para análise metagenômica.

Tabela 5.1 Coordenadas do levantamento subaquático através de transectos na Ilha das Couves, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.

Ilha das Couves - Levantamento Subaquático (ponto de início dos transectos)			
Ponto Amostral	Profundidade	Latitude	Longitude
P1	Superfície (4m)	23°24'37,3"S	44°51'11,9"W
	Fundo (9m)	23°24'37,8"S	44°51'12,2"W
P2	Superfície (4m)	23°25'01,3"S	44°51'18,2"W
	Fundo (9m)	23°25'02,4"S	44°51'19,6"W
P3	Superfície (4m)	23°25'23,5"S	44°51'28,7"W
	Fundo (9m)	23°25'23,5"S	44°51'32,1"W
P4	Superfície (4m)	23°25'29,8"S	44°51'30,9"W
	Fundo (9m)	23°25'30,7"S	44°51'28,4"W



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

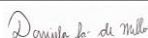
07/2024

Tabela 5.2 Coordenadas do levantamento subaquático através de transectos na Ilha Anchieta, referenciadas ao Datum SIRGAS2000 (as coordenadas dos transectos do raso e do fundo coincidem).

Ilha Anchieta - Levantamento Subaquático (ponto de início dos transectos)		
Ponto Amostral	Latitude	Longitude
P1	23°31'36,8"S	45°03'27,9"W
P2	23°31'52,3"S	45°02'48,0"W
P3	23°32'03,7"S	45°02'22,8"W
P4	23°32'46,5"S	45°03'19,6"W
P5	23°33'25,0"S	45°04'18,5"W
P6	23°33'09,8"S	45°04'50,0"W
P7	23°32'45,1"S	45°04'41,1"W
P8	23°31'50,8"S	45°04'53,4"W

Tabela 5.3 Coordenadas do levantamento subaquático através de transectos na Ilha do Mar Virado, referenciadas ao Datum SIRGAS2000 (as coordenadas dos transectos do raso e do fundo coincidem).

Ilha do Mar Virado - Levantamento Subaquático (ponto de início dos transectos)		
Ponto Amostral	Latitude	Longitude
P1	23°33'51,5"S	45°09'38,9"W
P2	23°33'42,4"S	45°09'30,5"W
P3	23°34'02,2"S	45°08'52,4"W
P4	23°34'14,8"S	45°09'30,8"W



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 5.4 Coordenadas dos pontos de amostragem de sedimentos na Ilha das Couves, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.

Ilha das Couves - Amostragem de Sedimentos		
Ponto Amostral	Latitude	Longitude
P1	23°24'45,57"S	44°51'06,38"W
P2	23°25'23,2"S	44°51'33,9"W
P3	23°25'02,4"S	44°51'24,2"W
P4	23°25'32,9"S	44°51'26,1"W

Tabela 5.5 Coordenadas dos pontos de amostragem de sedimentos na Ilha Anchieta, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.

Ilha Anchieta - Amostragem de Sedimentos		
Ponto Amostral	Latitude	Longitude
P1	23°31'37,9"S	45°03'35,6"W
P2	23°31'50,5"S	45°02'51,2"W
P3	23°32'00,0"S	45°02'34,5"W
P4	23°32'12,3"S	45°04'59,3"W
P5	23°31'43,0"S	45°04'39,1"W
P6	23°33'16,2"S	45°04'51,9"W
P7	23°32'36,5"S	45°04'48,1"W
P8	23°31'53,2"S	45°04'51,2"W

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 5.6 Coordenadas dos pontos de amostragem de sedimentos na Ilha do Mar Virado, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.

Ilha do Mar Virado - Amostragem de Sedimentos		
Ponto Amostral	Latitude	Longitude
P1	23°33'50,2"S	45°09'46,3"W
P2	23°33'38,4"S	45°09'15,6"W
P3	23°33'58,2"S	45°08'52,9"W
P4	23°34'11,3"S	45°09'00,1"W

Tabela 5.7 Coordenadas dos pontos de amostragem para análise metagenômica na Ilha das Couves, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.

Ilha das Couves - Amostragem para Análise Metagenômica		
Ponto Amostral	Latitude	Longitude
P1	23°24'51,6"S	44°51'16,0"W
P2	23°25'28,3"S	44°51'07,9"W
P3	23°25'23,6"S	44°51'31,1"W
P4	23°25'30,3"S	44°51'20,1"W



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

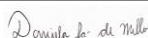
07/2024

Tabela 5.8 Coordenadas dos pontos de amostragem para análise metagenômica na Ilha Anchieta, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.

Ilha Anchieta - Amostragem para Análise Metagenômica		
Ponto Amostral	Latitude	Longitude
P1	23°31'38,5"S	45°03'21,9"W
P2	23°31'52,5"S	45°02'40,1"W
P3	23°32'16,9"S	45°02'20,6"W
P4	23°31'58,1"S	45°03'40,9"W
P5	23°31'42,7"S	45°04'41,1"W
P6	23°33'44,0"S	45°04'40,7"W
P7	23°32'45,2"S	45°04'46,5"W
P8	23°31'50,3"S	45°04'51,3"W

Tabela 5.9 Coordenadas dos pontos de amostragem para análise metagenômica na Ilha do Mar Virado, referenciadas ao Datum SIRGAS2000.

Ilha do Mar Virado - Amostragem para Análise Metagenômica		
Ponto Amostral	Latitude	Longitude
P1	23°34'00,5"S	45°09'45,5"W
P2	23°33'39,4"S	45°09'16,1"W
P3	23°34'01,2"S	45°08'50,3"W
P4	23°34'14,9"S	45°09'31,0"W



Coordenador da Equipe

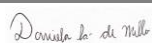


Responsável

Revisão 03

07/2024

Já as figuras que seguem apresentam a localização em mapa, dos pontos de início dos transectos utilizados na realização dos levantamentos subaquáticos através de mergulho autônomo (Figuras 5.1 a 5.3), de coletas de sedimentos para análises físico-químicas (Figuras 5.4 a 5.6) e de coletas para análise metagenômica (Figuras 5.7 a 5.9).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

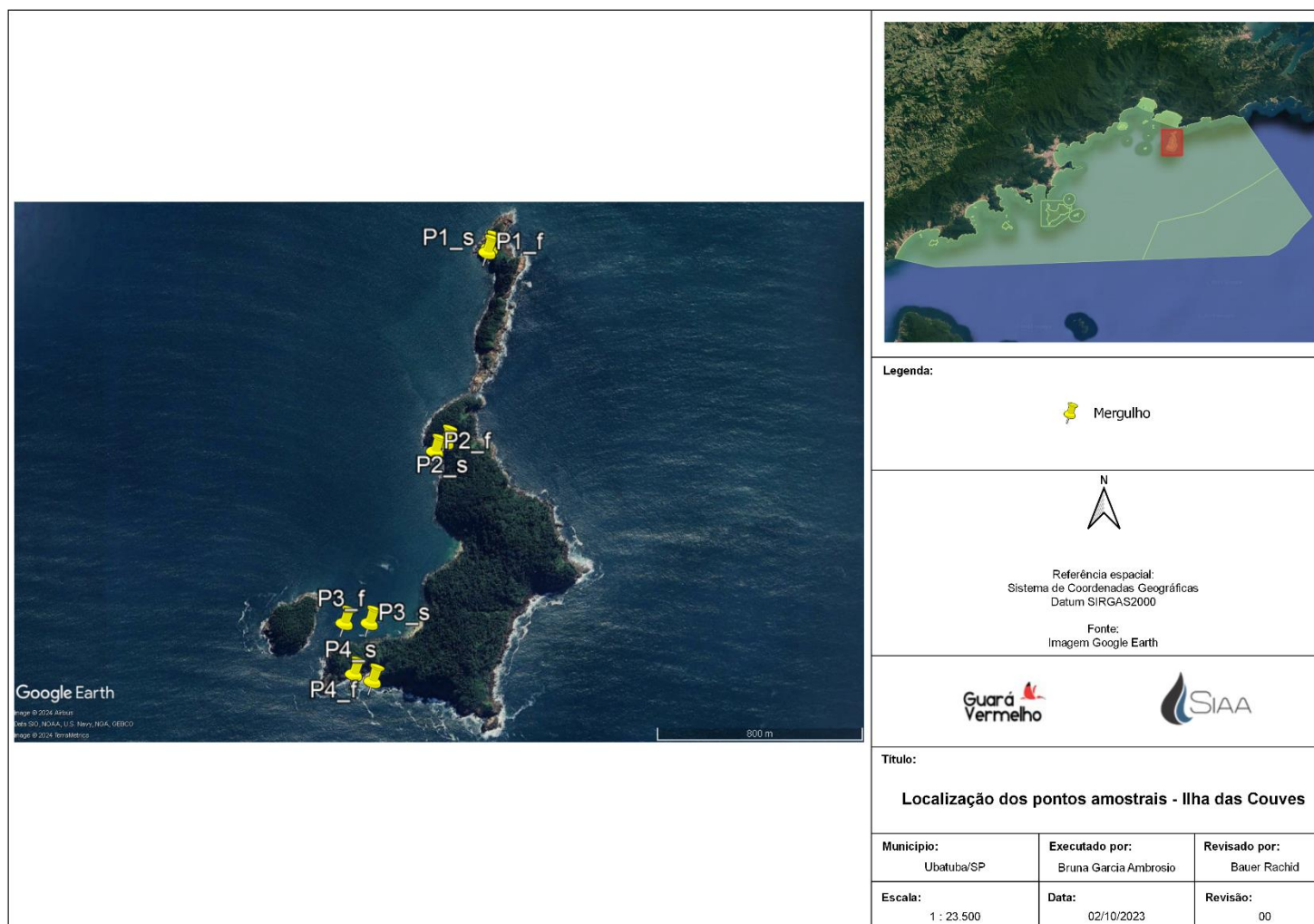


Figura 5.1 Mapa da malha amostral da Ilha das Couves, pontos de início dos transectos do levantamento subaquático através de mergulho autônomo, sendo s indicativo de superfície e f fundo.

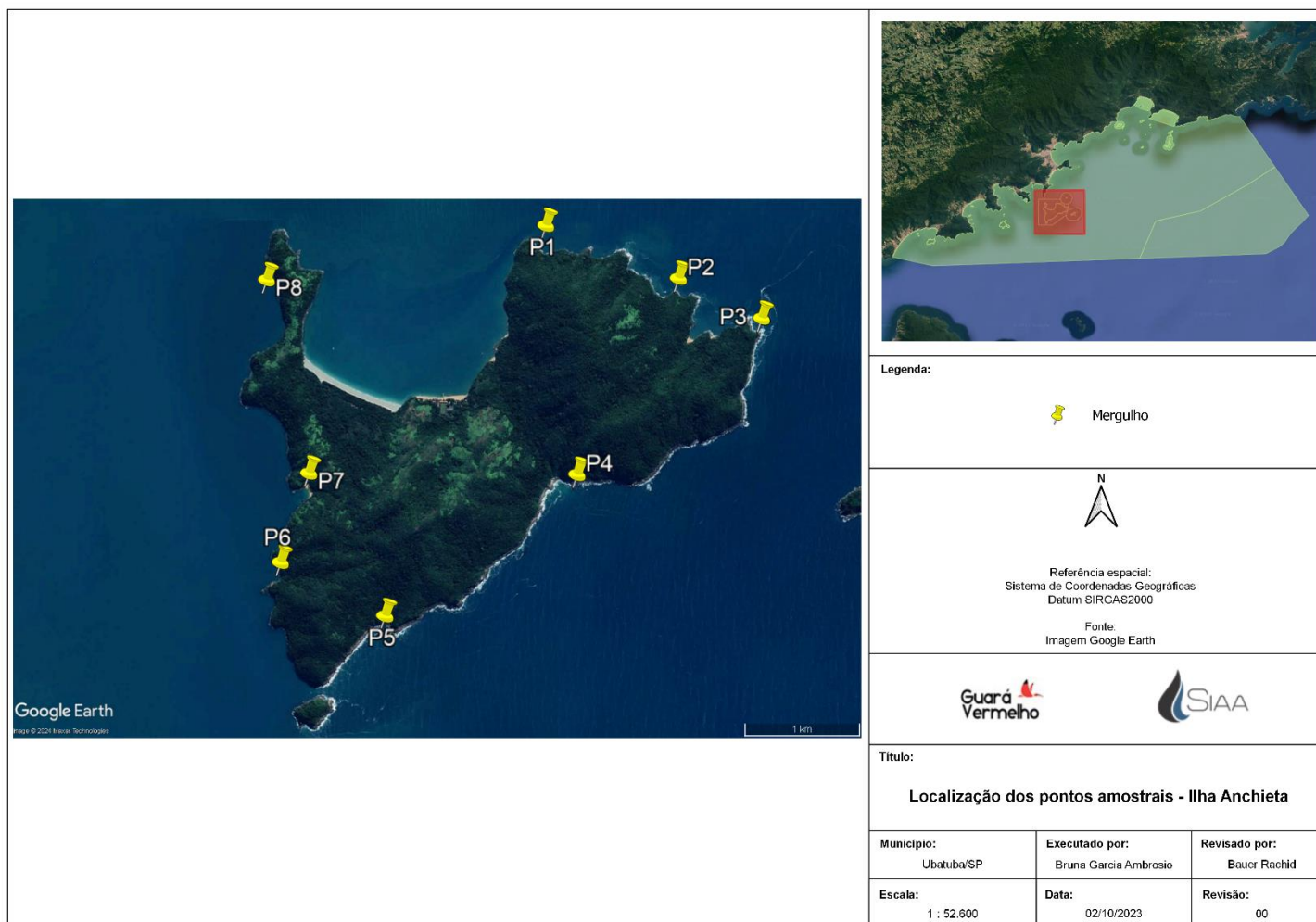


Figura 5.2 Mapa da malha amostral da Ilha Anchieta, pontos de início dos transectos do levantamento subaquático através de mergulho autônomo (as coordenadas dos transectos do raso e do fundo coincidem).

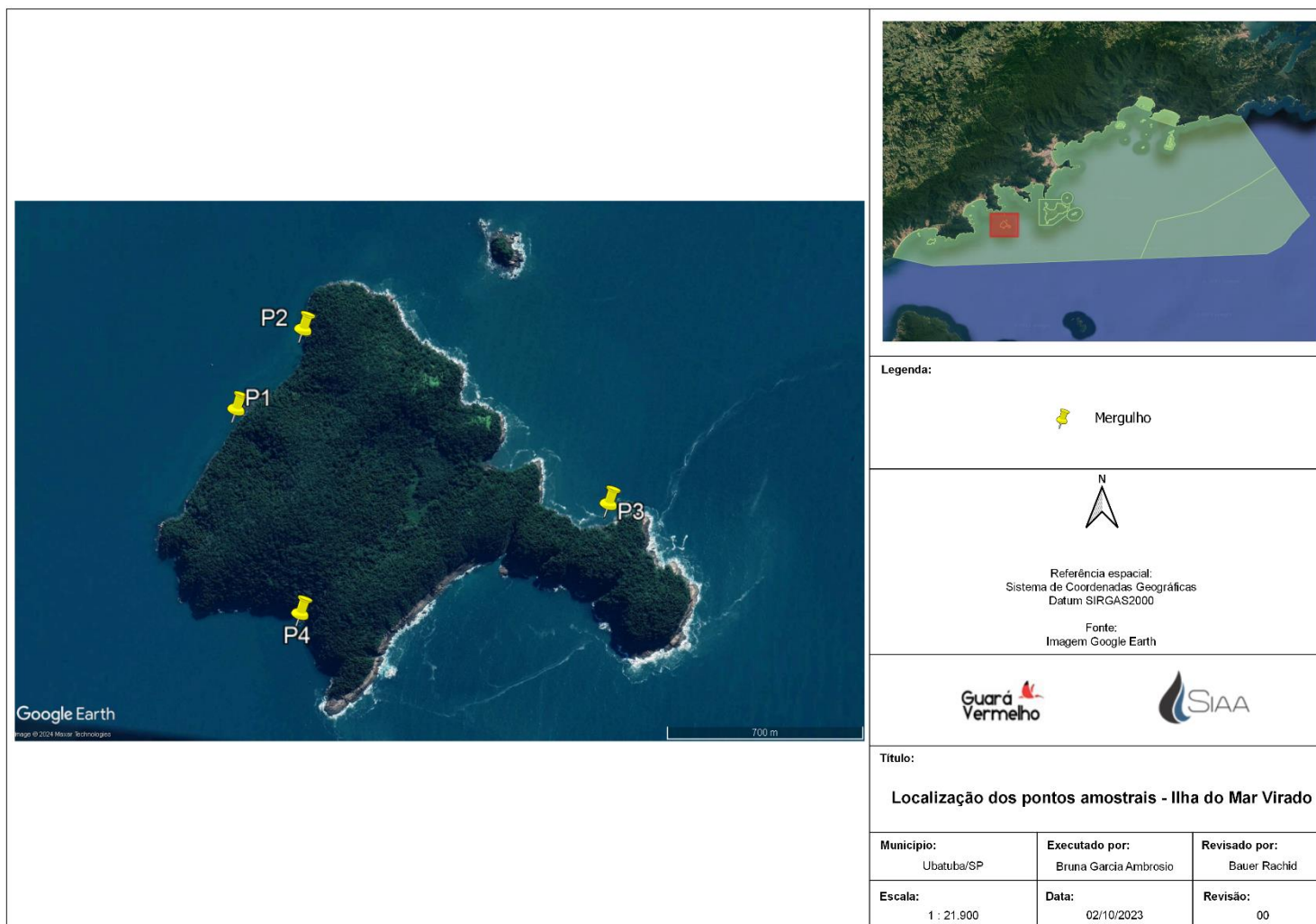


Figura 5.3 Mapa da malha amostral da Ilha do Mar Virado, pontos de início dos transectos do levantamento subaquático através de mergulho autônomo (as coordenadas dos transectos do raso e do fundo coincidem).

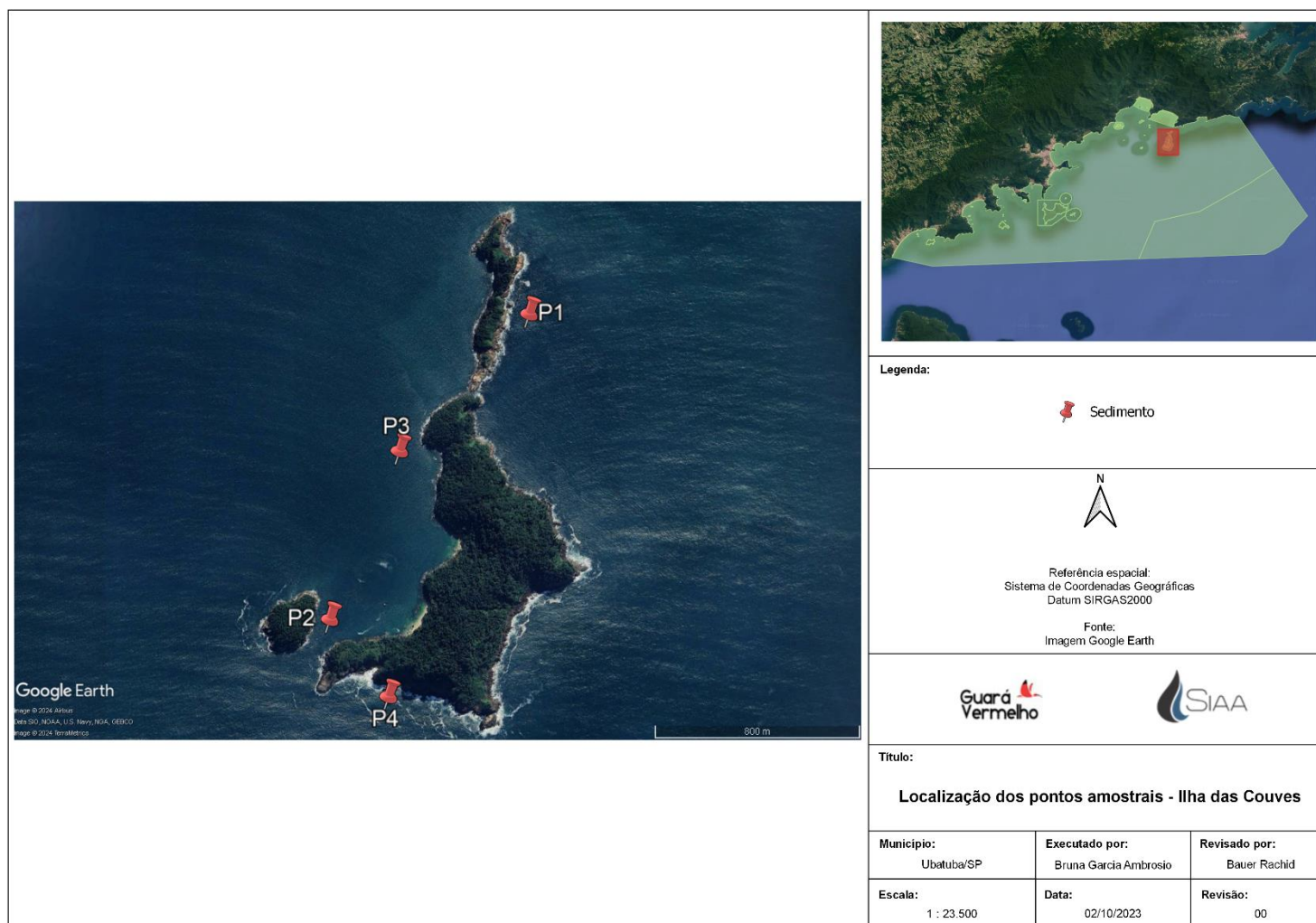


Figura 5.4 Mapa da malha amostral da Ilha das Couves, pontos de coleta de amostras de sedimento.

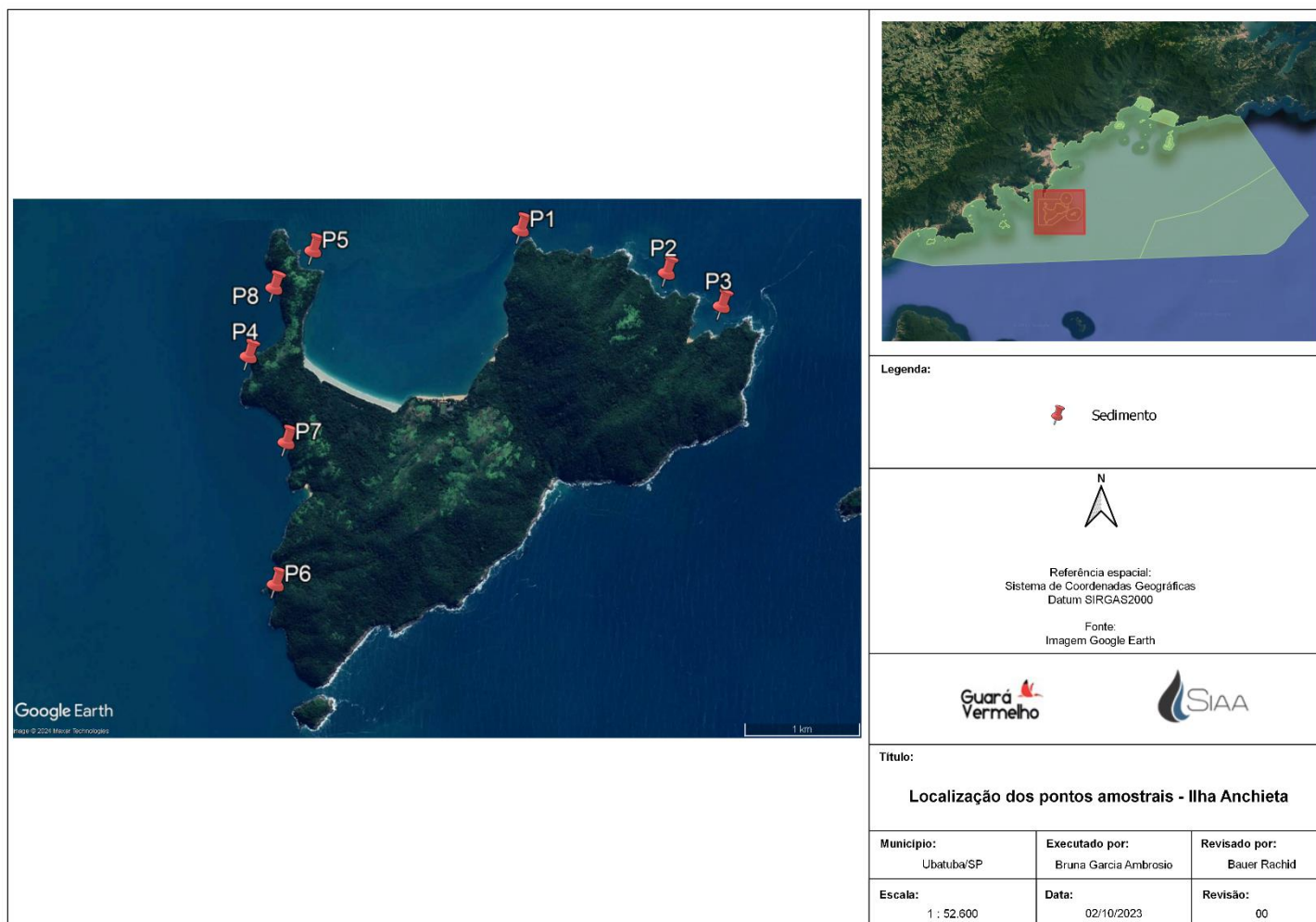


Figura 5.5 Mapa da malha amostral da Ilha Anchieta, pontos de coleta de amostras de sedimento.

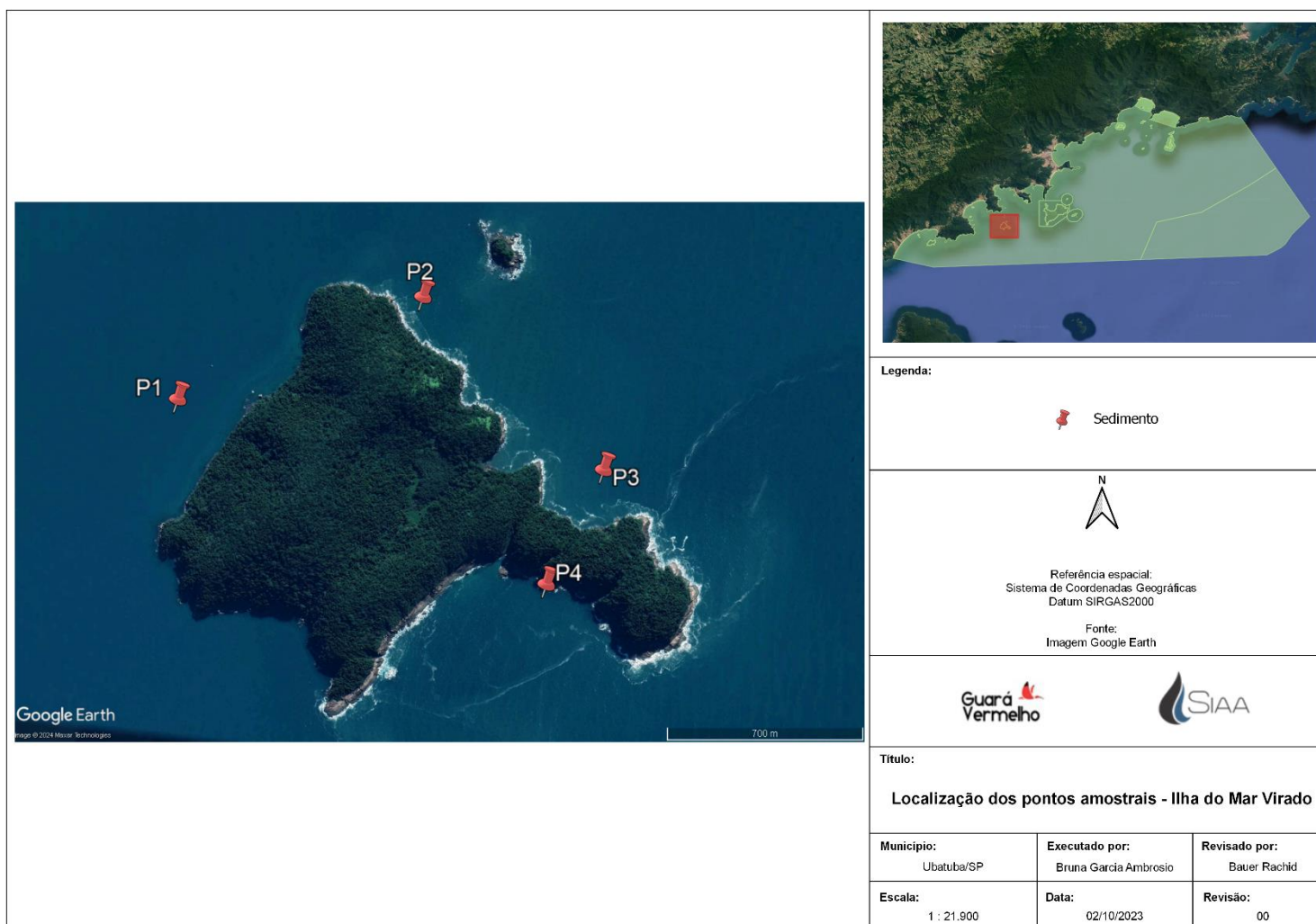


Figura 5.6 Mapa da malha amostral da Ilha do Mar Virado, pontos de coleta de amostras de sedimento.

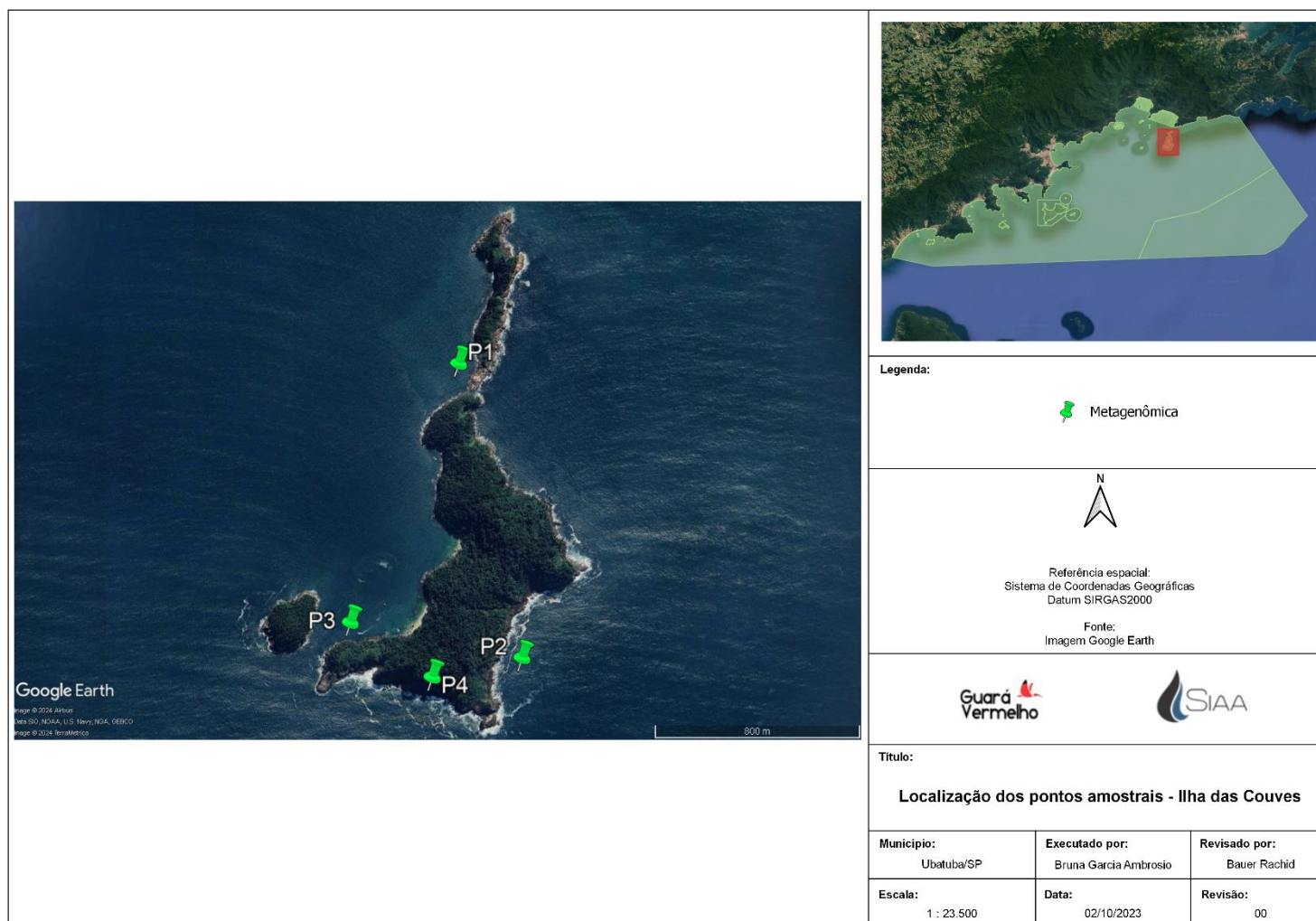


Figura 5.7 Mapa da malha amostral da Ilha das Couves, pontos de coleta de amostras para análise metagenômica.

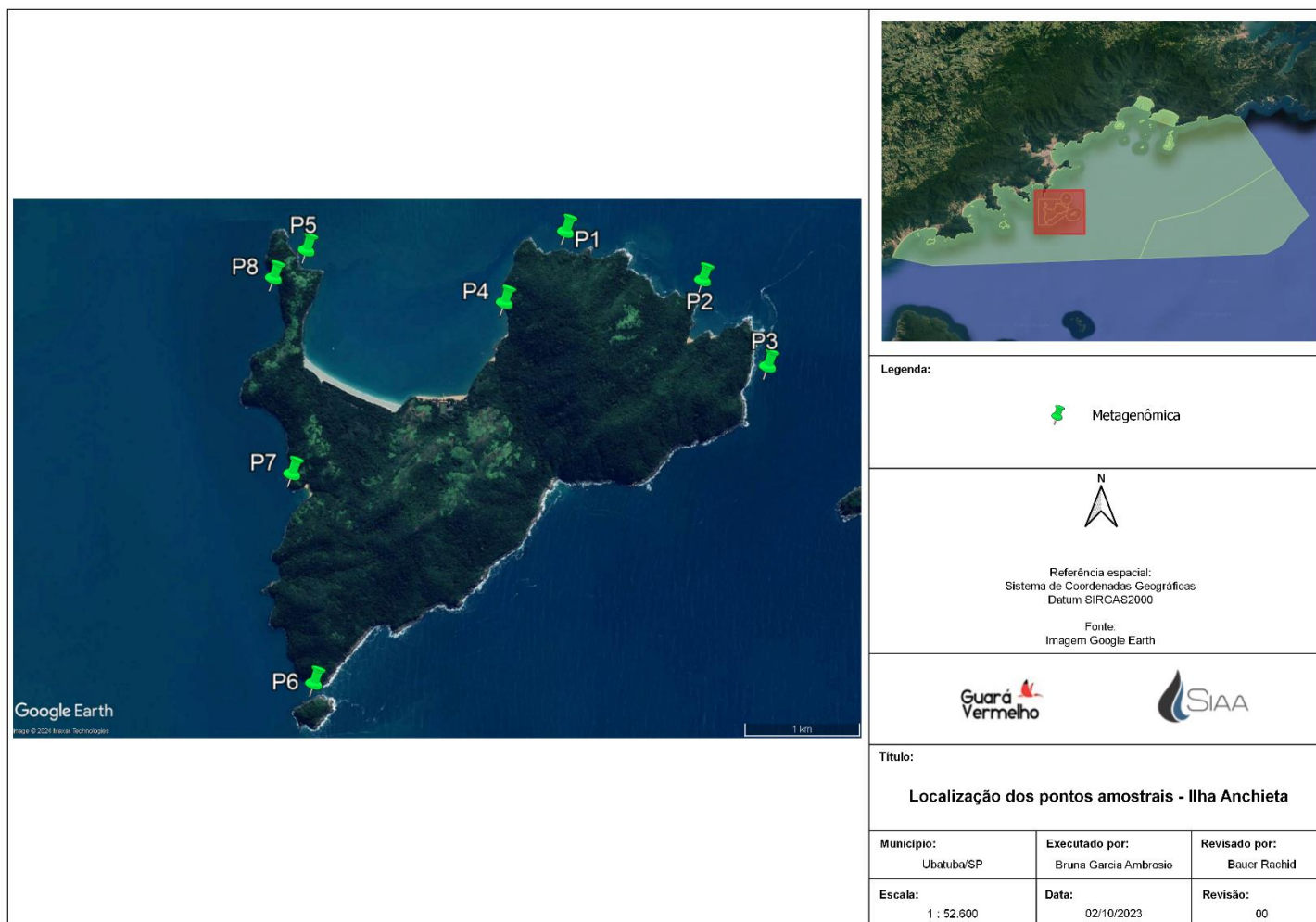


Figura 5.8 Mapa da malha amostral da Ilha Anchieta, pontos de coleta de amostras para análise metagenômica.

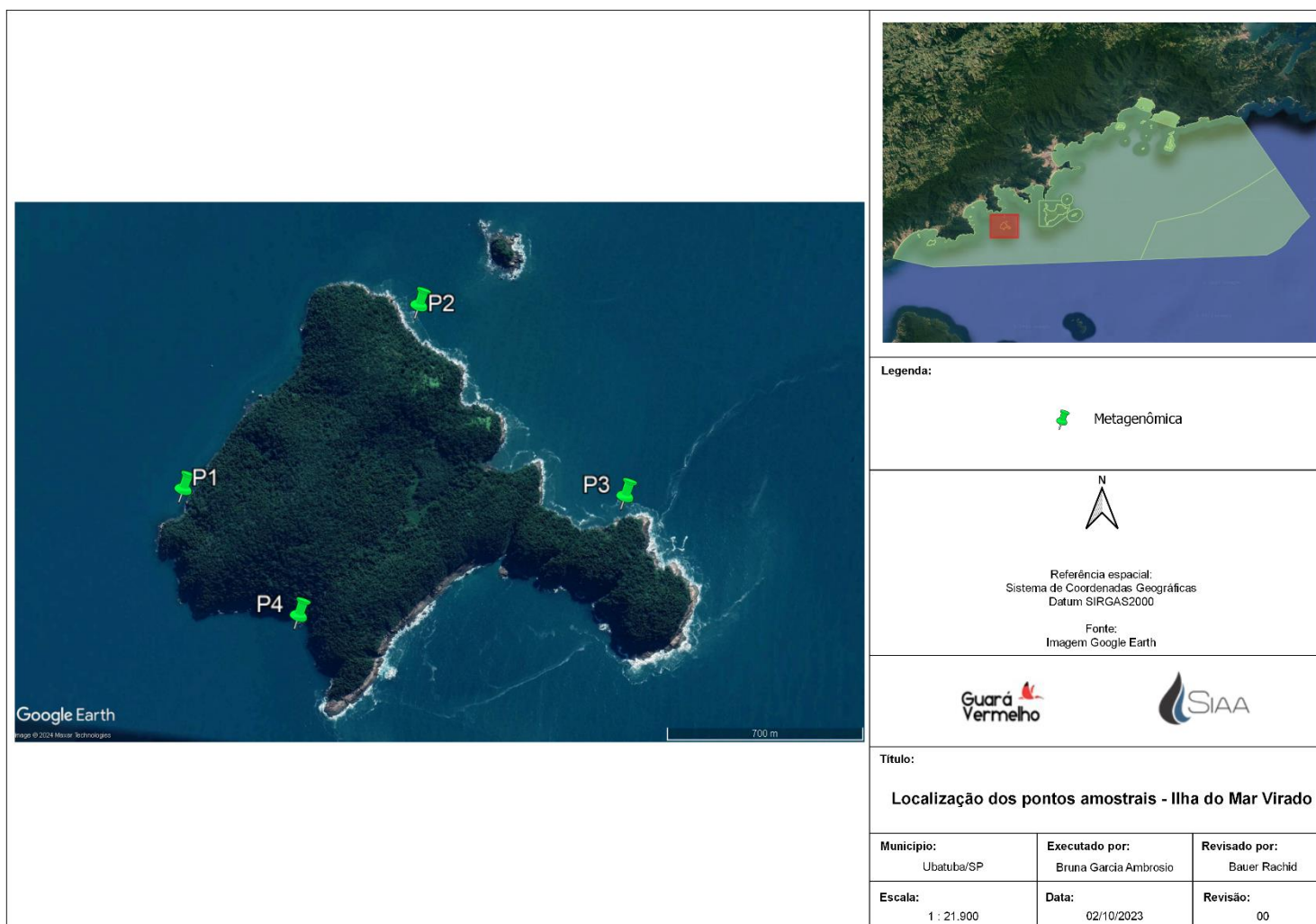


Figura 5.9 Mapa da malha amostral da Ilha do Mar Virado, pontos de coleta de amostras para análise metagenômica.

5.2. Coleta de Amostras de sedimento

As amostras de sedimento ao largo das 3 ilhas avaliadas no Litoral Norte neste estudo foram coletadas com van Veen por equipe do laboratório acreditado na norma técnica NBR ISO/IEC 17.025 (ABNT, 2017) (tanto para coleta quanto para análises), sendo transportadas pela própria equipe do laboratório (Figura 5.10).



Figura 5.10 Amostragem de sedimentos.

As amostras foram acondicionadas conforme preconiza a norma técnica NBR ISO/IEC 17.025 (ABNT, 2017) (Tabela 5.10), sendo, em seguida, encaminhadas para a realização das análises dentro da validade estabelecida.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 5.10 Indicação dos parâmetros analisados em sedimentos, com suas respectivas formas de acondicionamento e preservação.

Variáveis	Amostrador	Armazenamento	Preservação
pH	Van Veen	Saco plástico	Congelamento
HPA (16 prioritários e alquilados)		Recipiente de alumínio previamente descontaminado com tampa de alumínio	Congelamento
HTP			
n-alcanos			
MCNR			
Matéria Orgânica Total		Sacos plásticos	Congelamento
Carbonatos (CaCO ₃)		Recipientes de vidro	Congelamento
Granulometria		Sacos plásticos	Congelamento
Metais (Fe, Al, As, Ba, Cu, Cr, Cd, Sn, Se, Zn, Ni, V, Hg e Mn)		Recipientes plásticos	Congelamento
Metagenômica		Criofrascos	Congelamento em nitrogênio líquido
Ecotoxicologia		Recipientes plásticos	Congelamento

As datas das amostragens dos sedimentos para a realização das análises químicas estão indicadas nos respectivos capítulos referentes a cada ilha.

5.3. Análises Químicas

As análises químicas contemplaram os 16 pontos amostrais determinados, sendo 4 na Ilha das Couves, 8 na Ilha Anchieta e 4 na Ilha do Mar Virado. Dentre as análises foi determinada Granulometria, Matéria Orgânica Total, Fósforo Orgânico e Total, Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT), Carbonatos, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP) e Metais (Fe, Al, As, Ba, Cu, Cr, Cd, Sn, Se, Zn, Ni, V, Hg e Mn) de cada amostra.

Constam nas tabelas, referentes aos resultados das análises químicas (Capítulo 6), diferentes valores de referência para os compostos analisados, quer sejam referências

legais ou bibliográficas utilizadas internacionalmente para interpretação das concentrações encontradas para cada composto analisado. O ISQG (*Interim Sediment Quality Guidelines*) e o PEL (*Probable Effect Level*), são adotados pela CETESB, com base na legislação Canadense. O ISQG apresenta equivalência ao TEL (*Threshold Effect Level*). Tais valores também estão nas tabelas de referência Americanas da NOAA (*Screening Quick Reference Table – Squirt*, da *National Oceanic and Atmospheric Administration*), assim como os outros valores de referência existentes, o ERL (*Effects Range Low*) e ERM (*Effects Range Median*), cuja a base de dados pode ser comum, em parte, com algumas variações de cálculos (CETESB, 2022; CCME, 2001; BUCHMAN, 1999).

Já conforme a Resolução CONAMA nº 454/2012, o nível 1 é a referência de valor de um composto, abaixo do qual não são esperados efeitos ecotoxicológicos. Já o valor indicado para o nível 2 sugere que, a partir deste, são esperados tais efeitos. O ISQG e PEL seguem a mesma lógica. Todavia, os valores indicados pela resolução CONAMA nº 454/2012 se aplicam ao gerenciamento de sedimentos dragados, não devendo ser diretamente utilizados para avaliação da qualidade dos sedimentos *in situ*, com propósitos de manutenção da qualidade ambiental de uma dada região, tendo sido trazidos aqui unicamente por se tratar da única referência legal nacional para concentrações de sedimentos marinhos. Já o AET (*Apparent Effects Threshold*) indica a concentração a partir do qual pode implicar em efeito ecotoxicológico ou algum impacto na infauna bêntica, indicando, essencialmente a maior concentração de efeito não observado (BUCHMAN, 1999). O ERL representa as concentrações que apresentam efeito ecotoxicológico no percentil inferior a 10% dos valores de toxicidade de amostras de sedimentos, podendo indicar valores iniciais de efeito em espécies mais sensíveis, enquanto os valores de ERM indicam uma concentração média em amostras com toxicidade (BUCHMAN, 1999).

Os métodos analíticos utilizados estão apresentados na Tabela 5.11.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 5.11 Métodos analíticos utilizados nas análises químicas.

Análise	Método Analítico
Carbonatos	POP 040
Granulometria	IAC 2009 (CAMARGO et al., 2009)
Matéria Orgânica	ISO 14235: 1998 / PEN-SPA-063
Nitrogênio Kjeldahl Total	POP 150
Fósforo Total	POP 058
Metais	USEPA 3050B: 1996 / USEPA SW846 6010C: 2007
Mercúrio	USEPA 7471A: 1994
HPA	USEPA SW846 8270E: 2018
TPH	USEPA 3550C: 2007 / USEPA SW846 8015D: 2003
pH	USEPA 9045D: 2004

5.3.1. Carbonatos

A presença e a dinâmica dos carbonatos na água do mar são fundamentais para a regulação do pH oceânico, influenciando diretamente a saúde dos ecossistemas marinhos. Além disso, os carbonatos desempenham um papel significativo na formação de estruturas biogênicas, como recifes de coral e conchas de moluscos. Dessa forma, o estudo dos carbonatos não apenas fornece parâmetros sobre processos ambientais fundamentais, como também está diretamente relacionado à conservação dos habitats marinhos (SOARES-GOMES e FIGUEIREDO, 2002).

As análises de carbonato foram realizadas de acordo com a metodologia POP 040, na qual o conteúdo de carbonato foi determinado por gravimetria em sedimento tratado com ácido clorídrico. Os valores foram então calculados a partir da diferença entre o peso inicial e final da amostra após o tratamento ácido.

5.3.2. Matéria Orgânica

A matéria orgânica sedimentar em ecossistemas aquáticos apresenta diversas fontes associadas a diferentes processos biogeoquímicos, o que aumenta a complexidade na compreensão do comportamento dos compostos orgânicos nos ambientes. As análises de matéria orgânica são associadas à presença do carbono orgânico total, que representa a maior parte da matéria orgânica sedimentar (MEYERS, 2003).

Para a determinação da quantidade de matéria orgânica presente, de acordo com o apresentado pela ISO-14235: 1998/PEN-SPA-063, após o procedimento de descarbonatação descrito no item 5.3.1, o carbono orgânico foi determinado em um analisador elementar, na sub-alíquota da amostra tratada para determinação de carbonatos. Os resultados de carbono orgânico foram posteriormente corrigidos considerando-se o conteúdo de carbonatos em cada amostra.

5.3.3. Granulometria

As análises granulométricas servem de parâmetro para o entendimento do processo de sedimentação associado à hidrologia local. Esse tipo de estudo ajuda a determinar possíveis locais de acumulação de poluentes e entender como sua dispersão ocorre na região, podendo corroborar tanto com o planejamento de medidas de contenção de desastres ecológicos e medidas mitigatórias para o impacto local da ação antrópica proveniente da região.

As amostras de sedimento foram acondicionadas em sacos plásticos, mantidas em caixa de isopor e levadas ao laboratório para análise.

Em laboratório, a análise granulométrica foi realizada com base em decantação para as frações finas e peneiramento para as frações arenosas, seguindo o método do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC (De CAMARGO et al., 1986).

5.3.4. Nitrogênio Kjeldahl Total, Fósforo Total e Umidade

A quantificação de nitrogênio foi dada pela análise de nitrogênio Kjeldahl total (NKT), que se refere à associação de nitrogênio orgânico e amônia. O método consiste na separação da amônia da amostra por digestão em ácido e a posterior titulação da amônia capturada para a determinação da quantidade de nitrogênio presente na amostra.

O fósforo total foi dado por espectrofotometria, cuja absorbância da solução colorida, obtida após a oxidação do fósforo presente na amostra, foi medida em um espectrofotômetro a um comprimento de onda na faixa de 600-700 nm. A quantidade de fósforo total foi calculada com base na curva de calibração e a relação entre a

absorbância e a concentração foi usada para determinar a quantidade de fósforo total presente na amostra.

As porcentagens de umidade foram calculadas com base em procedimentos padrão de operação de pesagem pré e pós secagem da amostra, enquanto a matéria orgânica foi determinada de acordo com o método ISO-14235, por oxidação sulfocrômica.

5.3.5. Metais

As análises de metais pesados foram realizadas de acordo com o método USEPA SW846 6010 C: 2007. O procedimento inclui um tratamento preliminar da amostra devido à complexidade e variabilidade das matrizes de amostras de sedimento, que inclui digestão ácida, filtração e preservação com ácido. As amostras de sedimento foram posteriormente analisadas utilizando o instrumento de espectrometria de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (ICP-AES).

Em especial, o mercúrio foi analisado pelo método USEPA 7471A: 1994. O mercúrio foi reduzido ao estado elementar e aerado da solução em um sistema fechado, que passa por uma célula posicionada no caminho da luz de um espectrofotômetro de absorção atômica (CREED et al., 1994).

5.3.6. Hidrocarbonetos

5.3.6.1. HPA

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos são um grupo de compostos presentes no petróleo e derivados, podendo ser gerados em combustão e processos industriais, incluindo as queimas em motores veiculares e náuticos.

O método analítico USEPA SW846 8270 E: 2018, indica os procedimentos necessários para determinar a concentração de compostos orgânicos semivoláteis em extratos preparados a partir de diferentes tipos de sedimentos. O método envolve a extração dos compostos utilizando diferentes técnicas, como extração Soxhlet automatizada, extração por fluido pressurizado e extração por fluido supercrítico. Os extratos são então analisados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa.

5.3.6.2. TPH

Hidrocarbonetos de petróleo total (TPH) é um termo usado para descrever compostos químicos que têm origem em petróleo bruto. A análise de TPH implica em dois processos, o processo de preparação das amostras, que consiste na extração dos compostos orgânicos através do uso de solventes, e o processo de injeção do extrato concentrado no cromatógrafo a gás (BIANCHI e CANUEL, 2011).

O processo de injeção segue de acordo com o método USEPA SW 846 8015 D: 2003, usado para determinar as concentrações de vários compostos orgânicos voláteis não halogenados e compostos orgânicos semivoláteis por cromatografia gasosa. Essa metodologia indica que, para a análise de compostos relacionados à faixa do Diesel, é necessário um procedimento analítico de preparação da amostra pela técnica de extração dos compostos orgânicos a partir da utilização de solventes.

O processo de extração segue o método USEPA 3550c: *Ultrasonic Extraction*. Este método descreve um procedimento para extrair compostos orgânicos não voláteis e semivoláteis de sólidos como solos, lamas e resíduos. O processo ultrassônico garante o contato íntimo da matriz da amostra com o solvente de extração. A amostra é misturada com sulfato de sódio anidro para formar um pó de fluxo livre. A mistura é extraída com solvente três vezes, usando extração ultrassônica. O extrato é separado da amostra por filtração a vácuo ou centrifugação. Após esse procedimento o extrato está pronto para análise.

5.3.7. Controle de Qualidade

O controle da qualidade em análises químicas são procedimentos essenciais para se garantir a confiabilidade e acurácia dos resultados obtidos nas amostras, visto que estes podem estar em ordem de grandeza muito reduzidas, sendo utilizadas na tomada de decisão. Com um controle de qualidade implantado no laboratório, pode-se ter credibilidade nos resultados e assegurar a conformidades de suas análises segundo padrões e normais nacionais e internacionais de coleta, preparação e análises.

As sondas de campo também devem estar calibradas e os equipamentos de coleta e frascos limpos e descontaminados, com os respectivos preservantes.

Além da acreditação do laboratório pelo CGCRE, do Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), na Norma NBR ISO/IEC 17.025, alguns procedimentos citados nos laudos visam garantir os resultados obtidos.

Um dos procedimentos é a realização de análises do Branco, nas quais são possíveis avaliar eventuais interferências causadas por manipulação, contaminação, reagentes, entre outros. Os resultados dos Brancos de análise estão apresentados em detalhe nos laudos analíticos (para cada campanha), onde se observa que os resultados ficaram abaixo dos limites de quantificação do método, indicando ausência dessas interferências ou contaminação durante as preparações e análises das amostras. Além do Branco foram utilizadas Amostras de Controle (LCS) que garantem a precisão do método analítico e permitem determinar a recuperação das amostras a partir da análise de um material de referência conhecido.

Importante também são os procedimentos para verificação da recuperação dos padrões de controle e critérios de aceitação QA/QC, 100 µg do padrão surrogate são adicionados com o objetivo de avaliar o grau de recuperação e exatidão dos métodos. Os resultados devem estar dentro das faixas aceitáveis de recuperação.

Podem ser adicionados diferentes compostos orgânicos, similares aos compostos que se deseja analisar e ausentes nas amostras ambientais.

Conforme consta nos laudos de amostras de sedimento os controles de qualidade (Brancos e *spikes*) atenderam aos critérios de aceitação. Para as análises das amostras de sedimentos foram utilizados os surrogates 2-Fluorbifenil e Terfenil-d14, com recuperação atendendo os critérios de aceitação.

Os procedimentos do controle de qualidade são válidos para as análises realizadas em todas as amostras, das 3 ilhas avaliadas neste relatório.

5.4. Ensaios Ecotoxicológicos

Ensaios ecotoxicológicos são ferramentas de avaliação ambiental conduzidas há anos em todo mundo, visando principalmente fornecer informações sobre os efeitos de compostos químicos presentes na água, nos sedimentos ou em efluentes sobre as comunidades biológicas. É mais uma linha de evidência para observação direta de

potenciais efeitos sobre a biota e a qualidade de água, partindo não somente de alguns compostos eventualmente analisados, mas da totalidade dos compostos químicos que compõe a amostra avaliada (RACHID, 2002).

Tais ensaios têm sido empregados pelos órgãos ambientais em suas avaliações, programas de monitoramento e licenciamento ambiental. A CETESB, por exemplo, tem vasta experiência no desenvolvimento e aplicação de ensaios ecotoxicológicos em suas atividades. Metodologias têm sido estudadas, aprimoradas e padronizadas, inclusive pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com grupos de especialistas de todo o país atualizando periodicamente seus procedimentos (BERTOLETTI, 2011).

Na presente avaliação, foi empregado o ensaio ecotoxicológico de toxicidade aguda com o anfípodo *Leptocheirus plumulosus*, em conformidade com a norma ABNT NBR 15638/2021 (Norma intitulada: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de Ensaio com anfípodo marinhos e estuarinos em sedimentos).

A norma ABNT NBR 15638/2021 possibilita a utilização de anfípodos das espécies *Tiburonella viscana*, *Leptocheirus plumulosus* e *Grandiddieralla bonnieroides*, com o mesmo procedimento de ensaio. A espécie empregada no presente estudo, *L. plumulosus*, apresenta ampla tolerância às variações granulométricas da amostra, o que é um fator importante quando se avalia pontos com granulometria desconhecida, além de ser um representante da infauna fortemente associado aos sedimentos, em especial, por ser escavador, e não ser tubícola. Apresenta também significativa tolerância à salinidade (1,5 a 32), apesar deste parâmetro não ser crítico, já que pode ser controlado e ajustado no ensaio (ABNT, 2021).

Trata-se de um método de exposição de 20 organismos-teste por réplica da amostra de sedimento marinho (anfípodos jovens provenientes de cultivo em laboratório), por um período de 10 dias em sistema estático (sem renovação do meio).

As câmaras testes são montadas na proporção 1:4 (200 g de sedimento para 800 mL de água do mar reconstituída), com 4 réplicas por amostra, com aeração contínua e iluminação constante. Durante o ensaio são monitorados o oxigênio dissolvido, pH, temperatura, salinidade e amônia.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

A ecotoxicidade é expressa pela observação da letalidade dos organismos expostos, em comparação com os organismos expostos em uma amostra de sedimento controle (histórico de ausência de potencial ecotoxicológico, filtrado em malha de 500 μm).

A classificação da amostra como tóxica ou não tóxica dependerá do resultado da análise estatística de comparação aplicada sobre os dados registrados durante a exposição, a qual indicará se há diferença significativa entre os resultados das amostras e do controle de laboratório.

Um ensaio com uma substância de referência padronizada é realizado a cada lote de ensaios, de modo a construir uma carta controle com o intervalo de sensibilidade aceitável para o ensaio.

Os ensaios ecotoxicológicos podem ser considerados válidos, conforme análise das condições de validação do ensaio, quando a preservação das amostras foi feita conforme norma, a sobrevivência no controle é superior aos $\geq 85\%$, faixa de sensibilidade à substância de referência fica dentro dos limites da carta-controle e parâmetros físico-químicos dentro da faixa do ensaio para a espécie utilizada.

Em atenção à Norma Técnica ABNT NBR 15638/2021 e à Resolução SMA nº 100/13, os ensaios ecotoxicológicos foram realizados por laboratório acreditado conforme a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017, pela Coordenação Geral de Acreditação – CGCRE.

Todas as informações essenciais que possibilitam a avaliação do ensaio e seus resultados são tratadas no corpo desse relatório, em item específico para de cada ilha avaliada. Os laudos laboratoriais originais constam ainda no Anexo B deste relatório.

5.5. Metagenômica

Tal avaliação, baseada em análises genéticas, visa trazer informações sobre a ecologia das comunidades microbianas associadas aos sedimentos marinhos. Os resultados podem apresentar diferentes finalidades, como por exemplo relacionar a estrutura das comunidades à fatores físico-químicos ou entender grupos funcionais e potenciais usos.

As coletas de sedimento foram realizadas com auxílio da equipe de campo do laboratório acreditado no INMETRO na norma ISO/IEC 17025.

As primeiras amostras de sedimento para metagenômica, coletadas juntamente com as amostras para análises físico-químicas, foram perdidas devido falhas na identificação, sendo nova coleta, exclusiva para metagenômica, realizadas entre os dias 19 e 20 de junho de 2023.

Durante as campanhas nas ilhas do Litoral Norte, foram coletadas amostras de sedimento para a realização de análises de metagenômica. Foram coletadas cerca de 10 g de sedimento, em triplicata para cada ponto de amostragem, sendo 4 pontos na Ilha das Couves, 8 na Ilha Anchieta e 4 na Ilha do Mar Virado.

As amostras foram acondicionadas em criofrascos (Figura 5.11) e mantidas preservadas congeladas em nitrogênio líquido até a entrega ao laboratório do Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES), no Rio de Janeiro, ficando este, responsável pela realização das análises e interpretação dos resultados (resultados não recebidos até o fechamento deste relatório).



Figura 5.11 Criofrascos encaminhados ao CENPES para análises metagenômicas.

5.6. Ictiofauna

5.6.1. Espécies Registradas

A amostragem (censo visual) da ictiofauna foi realizada com base no método *Reef Check* desenvolvido em 1993, adaptado ao Brasil em 2018. A adaptação da metodologia ao Brasil leva em consideração as particularidades dos ecossistemas presentes no país,

como a grande diversidade de espécies e as diferentes condições ambientais. O protocolo é ajustado para atender às características específicas da região, garantindo a precisão e a confiabilidade dos dados coletados (FERREIRA e MAIDA, 2006; MMA, 2018).

O registro da ictiofauna ocorreu através de 4 transectos lineares com 20 m de comprimento e 5 m de largura em cada ponto (Figura 5.12). Em cada estação, o levantamento de ictiofauna foi realizado em duas profundidades: no raso (de 4 a 9 m) e no fundo (de 9 a 14 m), sobre substrato consolidado. Os mergulhadores percorreram o transecto com natação em baixa velocidade, registrando as ocorrências qualitativas de peixes avistadas ao longo do percurso (Figura 5.13).

Os transectos foram marcados pela instalação de trenas chumbadas, fixadas no próprio substrato através de elásticos presos em suas extremidades. Após a fixação da trena nos 4 transectos, nas profundidades desejadas, foram aguardados entre 5 a 10 minutos, para restauração da interferência devido a movimentação da atividade (Figura 5.14). Depois desse período, os mergulhadores iniciaram o levantamento nadando lentamente e de forma contínua, em uma altura máxima de 5 m do transecto, resultando em uma velocidade aproximada de 3 m por minuto, realizando pausas entre os trechos dos transectos.

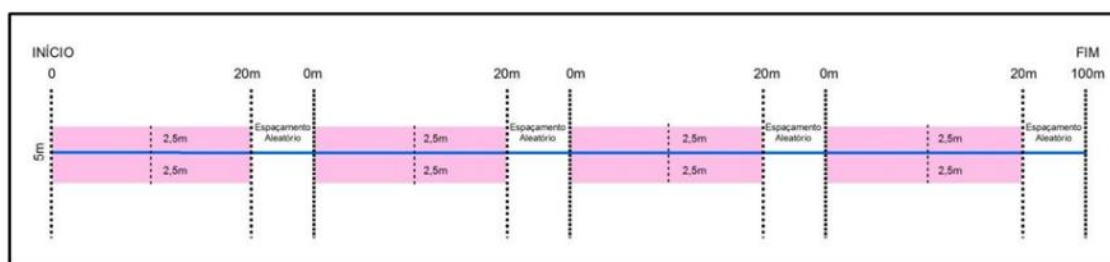


Figura 5.12 Desenho esquemático da disposição dos transectos (em planta) (Fonte: Adaptado de Ferreira e Maida, 2006).

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

WV

Responsável

Revisão 03

07/2024

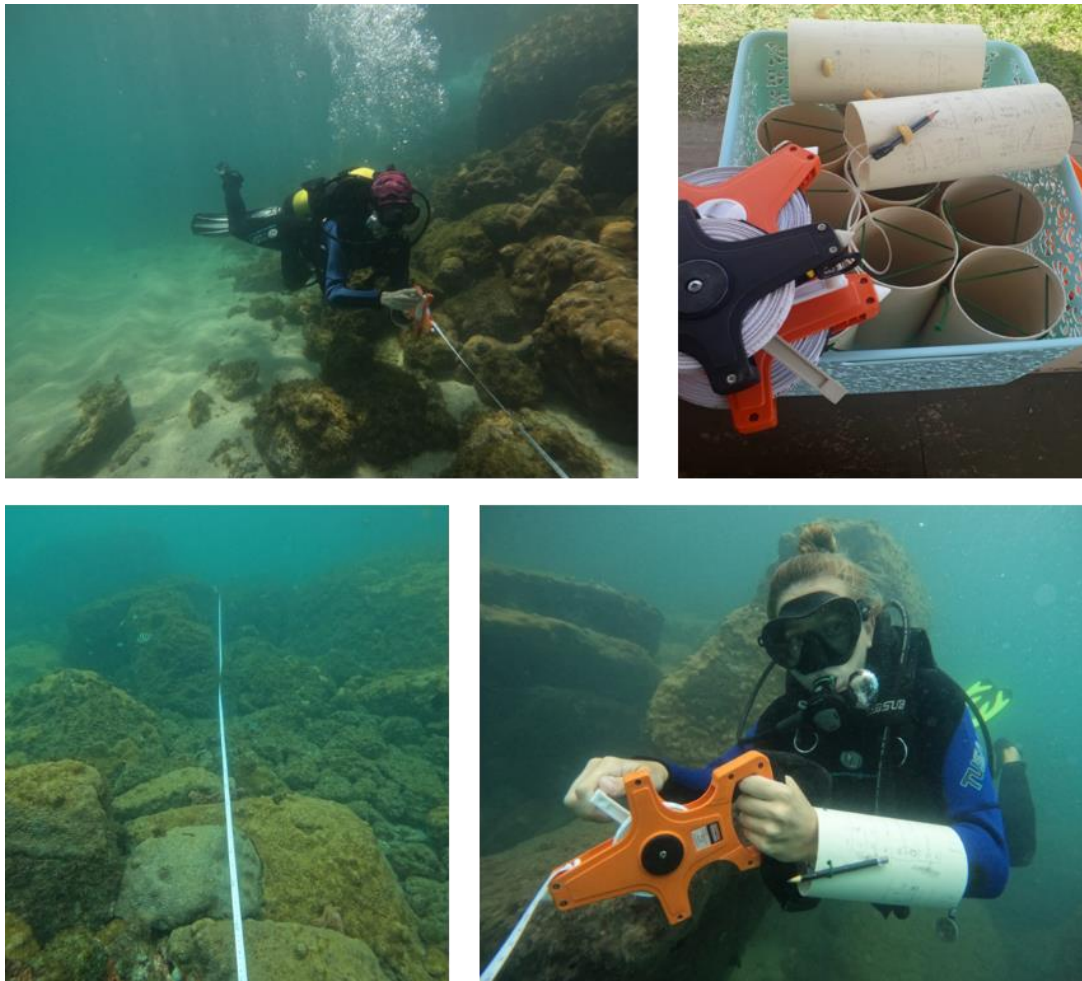


Figura 5.13 Imagens ilustrativas da instalação dos transectos.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

W. S. M.

Responsável

Revisão 03

07/2024

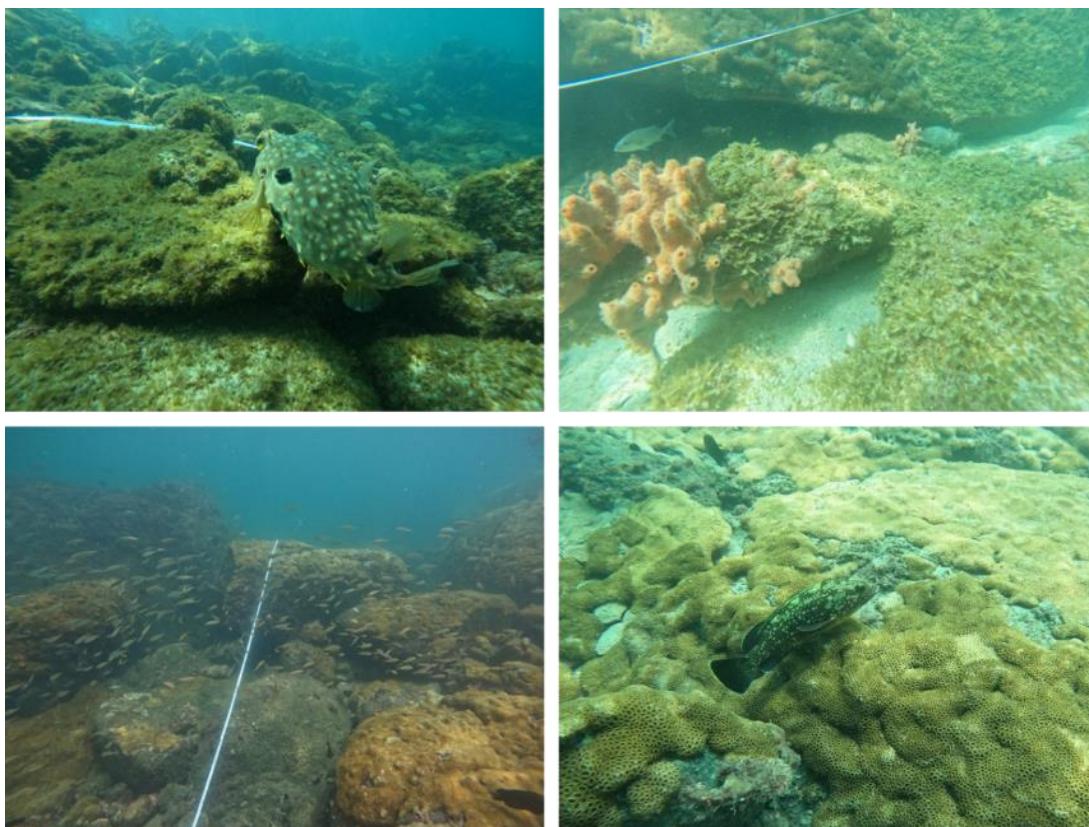


Figura 5.14 Imagem ilustrativa dos peixes retornando às suas atividades após o tempo de espera posterior a instalação dos transectos.

Para registro dos dados de abundância e riqueza de espécies, bem como informações sobre o tamanho dos peixes observados, foi utilizada uma prancheta de PVC, com escrita a lápis, método de registro também utilizado para o bentos e tipos de substrato (Figura 5.15).

Os dados foram posteriormente transcritos para planilhas e analisados conforme consta neste relatório, de modo que o levantamento possa fornecer informações valiosas para a conservação e gestão desses habitats.

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024



Figura 5.15 Imagem ilustrativa da atividade, com registro dos dados na prancheta cilíndrica fixada no antebraço do mergulhador.

5.6.2. Classes de Tamanho

As classes de tamanho dos indivíduos identificados foram estabelecidas a olho nu pelo mergulhador responsável, sendo classificadas 6 faixas de tamanho: até 5 cm, de 6 a 10 cm, de 11 a 20 cm, de 21 a 30 cm, de 31 a 40 cm e acima de 40 cm.

5.7. Bentos de Substrato Consolidado

Estudos sobre os padrões de comunidades de organismos bentônicos e sua biodiversidade podem indicar quão saudável um habitat está. Um exemplo disso é a teoria que associa produtividade primária com diversidade de espécies, que afirma que a quantidade de energia disponível no ambiente (comida) é relacionada positivamente com a biodiversidade, assim como ambientes onde os estresses sobre as populações de organismos são maiores estão relacionados negativamente com a diversidade local (TILMAN, 1999). Entender tais processos e conhecer a diversidade local são pontos importantes para a conservação, tomada de decisões e gestão de áreas marinhas.

5.7.1. Transectos para o Registro dos Organismos Bentônicos

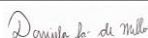
Os parâmetros utilizados para a coleta de dados de organismos bentônicos neste estudo estão definidos no Manual de Monitoramento Reef Check Brasil de 2018 (MMA, 2018). Esse documento é oriundo de uma iniciativa global (*Reef Check*) de 1996, que visava

padronizar a coleta de dados em áreas de recifes de corais, para que esses dados pudessem ser comparados e diagnósticos da saúde dos organismos pudessem ser feitos (HILL e WILKINSON, 2004). No Brasil, esse protocolo foi adotado inicialmente em 2002 e adaptado para a realidade dos ecossistemas nacionais, tornando-se o padrão utilizado nas Unidades de Conservação Marinha administrados pelo ICMBio a partir de 2011.

Para a identificação e contagem de indivíduos bentônicos foram utilizados transectos de faixa de 20 m de comprimento por 5 m de largura em todos os pontos amostrais, onde o mergulhador nada cobrindo a área de interesse e realizando o censo visual dos organismos. Além disso, o mergulhador realizou uma busca ativa em buracos e fendas para a contagem de espécimes que possam estar ocultas nesses espaços. Os bioindicadores definidos pelo Reef Check Brasil de 2018 e apontados nesse trabalho são de espécies que possuem interesse comercial ou de alimentação e que possuem relevância acentuada na teia trófica ou formação de habitats (Tabela 5.12).

Tabela 5.12 Tabela proposta pelo Reef Check Brasil (2018), para registro dos principais organismos bioindicadores.

Nome Popular	Nome Científico
Camarão Palhaço	<i>Stenopus hispidus</i>
Ouriço diadema	<i>Diadema antillarum</i>
Ouriço satélite	<i>Eucidaris tribuloides</i>
Ouriço comum	<i>Echinometra lucunter</i>
Ouriço branco	<i>Tripneustes</i> spp.
Estrelas-do-mar	<i>Echinaster brasiliensis</i>
Conchas ou Búzios	Gastropoda spp.
Polvos	Octopus spp.
Gorgônias	Gorgoniidae spp.
Lagostas	Panulirios spp.
Poliqueta de fogo	<i>Hermodice carunculata</i>
Esponjas	Porifera spp.
Ascidias	Ascidacea spp.
Anêmonas gigantes	<i>Condylactes gigantea</i>
Peixe-Limpador	<i>Elacatinus figaro</i>



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Cabe considerar que inúmeros outros organismos não listados na tabela original foram incluídos no levantamento desse estudo, uma vez que esse rol de espécies é entendido com exemplificativo, além de representar a megafauna bentônica típica de determinadas regiões do país, não sendo adequado excluir registros de espécies do Sudeste brasileiro, encontradas nos costões das áreas avaliadas.

De forma complementar à atividade dos transectos, foram realizados esforços amostrais adicionais para levantamento dos crustáceos, cujos registros incluiu o procedimento de avaliação em 8 quadrados de 4 m² ao longo do costão rochoso para cada estação (sendo analisados 2 quadrados em cada um dos 4 transectos da estação, um no raso e outro no fundo), nos quais os crustáceos foram visualmente procurados entre frestas e pedras, sendo identificados e contabilizados durante os mergulhos, cujos dados foram posteriormente transcritos para planilhas e analisados (Figura 5.16).



Figura 5.16 Procedimento complementar em quadrados para registro de crustáceos em fendas e tocas.

Para as análises estatísticas foram utilizadas funções nativas do R e os pacotes *vegan* (OKSANEN et al., 2022) e *tidyverse* (WICKHAM et al., 2019), que permitiram organizar e analisar os dados, além do pacote *ggplot* (WICKHAM, 2016) para gerar os gráficos. O tratamento dos dados está inserido no capítulo de integração, uma vez que foram aplicadas abordagens comparativas entre as ilhas, para melhor entendimento dos resultados das comunidades bentônicas.

Foram também calculados o índice de diversidade de Simpson e de Shannon-Wiener, os quais consideram tanto a abundância total quanto a riqueza de espécies) (SIMPSON, 1949; HE e HU, 2005; SHANNON e WIENER, 1949).

O tratamento dos dados está inserido no capítulo de integração, uma vez que foram aplicadas abordagens comparativas entre as ilhas, profundidades e pontos, para melhor entendimento dos resultados dessas comunidades.

Os cálculos de densidade foram realizados considerando o número de indivíduos observados por m². Para a metodologia de transectos, foi considerada a área de cada espaço amostral, que foi de 100 m² (5 m x 20 m), multiplicada pelo número de transectos em cada ponto e pelo número amostral em cada uma das ilhas. Para a busca ativa de crustáceos é utilizada a mesma unidade (ind./m²) em 6 espaços amostrais de 4 m² definidos aleatoriamente dentro dos espaços previamente observados nos transectos.

Durante a operação de mergulho, nos levantamentos do bentos de substrato consolidado, também foram feitos registros relativos a alguns indicadores, como cobertura de corais, presença de espécies exóticas e de lixo, conforme protocolo do *Reef Check* (Tabela 5.13) e anotados a lápis em pranchetas subaquáticas no decorrer do mergulho pelo mergulhador responsável. Observações da presença de outros grupos taxonômicos também foi registrada mesmo que não contabilizado nos registros quantitativos dos transectos, como por exemplo, a ocorrência de quelônios, elasmobrânquios e cetáceos.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 5.13 Descrição das categorias tróficas de acordo com o Protocolo Reef Check Brasil.

Categorias de indicadores de Substrato	Descrição
Alga Calcária Articulada - ACA (macroalga)	Algas calcárias articuladas, como as coralináceas <i>Amphiroa</i> spp. e <i>Jania</i> spp., e a alga verde <i>Halimeda</i> spp., em formações monoespecíficas. As algas calcárias podem também formar um tapete multiespecífico denso, áspero e baixo, recobrendo o substrato abaixo. Esta formação corresponde a uma sub-categoria denominada tapete no RCB.
Alga Calcária Incrustante - ACI	Algas incrustantes, geralmente de coloração avermelhada ou rosa, da ordem Corallinales. Além de representarem substrato disponível para o assentamento de corais são também importantes organismos construtores dos recifes Brasileiros.
Rocha – RC (substrato disponível)	Substrato duro disponível para assentamento. Pode ser coberto esparsamente por algas filamentosas finas que não impedem a visualização do substrato abaixo.
Coral Mole - CM (invertebrado)	Somente os zoantídeos (ordem Scleractinia), como <i>Palythoa caribaeorum</i> , <i>Palythoa grandiflora</i> e <i>Zoanthus</i> spp. Não inclui gorgônias ou anêmonas são registrados separadamente.
Coral Duro – CD (coral construtor)	Todas as espécies de corais pétreos (ordem Scleractinia) e hidrocorais <i>Millepora</i> spp. e <i>Stylaster roseus</i> , que são construtores de recifes. O estado de saúde do coral (sadio, branqueado, pálido ou doente) também é ser registrado.
Coral Recém Morto - CRM (substrato disponível)	Coral com esqueleto exposto com tecidos mortos e com reconhecíveis estruturas de coralitos. O coral pode estar de pé ou quebrado em peças, e seu esqueleto poderá apresentar uma fina camada de algas filamentosas, mas não incrustações por outros organismos.
Espanja - SP (invertebrado)	Todas as espécies de esponjas (mas não os tunicados como as ascídias) são incluídas; a meta é detectar indícios de ocorrência de blooms de esponjas que cobrem grandes áreas de recifes.
Outros - OT (demais invertebrados sésseis)	Qualquer outro organismo bentônico (anêmonas, gorgônias, ouriços, tunicados, etc.).
Argila - AG (sedimento)	Sedimento que fica em suspensão quando perturbado. Note que esta é uma definição prática e não geotécnica.
Areia - AR (sedimento)	Sedimento que, na água, afunda rapidamente até ao substrato.
Cascalho - CC (sedimento)	Fragmentos maiores de rochas com diâmetro entre 0,5 e 15 cm. Maior do que 15 cm deve ser considerado rocha, e menor do que 0,5 cm areia.+C10:C18

Dionísio da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

Algumas dessas informações foram divididas em categorias, como presença de lixo proveniente da pesca (linhas de pesca, anzóis, materiais de fundeio) ou de lixo comum (plástico, vidro) ou ocorrência de corais e se estes estavam quebrados ou com branqueamento (Tabela 5.14).

Tabela 5.14 Indicadores de impacto e estimativa de cobertura de coral do Reef Check Brasil.

Indicadores de Impacto	Categorias
Lixo (nº de itens observados)	Pesca
	Plástico
	Outros
Coral Quebrado (nº de colônias observadas)	Âncora ou remo
	Outros
Coral	Coberura Estimada (%)
Coral Branqueado	População (%)
	Colônia (%)
Coral Doente	População (%)

Os dados sobre a cobertura de corais são obtidos através de estimativas visuais de porcentagem obtidas pelo mergulhador. Simultaneamente, são estimadas as áreas em que essas colônias apresentaram eventuais sinais de branqueamento ou de alguma doença. As densidades são calculadas pela razão entre os dados encontrados e a área estudada, foi admitida uma área de 100 m² para os cálculos (20 x 5 m).

5.7.2. Fotoquadrados

Os fotoquadrados compreendem uma abordagem complementar ao Protocolo *Reef Check*, buscando ampliar os registros da biota bentônica. A atividade se caracteriza pela obtenção de imagens com *frame* de 0,0625 m² (quadrados com 25 cm de lado). Foram obtidos 20 fotoquadrados ao longo dos transectos (20 fotoquadrados no raso e outros

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

20 no fundo, em cada estação). Os fotoquadrados foram alocados nos pontos de maior diversidade aparente ao longo dos transectos, conforme entendimentos na reunião de início do projeto.

As imagens foram utilizadas para especialmente apoio na identificação das algas, sendo útil também para a identificação de outros grupos de invertebrados bentônicos.

Os fotoquadrados foram distribuídos sobre os transectos onde se encontrava maior abundância de espécies estruturadoras de habitats de acordo com a observação do mergulhador responsável.

Para sua análise, foi utilizado o programa *Coral Point Count with Excel extensions* -CPCe² (KÖHLER e GILL, 2006), no qual foram determinados aleatoriamente 10 pontos em cada imagem (10 pontos digitais) para que fossem identificadas ao táxon correspondente, quer seja em grandes grupos, morfotipo ou espécie, sendo adotada a melhor resolução taxonômica possível, considerando as dificuldades inerentes à identificação sem coleta destrutiva e amostras fixadas. A figura que segue apresenta pontos verdes, que foram gerados aleatoriamente pelo programa (Figura 5.17).

Não somente as algas foram identificadas, mas também, quando possível, associações entre espécies de algas e outros invertebrados bentônicos de substrato consolidado.

² Disponível em: <https://hcas.nova.edu/tools-and-resources/cpce/index.html>.

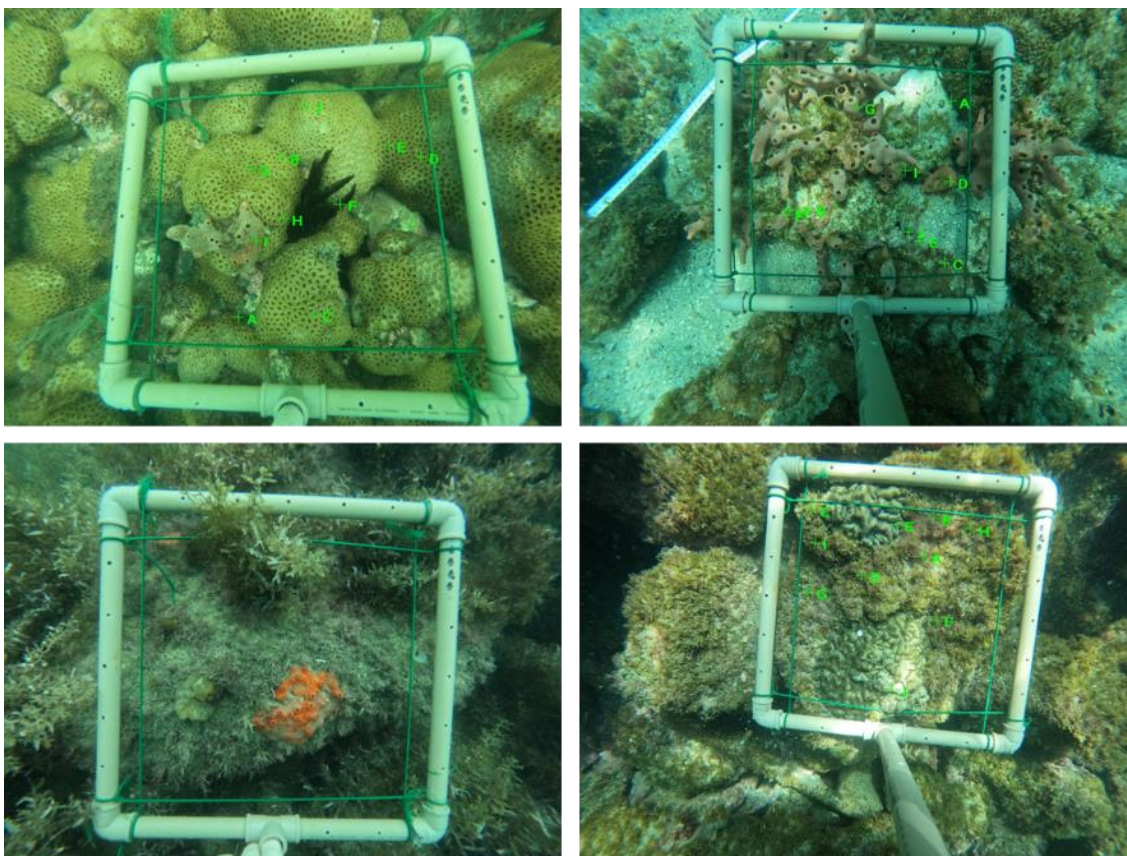


Figura 5.17 Exemplos de fotoquadrados obtidos no levantamento, com os pontos de identificação aleatórios já lançados pelo software utilizado.

5.7.3. Cobertura do Substrato

Também foram feitos cálculos das porcentagens de cobertura do substrato em cada estação, tanto para as áreas do raso quanto do fundo.

A porcentagem de cobertura do substrato pode ser obtida com base em duas diferentes séries de dados:

a) Dados obtidos pelo mergulhador ao percorrer os transectos e registrar a cobertura pontual, sob a trena, a cada 0,5 m, longo dos transectos de 20 m, totalizando 40 pontos (a primeira anotação foi realizada no 0,0 m e a última no 19,5 m) em cada estação, tanto no raso quanto no fundo (MMA, 2018). Tais dados foram registrados em uma prancheta de PVC e posteriormente transcritos para as fichas de campo e planilhas eletrônicas (FERREIRA e MAIDA, 2006);

b) Dados referentes aos pontos aleatórios gerados em cada um dos 20 fotoquadrados obtidos em cada estação, tanto no raso como no fundo, cujas análises quali-quantitativas foram realizadas com base nas imagens digitais (KOHLENER e GILL, 2006).

Nos capítulos que descrevem os resultados de cada uma das três ilhas avaliadas há um subitem intitulado “Cobertura do Substrato”, referente aos resultados das porcentagens de recobrimento obtidos com os dados registrados nos transectos.

Os dados obtidos pela análise dos fotoquadrados já são apresentados em forma de porcentagem de recobrimentos, sendo, todavia, apresentados dentro dos subitens intitulados “Fotoquadrados” presentes dos resultados de cada uma das ilhas.

Desse modo, considerando que a porcentagem de cobertura foi estimada com dados obtidos por duas diferentes metodologias, os resultados obtidos não serão necessariamente os mesmos.

5.8. Categoria do Substrato

Concomitantemente aos mergulhos para determinação da porcentagem de cobertura do substrato, foi analisada a categoria do substrato ao longo do transecto. Seguindo uma adaptação da metodologia sugerida no Manual de Monitoramento Reef Check Brasil de 2018 (MMA, 2018) foram feitos os levantamentos de categorias de substratos em todas as áreas do estudo. Para essa parte do trabalho foi realizada uma amostragem por ponto (*Point Intercept Transect* – PIT) que consiste na identificação dos tipos de fundo marinho em intervalos de 0,5 m ao longo dos transectos de 20 m, totalizando 40 pontos amostrais, iniciando na medição de 0,5 m. Foram realizadas 4 réplicas em cada área amostral ao todo.

As categorias de substrato observadas pelo mergulhador durante o mergulho foram registradas em uma prancheta de PVC para cada ponto amostral, posteriormente essas informações foram transcritas para as fichas de campo e planilhas analíticas. O tratamento desses dados considerou a maior predominância da categoria identificada em cada ponto, conforme o Manual de Monitoramento Reef Check Brasil de 2018 (MMA, 2018).

A complexidade do substrato foi classificada de acordo com a Figura 5.18, a qual, a partir dos registros subaquáticos, possibilitou a classificação do local em 3 diferentes categorias de complexidade, conforme metodologia adaptada dos Protocolos Reef Check Brasil.

Complexidade	Definição
Baixa	Rochas em geral, com diâmetro < 0,5 m, espalhadas sobre fundo arenoso; ou rochas maiores, mais planas, constituindo um substrato contínuo, poucas tocas ou tocas ausentes
Média	Rochas em geral, com diâmetro < 1,0 m, pouco substrato arenoso, tocas presentes
Alta	Rochas em geral, com diâmetro > 1,0 m, muitos declives entre as rochas, tocas presentes

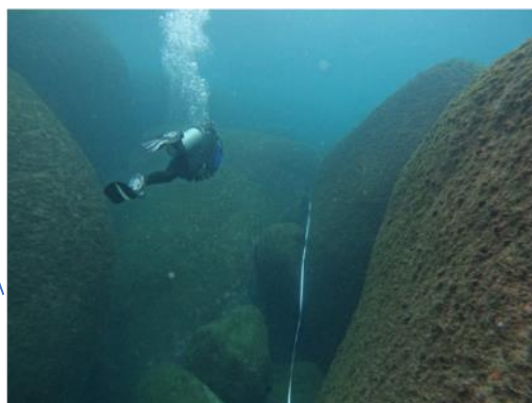


Figura 5.18 Exemplo das diferentes categorias de substrato observadas nas ilhas de interesse do presente estudo.

Os substratos foram divididos em categorias de complexidade derivadas da tabela acima, baseadas em registros das características de origem abiótica, como rochas, sedimentos ou cavidades.

5.9. Espécies Exóticas

Durante os mergulhos nos transectos para a registros da fauna bentônica, foi verificada a possível ocorrência de organismos exóticos, em especial, mas não se limitando a ela, as colônias de coral-sol (*Tubastraea coccínea* e *Tubastraea tagusensis*), espécie exótica invasora estabelecida em vários trechos do Litoral Nordeste e Sudeste brasileiro (Figura 5.19) e que vem sendo estudada há anos por diferentes instituições de pesquisa buscando entender sua distribuição, dispersão e melhores formas de controle (CREED, 2006; CREED e FLEURY, 2009; CREED et al., 2017; De PAULA e CREED, 2005; LOPES et al., 2009).



Figura 5.19 Exemplo de registro de coral-sol (*Tubastraea* sp) durante as atividades da AER.

Os dados, caso haja registros, são utilizados para a classificação das áreas, com base em uma adaptação do Protocolo DAFOR (De PAULA e CREED, 2005; CREED e FLEURY, 2009), que sugere uma escala de classificação de acordo com a cobertura desses organismos,

classificando a área de ocorrência como Dominante, Abundante, Frequente, Ocasional e Raro. Caso não sejam registrados em um ponto ou na localidade, à luz do método realizado, o grupo é indicado como Ausente.

O levantamento da biota desta AER foi analisado segundo a lista de espécies exótica do Brasil pelo Sistema de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBr³), uma plataforma que integra dados sobre a biodiversidade do Brasil, coordenado pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI).

5.10. Avifauna

Os dados de avifauna foram coletados através da metodologia adaptada de Tasker et al. (1984), Diamond e Devlin (2003) e *Florida Fish and Wildlife Conservation Commission* (2016). A metodologia abrange censo de indivíduos em voo, na superfície da água e colônias. A navegação em torno das ilhas e ilhotes paralelamente aos costões rochosos, foram observados e registrados os indivíduos com base na espécie, hábito, presença de colônias, ninhos ativos e filhotes, além de aspectos da plumagem e comportamento.

Para este estudo, apesar de tradicionalmente serem considerados apenas representantes da avifauna marinha, aquática e limícola, foram também registradas as ocorrências de espécies que não se enquadram nessas categorias, mas que usam o ambiente costeiro e insular, sendo, portanto, registradas nesse levantamento.

Nessa abordagem, os observadores percorreram as áreas utilizando embarcações com navegação em baixa velocidade observando tanto as aves em voo quanto pousada, obtendo fotografias, quando possível, permitindo a obtenção de dados abrangentes sobre a riqueza, abundância, distribuição, comportamento e preferências de habitat das aves em um determinado local, fornecendo uma visão geral da avifauna de cada localidade (Figura 5.20).

³ Disponível em: <https://specieslist.sibbr.gov.br/speciesListItem/list/drt1629923907803?&max=10&q>.



Figura 5.20 Levantamento da avifauna realizado na AER.

Outros registros fotográficos gerais e subaquáticos, ilustrativos das atividades desta AER nas 3 ilhas avaliadas, encontram-se no Apêndice A.

Daniela da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 6 Caracterização das Áreas

6.1. Ilha das Couves

A Ilha das Couves é parte do último arquipélago do litoral paulista antes de chegar ao Rio de Janeiro. Localizada no Litoral Norte de São Paulo, no Município de Ubatuba, a aproximadamente 2.300 metros da costa, no entorno das coordenadas 23°25'S e 44°51'W, a ilha abrange uma área de 58 hectares (Figura 6.1).

A ilha tem um formato alongado no sentido norte-sul e é caracterizada pela presença de costões rochosos ao longo da costa, onde prevalece uma vegetação de pequeno porte. Sua ocupação histórica está relacionada à Ilha Comprida. Inicialmente habitada por caiçaras que praticavam a pesca e a agricultura, houve o desmatamento de parte da vegetação nativa em diferentes áreas (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b).

Os direitos de ocupação da ilha foram adquiridos como propriedade privada, e uma estrada foi construída ao redor dela, o que intensificou as alterações feitas pelo ser humano na região, resultando em um aumento na área desmatada e no acúmulo de resíduos em toda a extensão da ilha (ESTADO DE SÃO PAULO, *op. cit.*).

A Ilha das Couves possui duas praias de fácil acesso, o que a torna atrativa para o desenvolvimento de atividades turísticas, mas também a torna mais suscetível aos impactos da ocupação humana. Para mitigar esses impactos, a Fundação Florestal do Estado de São Paulo estabeleceu um limite diário de turistas na região, conforme a Portaria Normativa FF nº 387 de 09/08/2023.



Figura 6.1 Imagens ilustrativas da Ilha das Couves, durante a realização das atividades da AER.

6.1.1. Trabalhos de Campo

As campanhas de mergulho e de coleta de sedimentos para execução do Projeto de Avaliação Ecológica Rápida da AME Ilha das Couves foram realizadas durante os dias 27 a 29 de outubro de 2022, a bordo das embarcações Pantanalica e Peixe Lua (Figura 6.2), ambas do tipo voadeira com estrutura de fibra de vidro/alumínio e motor de popa, conduzidas por profissionais locais e habilitados.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

WV

Responsável

Revisão 03

07/2024



Figura 6.2 Atividades na Ilha das Couves.

As atividades realizadas na AME Ilha das Couves e suas respectivas datas de execução são apresentadas na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 Atividades realizadas na AME Ilha das Couves e suas respectivas datas de execução.

Atividade	Data
Coleta de sedimento	27 de outubro de 2022
Levantamento da ictiofauna e do bentos e categorização do substrato	27 e 28 de outubro de 2022
Levantamento da avifauna	29 de outubro de 2022

Os sedimentos foram coletados em uma profundidade de 22 m no ponto 1 e 10 m nos pontos 2, 3 e 4.

O céu permaneceu claro, com tempo bom e o mar foi classificado como mar crespo (Beaufort 2-3), mas sem a agitação interferir na segurança ou qualidade dos levantamentos.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

6.1.2. Análise dos Sedimentos

O presente item apresenta os resultados das análises realizadas nas amostras de sedimento da Ilha das Couves. Os estudos realizados contemplaram a realização de análises granulométricas, Carbonatos, pH, Matéria Orgânica Total, Fósforo Orgânico e Total, Nitrogênio Kjeldahl Total, Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA), Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH), Metais e Ecotoxicologia.

6.1.2.1. Granulometria

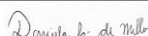
Os resultados das análises granulométricas apresentam os valores para cada fração individualizada (Tabela 6.2) e agrupadas em Lama e Areia (Tabela 6.3 e Figura 6.3), para melhor avaliação das características sedimentológicas das amostras.

Tabela 6.2 Resumo detalhado de cada fração das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha das Couves.

Frações Granulométricas	Resultado (%)			
	P1	P2	P3	P4
Argila	7,6	6,0	5,2	6,2
Silte	4,0	4,1	1,8	2,9
Areia muito fina	2,5	3,3	1,8	1,0
Areia fina	11,8	15,4	15,9	8,0
Areia média	19,8	24,1	32,3	39,4
Areia grossa	26,4	21,7	25,9	34,6
Areia muito grossa	27,9	25,4	17,1	7,9

Tabela 6.3 Resultado agrupado das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha das Couves.

Frações Agrupadas	Resultado (%)			
	P1	P2	P3	P4
Lama (Argila + Silte)	11,6	10,1	7,0	9,1
Areia Total (Σ das frações de areia)	88,4	89,9	93,0	90,9



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

As amostras apresentaram o somatório das frações arenosas entre 88,4% e 93%, muito similares entre si e podendo ser classificadas como sedimentos arenosos, conforme o diagrama de Shepard (1954). Os pontos 1 e 2 apresentaram uma porcentagem maior de areia muito grossa, enquanto os pontos 3 e 4 apresentaram predominância de areia média. Ainda assim quando agrupadas as frações granulométricas em areia e lama, os pontos 1 e 2 apresentam uma porcentagem ligeiramente maior de silte-argila quando comparados aos demais pontos. A grande predominância de areia é observada em todos os pontos, podendo ser pontuada uma variação ligeiramente maior de granulometria nos dois primeiros pontos.

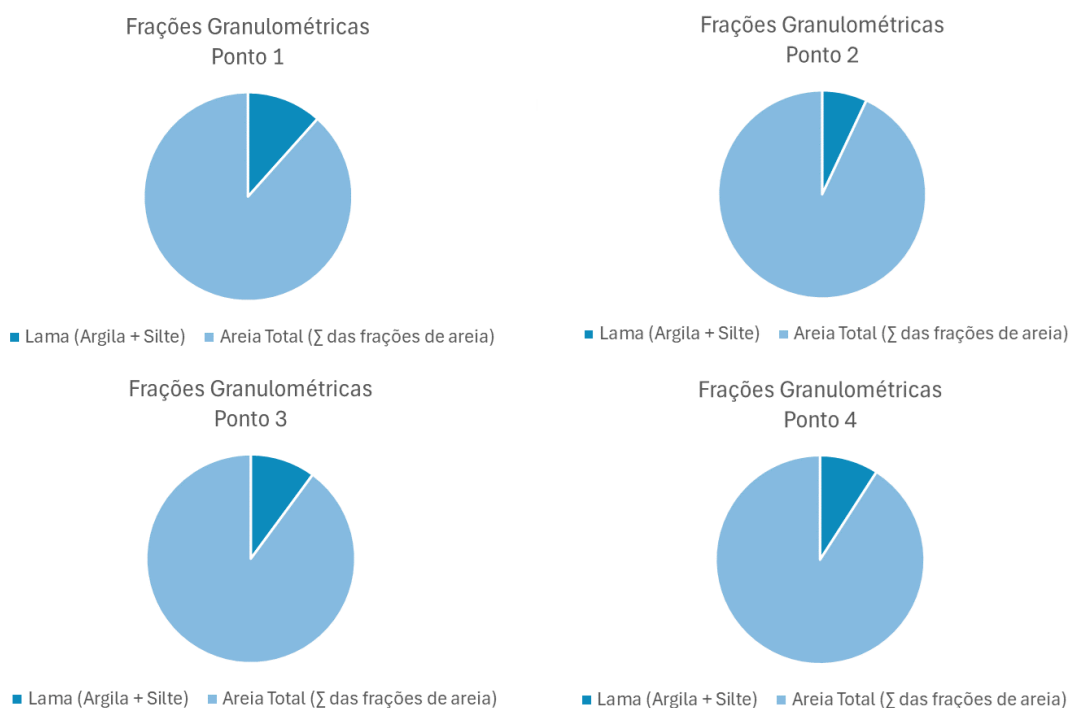


Figura 6.3 Gráficos da razão lama/areia das amostras de sedimento da Ilha das Couves.

A comparação entre as diferentes frações sedimentares nas amostras, permite constatar a predominância evidente de sedimentos arenosos, cujas porcentagens permeiam os 90%, em relação as porcentagens de sedimentos lamosos, que ficam em cerca de 10% (Figura 6.3). Também é possível observar que a variação entre a razão lama/areia permanece relativamente constante entre os pontos, apresentando pouca variação.

6.1.2.2. Análises Físico-Química

As tabelas que seguem (Tabelas 6.4 a 6.7) apresentam as concentrações dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), dos Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH), dos metais e dos demais compostos analisados nas amostras de sedimento, bem como diferentes valores de referência encontrados em bibliografia.

Como observado nas Tabelas 6.4 e 6.5, os compostos analisados não foram quantificados em nenhuma das amostras de sedimentos, ficando em todos os casos abaixo dos limites de quantificação (LQ) do método, que pode ser variável de acordo com a massa utilizada na análise. Vale observar que os LQ's de todos os compostos são inferiores aos seus respectivos valores de referência.

Os resultados das análises dos HPA e TPH, não indicam comprometimento da qualidade dos sedimentos da região por esses compostos. Esses resultados podem ser consequência tanto da ausência de fontes poluidoras, como da granulometria da região, entre outros fatores (MEYERS, 2003).

As análises de metais (Tabela 6.6) não apresentaram desenquadramento em relação aos valores de referência para nenhum dos compostos analisados, cujos resultados ficaram abaixo dos limites de detecção (LD), ou, quando detectados, muito aquém desses limites, não indicando contaminação em nenhum ponto avaliado.

Os parâmetros físico-químicos das amostras (Tabela 6.7) encontram-se dentro do esperado de acordo com os valores de referência apresentados. O pH por ser uma característica de sistemas aquosos está medido em relação à água intersticial do sedimento, não apresenta valores de referência específicos, assim como o carbonato.

Observa-se que todos os parâmetros apresentaram pouca variação, com o ponto 1 apresentando maior pH, maior quantidade de matéria orgânica e de fósforo total. O ponto 4 apresenta a maior umidade, maior quantidade de NKT e menor concentração de fósforo. O sedimento apresentou baixas quantidades de carbonato, próximas ao limite de quantificação em sua maioria, com exceção do ponto 3 que apresentou uma pequena variação.

Tabela 6.4 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) das amostras de sedimento da Ilha das Couves, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Resultados (µg/kg)				Valores de Referência (µg/kg)						
	P1	P2	P3	P4	Nível 1	Nível 2	TEL / ISQG	PEL	ERL	ERM	AET
Acenaftileno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	44	640	5,87	127,87	44	640	71
Acenafteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	16	500	6,71	88,9	16	500	130
Antraceno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	85,3	1100	46,85	245	85,3	1100	280
Benzo(a)antraceno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	280	690	74,83	692,53	261	1600	960
Benzo(a)pireno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	230	760	88,81	763,22	430	1600	1100
Benzo(b)fluoranteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	1800
Benzo(g,h,i)perileno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	670
Benzo(k)fluoranteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	1800
Criseno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	300	850	107,77	845,98	384	2800	950
Dibenzo(a,h)antraceno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	43	140	6,22	135	261	1600	230
Fenantreno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	240	1500	86,68	543,53	240	1500	660
Fluoranteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	600	5100	112,82	1493,54	600	5100	130
Fluoreno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	19	540	21,17	144,35	19	540	120
Indeno(1,2,3-cd)pireno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	600
Naftaleno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	160	2100	34,57	390,64	160	2100	230
Criseno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	300	850	107,77	845,98	384	2800	950
Pireno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	665	2600	152,66	1397,6	665	2600	2400

ISQG - Interim Sediment Quality Guidelines; PEL - Probable Effect Level; TEL - Threshold Effect Level; ERL - Effects Range Low; ERM - Effects Range Median; AET - Apparent Effects Threshold.

Tabela 6.5 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) das amostras de sedimento da Ilha das Couves, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Resultados (mg/kg)				Parâmetro	Resultados (mg/kg)			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
C8	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C27	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C9	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C28	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C10	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C29	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C11	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C30	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C12	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C31	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C13	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C32	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C14	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C33	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C15	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C34	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C16	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C35	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C17	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C36	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C18	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C37	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C19	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C38	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C20	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C39	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C21	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C40	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C22	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	Pristano	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C23	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	Fitano	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C24	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	TPH Resolvido	<27	<24	<28	<28
C25	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	MCNR	<27	<24	<28	<28
C26	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	TPH Total	<27	<24	<28	<28

Tabela 6.6 Resultados das análises de metais das amostras de sedimento da Ilha das Couves, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Resultados (mg/kg)				Valores de Referência (mg/kg)						
	P1	P2	P3	P4	Nível 1	Nível 2	TEL / ISQG	ERL	PEL	ERM	EAT
Ferro (Fe)	757	3247	3468	3033	-	-	-	-	-	-	18000
Alumínio (Al)	494	1192	1167	1247	-	-	-	-	-	-	220000
Arsênio (As)	<1,5	4,70	4,70	4,20	10	70	7,24	8,2	41,6	70	35
Bário (Ba)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	-	-	-	-	48
Cobre (Cu)	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	34	270	18,7	34	108,2	270	390
Cromo (Cr)	<1,5	4,2	3,4	2,5	81	370	52,3	81	160,4	370	62
Cádmio (Cd)	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	1,2	7,2	0,676	1,2	4,2	9,6	3
Estanho (Sn)	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	0,1	1	-	-	-	-	>3,4
Selênio (Se)	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	-	-	-	-	1
Zinco (Zn)	<2,5	4,0	3,1	4,6	150	410	124	150	271	410	410
Níquel (Ni)	<0,50	0,79	0,52	0,95	20,9	52	15,9	20,9	43	51,6	110
Vanádio (V)	1,1	7,1	7,2	4,8	-	-	-	-	-	-	57
Mercúrio (Hg)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,3	1	0,13	0,15	0,696	0,71	410
Manganês (Mn)	62	45	50	182	-	-	-	-	-	-	260

ISQG - Interim Sediment Quality Guidelines; PEL - Probable Effect Level; TEL - Threshold Effect Level; ERL - Effects Range Low; ERM - Effects Range Median; AET - Apparent Effects Threshold.

Tabela 6.7 Resultados das análises físico-químicas das amostras de sedimento da Ilha das Couves, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Pontos Amostrais				Valor de Referência Previsto na Res. Nº 454/12	Valor de Referência Previsto pela CETESB, 2022	Unidades
	P1	P2	P3	P4			
Matéria Orgânica	0,92	<0,43	0,89	0,53	10	1,3	%
Fósforo Total	317,9	208,0	282,5	115,0	2000	1000	mg/kg
NKT - Nitrogênio Kjeldahl Total	447,6	259,7	365,6	523,0	4800	500	mg/kg
pH	8,7	8,5	8,3	8,5	-	-	-
Carbonatos	<36,0	<36,0	40,3	<36,0	-	-	mg/kg
Umidade	25	21,4	27,8	28,7	-	-	%

6.1.2.3. Ecotoxicologia

São apresentadas em seguida algumas informações básicas e os resultados da avaliação ecotoxicológica das amostras coletadas na Ilha das Couves.

Informações gerais do Laudo Analítico das amostras da Ilha das Couves:

- **Data da Amostragem:** 27/10/2022;
- **Preservação:** Resfriada abaixo de 10 °C;
- **Data de Entrega no Laboratório:** 31/10/2022;
- **Início do Ensaio:** 25/11/2022 (amostras 2 e 4) e 02/12/2022 (amostras 1 e 3);
- **Final do Ensaio:** 05/12/2022 (amostras 2 e 4) e 12/12/2022 (amostras 1 e 3);
- **Substância de Referência:** Sulfato de Zinco, com $CL_{50} = 0,56$ mg/L;
- **Validação pela Carta-Control:** Sim (dentro dos limites de 0,34 a 0,94 mg/L);
- **Dados Físico-Químicos Monitorados:** OD, Temperatura, pH, Salinidade e NH_3 ;
- **Análise Estatística Empregada:** Teste-t de Hipótese por bioequivalência específico p/ *L. plumulosus* (com $r = 0,80$).

Os laudos analíticos com os resultados dos ensaios ecotoxicológicos se encontram reproduzidos integralmente no Anexo B, nos quais podem ser observados valores individuais de cada réplica, além do procedimento detalhado do ensaio e dados complementares à essa síntese aqui trazida.

Os ensaios ecotoxicológicos conduzidos com as amostras coletadas na Ilha das Couves podem ser considerados válidos, conforme análise das condições de validação do ensaio, visto que a sobrevivência no controle ficou acima de $\geq 85\%$, faixa de sensibilidade do lote de organismos utilizados nesse ensaio ficou dentro dos limites da carta-control da substância de referência, assim como os parâmetros físico-químicos também permaneceram dentro da faixa do ensaio para a espécie utilizada.

Com base na análise estatística aplicada, conforme o procedimento previsto (ABNT, 2021), o qual não verificou diferença significativa entre a sobrevivência dos anfípodo nas amostras da Ilha das Couves e na amostra controle de laboratório, tem-se como resultado que todas as 4 amostras analisadas foram classificadas como Não Tóxicas.

Os resultados dos valores médios das 4 réplicas de mortalidade dos organismos podem ser observados na Tabela 6.8, enquanto os parâmetros físico-químicos estão nas Tabelas 6.9 e 6.10.

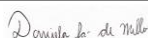
Conforme verificado nas tabelas abaixo, os ensaios foram realizados em dois momentos diferentes. Os ensaios com as amostras 1 e 3 foram realizados entre 2 e 12 de dezembro de 2022, enquanto os ensaios das amostras 2 e 4 foram realizados entre 25 de novembro e 5 de dezembro de 2022. Assim, tem-se diferentes dados físico-químicos e de letalidade para os controles laboratoriais, fato que em nada altera a análise comparativa entre os resultados das 4 amostras.

*Tabela 6.8 Resultados do ensaio com *Leptocheirus plumulosus* expostos aos sedimentos coletados na Ilha das Couves (letalidade média entre as 4 réplicas).*

Ponto Amostral	Letalidade Total (%)	Resultado
P1	11	Não Tóxico
P2	15	Não Tóxico
P3	16	Não Tóxico
P4	9	Não Tóxico
Controle Laboratorial	1* / 3**	-

* Resultado do controle das amostras 1 e 3.

** Resultado do controle das amostras 2 e 4.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.9 Valores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade medidos na água de interface com o sedimento da Ilha das Couves durante o ensaio.

Ponto Amostral	Outros Parâmetros Físico-químicos - Campanha 1							
	Inicial				Final			
	Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	Salinidade	Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	Salinidade
P1	24,5	8,01	6,81	23	***	8,14	6,45	25
P2	25	8,17	7,00	24	***	8,16	6,15	27
P3	24,5	7,91	6,65	23	***	8,14	6,35	24
P4	25	8,17	7,11	24	***	8,18	6,17	27
Controle Laboratorial	24,5* / 25**	7,98* / 8,10**	7,34* / 7,11**	22* / 24**	***	8,10* / 8,12**	6,34* / 6,12**	24* / 26**

* Resultado do controle das amostras 1 e 3.

** Resultado do controle das amostras 2 e 4.

*** As temperaturas mínimas e máximas foram registradas diariamente durante o ensaio. Seus valores podem ser observados nos laudos de ensaio apresentados no Anexo B.

A norma recomenda que a temperatura dos ensaios seja mantida em $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, todavia, a temperatura durante os ensaios apresentou um pequeno desvio com relação a essa faixa recomendada. Conforme verificado, esse desvio não gerou estresse o suficiente a ponto de promover alteração do resultado do ensaio, uma vez que os critérios de validação do controle e da substância de referência foram atingidos.

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.10 Concentrações de nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada medidos na água de interface com o-sedimento da Ilha das Couves durante o ensaio.

Ponto Amostral	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Amônia não ionizada (mg/L de NH ₃)
	Inicial	Inicial
P1	0,38	0,000
P2	1,60	0,112
P3	1,80	0,069
P4	< 0,01	< 0,001
Controle Laboratorial	0,01* / 0,01**	0,000* / 0,001**

* Resultado do controle das amostras 1 e 3.

** Resultado do controle das amostras 2 e 4.

L. plumulosus pode apresentar sensibilidade à amônia não ionizada, a fração tóxica do equilíbrio de partição do nitrogênio amoniacal total, quando esta se encontra em concentrações acima de 0,8 mg NH₃/L, onde por si só, a NH₃ já poderia causar efeitos deletérios, independentemente dos demais compostos presentes (USEPA, 2001). Percebe-se que tal composto não atingiu tais níveis.

A ausência de efeitos ecotoxicológicos nas 4 amostras avaliadas reflete e corrobora a qualidade química dos sedimentos, também avaliada no presente estudo.

6.1.3. Ictiofauna

Os levantamentos de ictiofauna levaram em conta a lista de espécies apresentadas em conformidade com o Reef Check Brasil (FERREIRA e MAIDA, 2006; MMA, 2018), contudo, para a obtenção de resultados mais representativos para a região sudeste, foram inseridas diversas espécies na lista, cuja presença apresenta grande influência na composição da ictiofauna local, visto que a lista original faz referência, em especial, às espécies encontradas da região nordeste. Nomes populares também apresentam grande variação regional, sendo reportado nesse estudo, ocasionalmente, diferentes nomes



Coordenador da Equipe



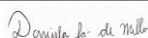
Responsável

Revisão 03

07/2024

para a mesma espécie, somente a título de referência, já que se buscou a identificação em nível de espécie para os indivíduos registrados.

Este item apresenta os resultados dos levantamentos de ictiofauna realizados na Ilha das Couves. As tabelas que seguem (Tabelas 6.11 a 6.14), mostram as listas de espécies, com as respectivas famílias e nomes populares, identificadas nos 4 pontos distribuídos ao redor da ilha. É apresentada a quantidade de indivíduos observados ao longo dos transectos A, B, C e D no raso e no fundo.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.11 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 1 da Ilha das Couves.

Ponto 1												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i>	Barbeiro oceânico				3			5		8	1,6%
	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirurgião, Barbeiro				10			10	13	33	6,5%
Balistidae	<i>Balistes capriscus</i>	Zagarra			1						1	0,2%
Carangidae	<i>Carangoides crysos</i>	Xerelete, Xeréu-pequeno, Carapau					90				90	17,7%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta		9	2	2		1		3	17	3,3%
Gobiidae	<i>Coryphopterus sp</i>	Amoré	3	4	1				1		9	1,8%
	<i>Elacatinus figaro</i>	Góbio-néon			2						2	0,4%
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema			3	3			1		7	1,4%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	35		1	5	15	5	2	5	68	13,4%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçá			11					2	13	2,6%
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i>	patruça, salema-do-brasil								11	11	2,2%
Labridae	<i>Halichoeres brasiliensis</i>	Bodião-verde		2						1	3	0,6%
	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	2	1		2	2			1	8	1,6%
Muraenidae	<i>Gymnothorax funebris</i>	Moreia verde								1	1	0,2%
Pempheridae	<i>Pempheris schomburgkii</i>	Sardinha-do-mar-brabo, Sardinha-ouro e Piaba-do-mar				150					150	29,5%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade		3					1		4	0,8%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	3	5	10		6				24	4,7%
	<i>Stegastes pictus</i>	Castanheira de pontas amarelas						1			1	0,2%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	5	23	5	14			3	5	55	10,8%
Scaridae	<i>Sparisoma axillare</i>	Peixe-Papagaio-Cinza								1	1	0,2%
Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão				1				1	2	0,4%
Sparidae	<i>Diplodus argenteus</i>	Peixe Marimbá				1					1	0,2%

Tabela 6.12 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 2 da Ilha das Couves.

Ponto 2												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Acanthuridae	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirurgião, Barbeiro				2					2	0,2%
Bothidae	<i>Bothus ocellatus</i>	Linguado		3							3	0,4%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta		2		2		1		1	6	0,7%
Gobiidae	<i>Coryphopterus sp</i>	Amoré	13	5	24		21	8	13	6	90	11,2%
	<i>Elacatinus figaro</i>	Góbio-néon					1				1	0,1%
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema			1	1					2	0,2%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	212	70	40	60	65	50	20		517	64,1%
	<i>Haemulon parra</i>	Biquara				1					1	0,1%
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i>	patruça, salema-do-brasil				1					1	0,1%
Labridae	<i>Halichoeres brasiliensis</i>	Bodião-verde							1		1	0,1%
	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	3	6		1	1	1	1	1	14	1,7%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade	1	1	2	3			1	6	14	1,7%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	30	18	17	15	8	2	5		95	11,8%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	10	7	10	5	12		5	2	51	6,3%
	<i>Stegastes pictus</i>	Castanheta de pontas amarelas								1	1	0,1%
	<i>Stegastes variabilis</i>	Donzela-cacau								2	2	0,2%
Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão	1						1		2	0,2%
	<i>Serranus flaviventris</i>	Mariquita								2	2	0,2%
Synodontidae	<i>Synodus intermedius</i>	Mergulhador de areia comum							1		1	0,1%

Tabela 6.13 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 3 da Ilha das Couves.

Ponto 3												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i>	Barbeiro oceânico			1	10					11	11,3%
	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirurgião, Barbeiro							1		1	1,0%
Balistidae	<i>Balistes caprisus</i>	Zagarra		1				1		2	4	4,1%
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca	1								1	1,0%
Carangidae	<i>Carangoides crysos</i>	Xerelete, Xerêu-pequeno, Carapau	20								20	20,6%
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema	5			1			1		7	7,2%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca		5							5	5,2%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçã	6	5	12			1			24	24,7%
Labridae	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei				1			2		3	3,1%
Labrisomidae	<i>Labrismud nuchipinnis</i>	Peixe-macaco		2							2	2,1%
Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	saramunete ou beija-moça						1			1	1,0%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade							3		3	3,1%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	5		3						8	8,2%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê						2	4		6	6,2%
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Baiacu							1		1	1,0%

Tabela 6.14 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 4 da Ilha das Couves.

Ponto 4												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta				2				4	6	1,6%
Gobiidae	<i>Coryphopterus sp</i>	Amoré	1			3	1		7		12	3,2%
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema					1				1	0,3%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	3	30	5	43	1	40	4	50	176	47,4%
	<i>Haemulon parra</i>	Biquara								1	1	0,3%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçã	1				5	1			7	1,9%
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i>	patruça, salema-do-brasil			1						1	0,3%
Labridae	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	1		1		1	1		2	6	1,6%
Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	saramunete ou beija-moça						1		1	2	0,5%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade		1	9	2	3	6	1		22	5,9%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	11	6	14	4	12	11	16	8	82	22,1%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	15	15	7	2	3	1	6		49	13,2%
Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i>	corvina de recife ou corvina marrom de olhos grandes		2							2	0,5%
Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão		1				1	1		3	0,8%
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Baiacu					1				1	0,3%

No levantamento da ictiofauna realizado no ponto 1 (Tabela 6.11) foram encontrados 509 indivíduos, classificados em 16 famílias diferentes. Dentre as espécies encontradas destacam-se o Xeréu-pequeno (*Carangoides crysos*) da família Carangidae para o fundo e a Sardinha-ouro (*Pempheris schomburgkii*) da família Pempheridae para o raso, com 90 e 150 representantes, respectivamente, sendo essa última espécie perfazendo 29% do total de indivíduos observados no ponto 1.

Para o ponto 2 (Tabela 6.12), foram registrados 806 indivíduos, classificados em 11 famílias diferentes. Dentre as espécies encontradas a Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae, apresenta predominância tanto no raso quanto no fundo e representa mais da metade dos indivíduos encontrados, totalizando 517 indivíduos. Além dessa espécie, outras espécies apresentam representatividade significativa, como *Coryphopterus sp.* da família Gobiidae e o Sargentinho (*Abudefduf saxatilis*) da família Pomacentridae, com 90 e 95 indivíduos identificados, respectivamente.

O ponto 3 (Tabela 6.13) foi o local com o menor número de registros da ictiofauna, totalizando 97 indivíduos identificados, distribuídos entre 12 famílias. Dos indivíduos encontrados, o Xeréu-pequeno (*Carangoides crysos*) da família Carangidae e o Jaguaré (*Holocentrus adscensionis*) da família Holocentridae foram dominantes, com 20 e 24 representantes (21% e 25%), respectivamente. O Jaguaré foi a espécie de maior predominância no raso, apresentando 23 indivíduos, enquanto no fundo a espécie que apresentou mais indivíduos foi a Donzela (*Stagastes fuscus*) da família Pomacentridae, apresentando 6 indivíduos.

Já no ponto 4 (Tabela 6.14) foram encontrados 371 indivíduos, distribuídos em 12 famílias. Dentre as espécies identificadas, a Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae e o Sargentinho (*Abudefduf saxatilis*) da família Pomacentridae se destacam, com 176 e 82 indivíduos identificados, respectivamente. A Cocoroca foi a espécie predominante em ambas as profundidades avaliadas, apresentando 81 indivíduos no raso e 95 no fundo, totalizando 47% da abundância registrada.

A Figura 6.4 apresenta um registro da distribuição das famílias encontradas em todos os pontos da Ilha das Couves. Nesse gráfico observa-se que 73,42% dos indivíduos encontrados restringem-se a 3 famílias principais, Haemulidae, Pomacentridae e Pempheridae. A família Haemulidae representa 44,03% do total de indivíduos encontrados, enquanto as famílias Pomacentridae e Pempheridae representam 20,98% e 8,41%, respectivamente.

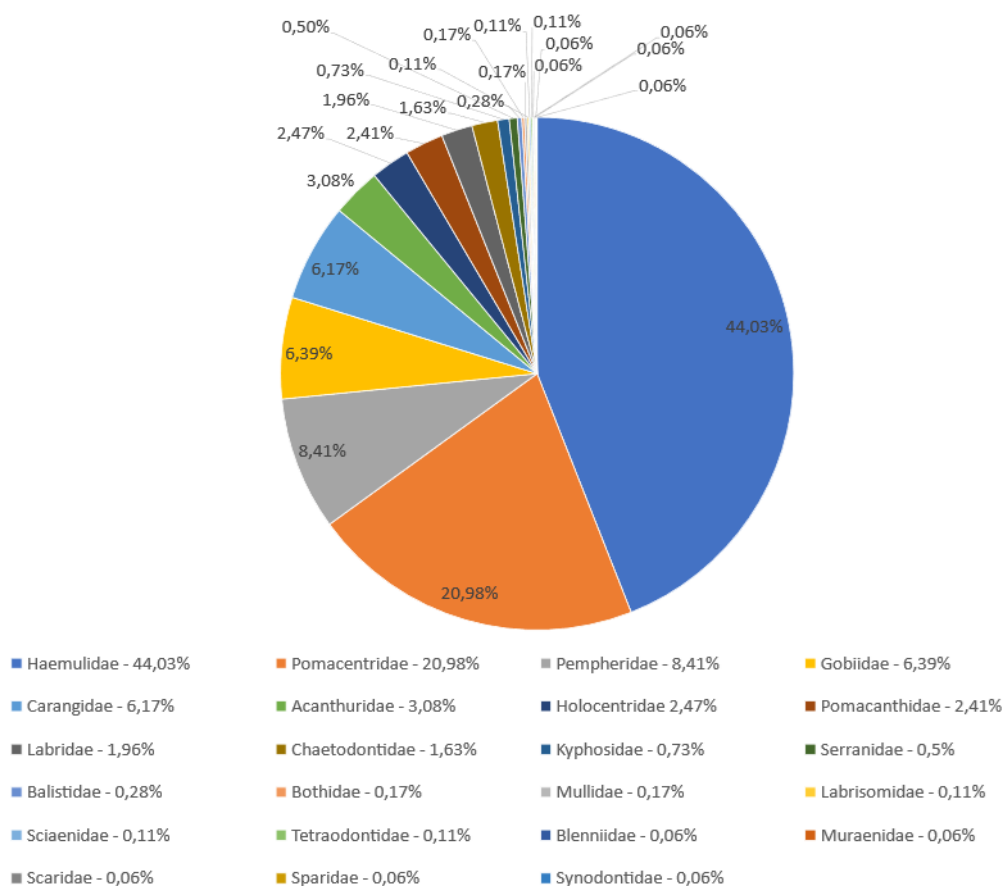


Figura 6.4 Gráfico de distribuição das famílias da ictiofauna encontradas na Ilha das Couves.

6.1.3.1. Classe de Tamanho

A Figura 6.5 e a Tabela 6.15 apresentam a distribuição de tamanho da ictiofauna encontrada em todos os 4 pontos de amostragem localizados na Ilha das Couves. Os indivíduos foram separados em 6 classes de tamanho: < 5 cm, 5 – 10 cm, 10 – 20 cm, 20 – 30 cm, 30 – 40 cm e > 40 cm.

Observa-se que em nenhum ponto foram observados indivíduos menores que 2 cm. No ponto 1 há a predominância de organismos de 2 a 10 cm, além de ser o único ponto que apresenta organismos maiores que 30 cm, sendo os organismos de 30 a 40 cm a segunda maior frequência de avistamento. O ponto 2 apresenta a maior quantidade de indivíduos avistados, sendo que metade desses se encontraram na faixa de 2 a 10 cm. O ponto 3 apresentou a menor quantidade de avistamentos, com predominância de organismos de 20 a 30 cm, que representaram 65% dos indivíduos encontrados. O ponto 4 apresentou uma distribuição equivalente entre peixes de 2 a 10 cm e 10 a 20 cm, que juntos representam 88% dos peixes observados neste ponto.

Entre os peixes de 2 a 10 cm, de 10 a 20 cm e de 20 a 30 cm a espécie predominante foi a *Haemulon aurolineatum*, enquanto para o tamanho 30 a 40 cm *Carangoides crysos*. Foi encontrado apenas 1 indivíduo acima de 40 cm, que foi identificado como sendo da espécie *Mycteroperca acutirostris*.

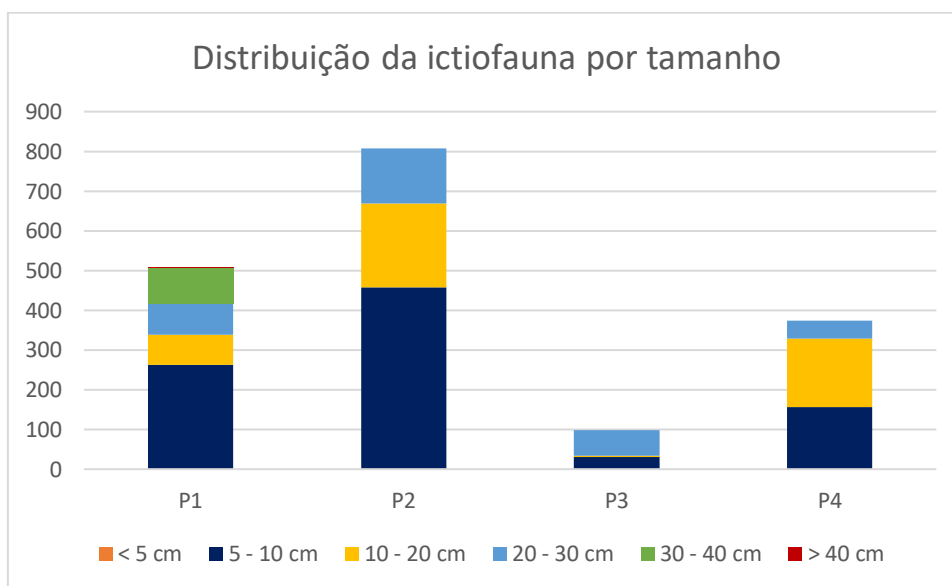


Figura 6.5 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha das Couves.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.15 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha das Couves.

Ilha das Couves							
Profundidade	Ponto	Total de indivíduos	5 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 30 cm	30 - 40 cm	> 40 cm
Raso	P1	322	241	45	36	0	0
	P2	569	364	114	91	0	0
	P3	78	21	1	56	0	0
	P4	181	83	77	21	0	0
Fundo	P1	187	22	30	42	91	2
	P2	239	93	97	49	0	0
	P3	20	9	3	8	0	0
	P4	193	73	96	24	0	0

6.1.3.2. Categoria Trófica

A Figura 6.6 e a Tabela 6.16 apresentam a classificação dos peixes registrados quanto sua categoria trófica. As espécies de peixes são classificadas em diferentes grupos tróficos, de acordo com sua dieta principal: MCAR = Carnívoros: que se alimentam de outros peixes e de grandes invertebrados como lagostas e caranguejos; MINV = Invertívoros móveis: se alimentam de pequenos invertebrados móveis e de alto valor calórico, como moluscos, pequenos crustáceos e poliquetas; SINV = Invertívoros sésseis: se alimentam de animais sésseis, geralmente de baixo valor calórico, como ascídias, corais, hidrozoários, zoantídeos e esponjas; OMIN = Omnívoros: se alimentam de uma variedade de organismos animais e vegetais; PLAN = Planctívoros: alimentam-se de macro e micro-zooplâncton; HEV = Herbívoros vagueadores: peixes não-territoriais que se alimentam de algas em tufo, macroalgas e detritos; HET = Herbívoros territoriais: com uma dieta composta principalmente de algas em tufo, defendidas vigorosamente em um território (MAArE, 2017).

Os peixes que se alimentam de pequenos invertebrados com alto valor nutricional como moluscos e crustáceos foram maioria entre os registrados, com 55% do total, seguidos dos omnívoros, cuja alimentação engloba animais e vegetais, com 12% das ocorrências (Figura 6.6).

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

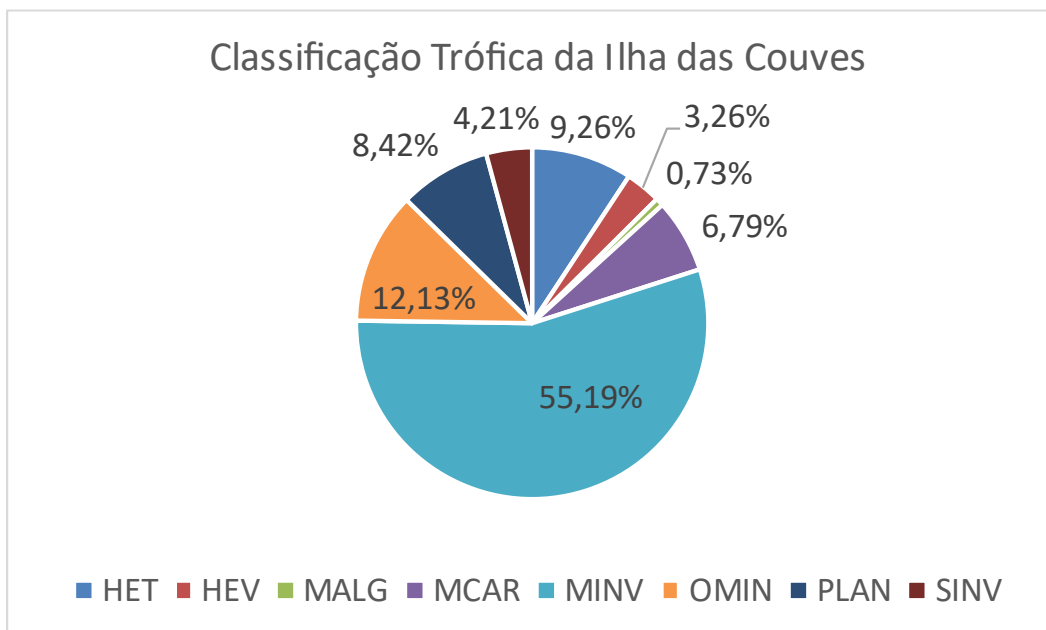


Figura 6.6 Classificação trófica da ictiofauna da Ilha das Couves.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.16 Classificação dos peixes registrados na Ilha das Couves quanto sua categoria trófica. MCAR = Carnívoros; MINV = Invertívoros móveis; SINV = Invertívoros sésseis; OMIN = Omnívoros; PLAN = Planctívoros; HEV = Herbívoros vagueadores ou errantes; HET = Herbívoros territoriais.

Ilha das Couves																																		
Espécie	Nome Popular	Classificação Trófica	Ponto 1								Ponto 2								Ponto 3								Ponto 4							
			A		B		C		D		A		B		C		D		A		B		C		D									
			Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso								
<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	OMIN	6	3	0	5		10			8	30	2	18	5	17		15		5				3		12	11							
<i>Acanthurus bahianus</i>	Cirurgião, Barbeiro, Acarauna cinza	HEV					5		3													1		10										
<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirurgião, Barbeiro	HEV					10		13	10								2				1												
<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo de beijo	MINV																																
<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema	MINV					1	3		3					1		1	0	5			1			1	1								
<i>Balistes capricus</i>	Peixe-porco	OMIN					1													1	1			2										
<i>Bothus ocellatus</i>	Linguado	SINV											3																					
<i>Carangoides crysos</i>	Xarelete, Carapau	MCAR	90															20																
<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta	SINV			1	9		2	3	2			1	2			1	2								1								
<i>Coryphopterus</i> sp	Amoré, Amoré de vidro	MINV		3		4	1	1			21	13	8	5	13	24	6								1	1								
<i>Diplodus argenteus</i>	Marimbá	OMIN							1																	7								
<i>Elacatinus figaro</i>	Neon, Neon góbi	MINV						2			1																							
<i>Gymnothorax funebris</i>	Moreia verde	MCAR							1																									
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca, Corcoroca	MINV	15	35	5		2	1	5	5	65	212	50	70	20	40		60			5				1	3								
<i>Haemulon parra</i>	Biquara	MINV															1									50								
<i>Halichoeres brasiliensis</i>	Budião-verde	MINV				2			1						1											1								
<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	MINV	2	2		1			1	2	1	3	1	6	1		1	1			2		1	1	1	1								
<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareça	MINV					11		2										6	1	5		12		5	1								
<i>Kyphosus sectatrix</i>	Pirajica	MALG						11									1									1								
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>	Maria da toca	MINV																		2														
<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-mira	MCAR							1	1		1			1										1	1								
<i>Odontoscion dentex</i>	Pescada de Pedra	MCAR																							2									
<i>Parablennius</i> sp	Maria da toca	OMIN																1																
<i>Pareques acuminatus</i>	Maria Nagô (adulto), Anteninha	MINV																		1														
<i>Pempheris schomburgki</i>	Barrigudinha, papudinha	PLAN							150												1													
<i>Pomacanthus paru</i>	Frade ou Paru	SINV			3		1				1			1	2	6	3					3			3	6								
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	Trilha, Salmonete	MINV											1							1					1	1								
<i>Serranus flaviiventris</i>	Miriquita Pirucaia	MINV														2																		
<i>Sparisoma axillare</i>	Budião Batata	HEV							1																									
<i>Sparisoma frondosum</i>	Budião Batata	HEV									2																							
<i>Sphaeroides spengleri</i>	Baiacu-mimim	MINV																				1			1									
<i>Stegastes fuscus</i>	Donzela, Donzelinha	HET		5		23	3	5	5	14	12	10		7	5	10	2	5			2		4		3	15								
<i>Stegastes pictus</i>	Donzela, Donzelinha	HET			1												1																	
<i>Stegastes variabilis</i>	Donzela, Donzelinha	HET														2																		
<i>Synodus intermedius</i>	Peixe lagarto	MCAR													1																			

6.1.4. Bentos de Substrato Consolidado

A Tabela 6.17 apresenta os registros obtidos no levantamento de invertebrados realizado nos transectos da Ilha das Couves. Já os dados obtidos pela busca ativa, os quadrados de 4 m², específico para crustáceos, são apresentados na Tabela 6.18.

Tabela 6.17 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha das Couves durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, utilizando a técnica de amostragem em transectos com censo visual.

Táxons	Morfortipos	Ilha das Couves												
		Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3			Ponto 4			Total Ilha da Couves
		Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	
Crustacea		19	2	21	7	6	13				7	8	15	49
	Brachyura spp.	1	1	2							1	1	2	4
	Paguroidea spp.					1	1							1
	Stenorhynchus seticornis	18	1	19	7	5	12				6	7	13	44
Echinodermata		41	45	86	26	28	54	52	146	198	20	18	38	376
	Astriclypeus mannii	1		1	14	2	16				2		2	19
	Crinoidea spp.	1	1	2							1		1	3
	Echinaster brasiliensis	13	3	16	6	5	11	9	16	25	6	3	9	61
	Echinometra lucunter	17	23	40	6	21	27	39	130	169	8	7	15	251
	Eucidaris tribuloides	4	7	11							3	3	6	17
	Holothuria atra											2	2	2
	Lytechinus variegatus	2	6	8								2	2	10
	Ophiuroidea sp.	3		3										3
	Stichopus hermanni		2	2				4		4				6
	Tripneus sp.		3	3								1	1	4
Porifera		27	10	37	9	10	19					7	7	63
	Porifera spp.	27	10	37	9	10	19					7	7	63
	Total Transectos	174	114	288	84	88	172	104	292	396	54	66	120	976

Tabela 6.18 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha das Couves durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, pela técnica da busca ativa por crustáceos em tocas ou fendas, em áreas de 4 m².

Metodologia Coleta	Táxons	Morfortipos	Ilha das Couves		
			Raso	Fundo	Total
B A u t s i c v a a	Crustacea		150	222	372
		Brachyura spp.	11	4	15
		Clibanarius sp	67	162	229
		Stenorhynchus seticornis	72	56	128
		Total Busca Ativa	150	222	372

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe

M. S. S.

Responsável

Revisão 03

07/2024

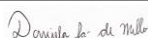
Ouriços da espécie *Echinometra lucunter*, foram os organismos bentônicos com maior abundância, seguidos de espécies de poríferas (Porifera spp.) e pela *Echinaster brasiliensis* (estrela-do-mar-comum). Foram registrados 14 morfotipos distintos nos transectos, totalizando 488 indivíduos divididos em 3 grandes táxons, sendo a maioria do filo Echinodermata, seguidos por crustáceos e poríferas.

Quando observados cada ponto de maneira independente foi possível observar que os ouriços-comuns foram mais abundantes no ponto 3, ponto esse, com a menor riqueza de espécies (Tabela 6.19 e Figura 6.7).

Já o ponto 1 é o que apresentou maior riqueza de bentos, sendo o único ponto de todo o estudo em que foram avistados animais da classe Ophiuroidea. Também nessa região, no ponto 4, foi a única área de estudo onde foram observados o pepino-do-mar-manchado (*Holothuria atra*) (Figura 6.8).

Tabela 6.19 Abundância relativa dos animais observados nos transectos realizados na Ilha das Couves.

Morfotipos	T1 Fundo	T1 Raso	T2 Fundo	T2 Raso	T3 Fundo	T3 Raso	T4 Fundo	T4 Raso	Total Ilha das Couves
Brachyura spp.	1,15%	1,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,70%	3,03%	0,82%
Paguroidea spp.	0,00%	0,00%	0,00%	2,27%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%
<i>Stenorhynchus seticornis</i>	20,69%	1,75%	16,67%	11,36%	0,00%	0,00%	22,22%	21,21%	9,02%
<i>Astriclypeus manni</i>	1,15%	0,00%	33,33%	4,55%	0,00%	0,00%	7,41%	0,00%	3,89%
Crinoidea spp.	1,15%	1,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,70%	0,00%	0,61%
<i>Echinaster brasiliensis</i>	14,94%	5,26%	14,29%	11,36%	17,31%	10,96%	22,22%	9,09%	12,50%
<i>Echinometra lucunter</i>	19,54%	40,35%	14,29%	47,73%	75,00%	89,04%	29,63%	21,21%	51,43%
<i>Eucidaris tribuloides</i>	4,60%	12,28%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,11%	9,09%	3,48%
<i>Holothuria atra</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,06%	0,41%
<i>Lytechinus variegatus</i>	2,30%	10,53%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,06%	2,05%
Ophiuroidea sp.	3,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,61%
<i>Stichopus herrmanni</i>	0,00%	3,51%	0,00%	0,00%	7,69%	0,00%	0,00%	0,00%	1,23%
<i>Tripneus</i> sp.	0,00%	5,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,03%	0,82%
Porifera spp.	31,03%	17,54%	21,43%	22,73%	0,00%	0,00%	0,00%	21,21%	12,91%
Total Transectos	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

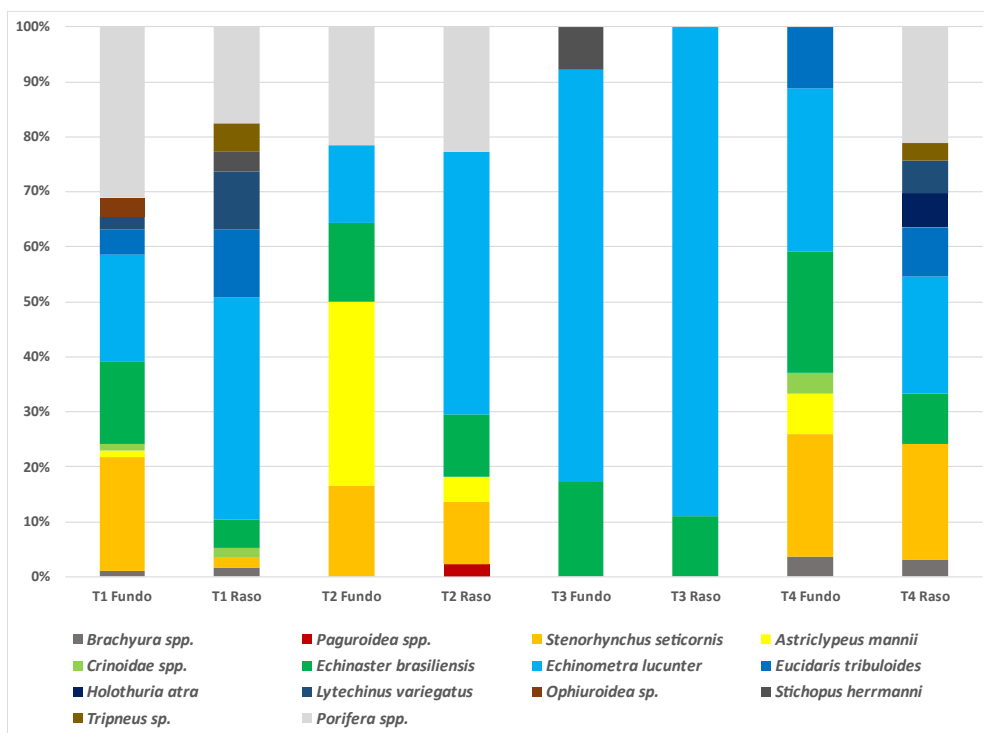


Figura 6.7 Abundância relativa dos animais observados na Ilha das Couves durante o estudo.

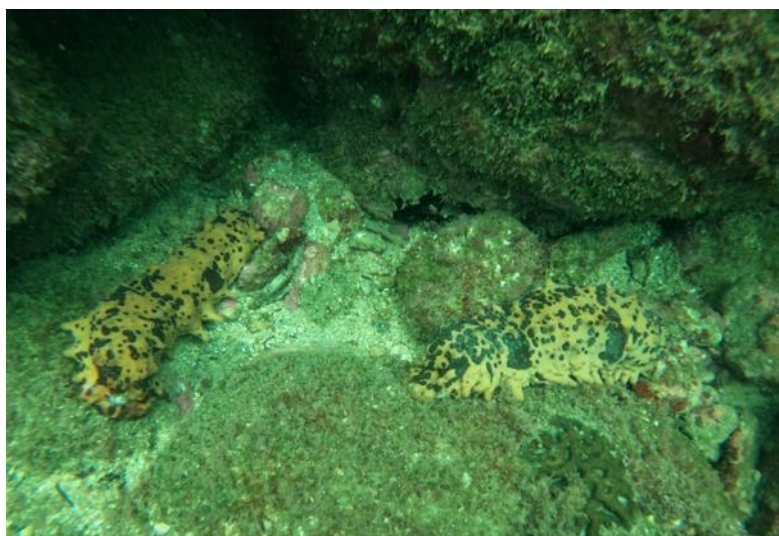


Figura 6.8 Pepinos-do-mar (*Holothuria atra*) registrados na Ilha das Couves (ponto 4).

Considerando os padrões de densidade de organismos e sua distribuição nas profundidades nos estudos dos transectos, observa-se que na Ilha das Couves foram registrados 0,15 ind./m², de maneira geral, sendo que nas áreas mais rasas essa densidade permaneceu superior ao fundo (0,17 ind./m² e 0,13 ind./m²,

respectivamente). Já na busca ativa os índices foram superiores, totalizando 1,94 ind./m², além dos pontos mais profundos (2,31 ind./m²) possuírem maior densidade de organismos que os pontos em águas mais rasas (1,56 ind./m²) (Tabela 6.20).

Tabela 6.20 Densidade específica do bentos de substrato consolidado na Ilha das Couves (valores em ind./m²).

Táxons	Morfotipos	Ilha das Couves		
		4 - 9 m	9 - 18 m	Total
Crustacea		0,010	0,021	0,015
	<i>Brachyura spp.</i>	0,001	0,001	0,001
	<i>Stenorhynchus seticornis</i>	0,008	0,019	0,014
Echinodermata		0,148	0,087	0,118
	<i>Astriclypeus manni</i>	0,001	0,011	0,006
	<i>Crinoidae spp.</i>	0,001	0,001	0,001
	<i>Echinaster brasiliensis</i>	0,017	0,021	0,019
	<i>Echinometra lucunter</i>	0,113	0,044	0,078
	<i>Eucidaris tribuloides</i>	0,006	0,004	0,005
	<i>Holothuria atra</i>	0,001	0,000	0,001
	<i>Lytechinus variegatus</i>	0,005	0,001	0,003
	<i>Ophiuroidea sp.</i>	0,000	0,002	0,001
	<i>Stichopus hermanni</i>	0,001	0,003	0,002
	<i>Tripneus sp.</i>	0,003	0,000	0,001
Porifera		0,017	0,023	0,020
	<i>Porifera spp.</i>	0,017	0,023	0,020
Total Transectos		0,175	0,130	0,153

A presença de táxons que foram encontrados apenas nas Ilhas das Couves, seu potencial de aumento da riqueza de espécies e sua estrutura diferenciada na composição das comunidades bentônicas reforçam a importância dessa área para a biodiversidade da APAM Litoral Norte.

Quanto aos índices de diversidade de Shannon-Wiener e de Simpson na Ilha das Couves, observa-se uma distribuição equivalente entre as profundidades em um mesmo ponto.

O ponto 3 foi o que apresentou menor diversidade em ambas as profundidades (Figuras 6.9 e 6.10).

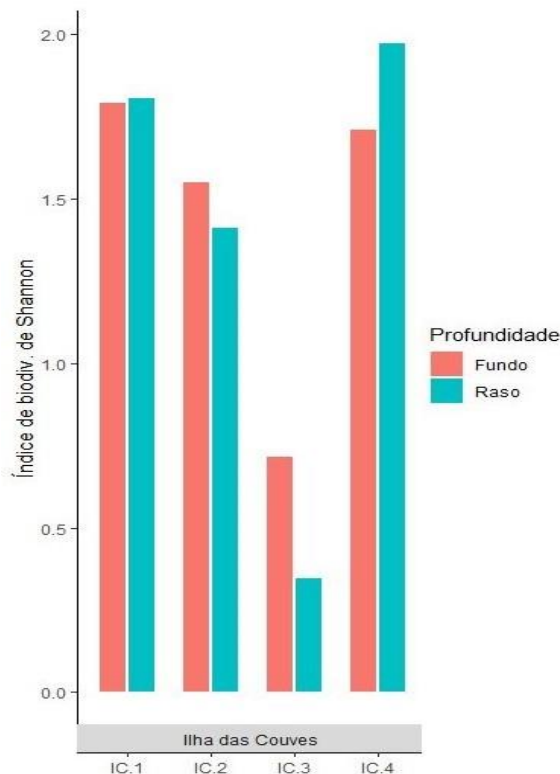


Figura 6.9 Índice de diversidade de Shannon-Wiener para os dados da Ilha das Couves.

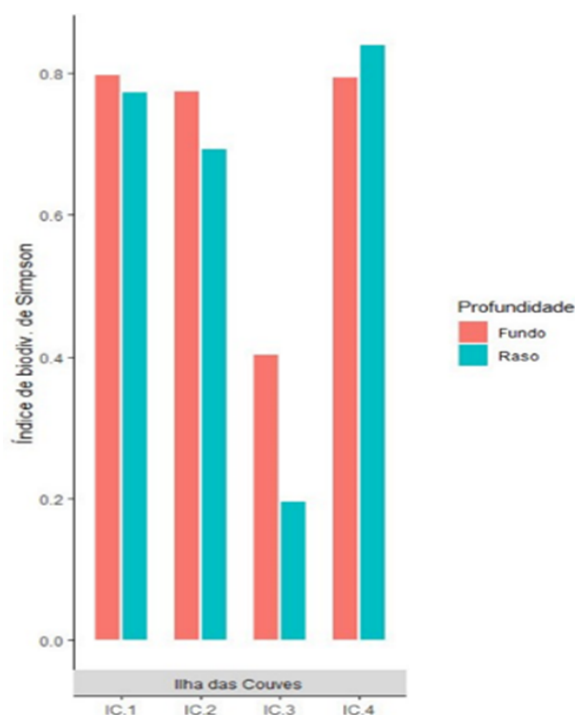


Figura 6.10 Índice de diversidade de Simpson para os dados da Ilha das Couves.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

A curva de rarefação com os dados dos transectos é apresentada na figura que segue (Figura 6.11). Percebe-se de forma clara a tendência à estabilização ao final da curva, indicando que o esforço foi adequado para registro da riqueza do bentos de substrato consolidado da Ilha das Couves.

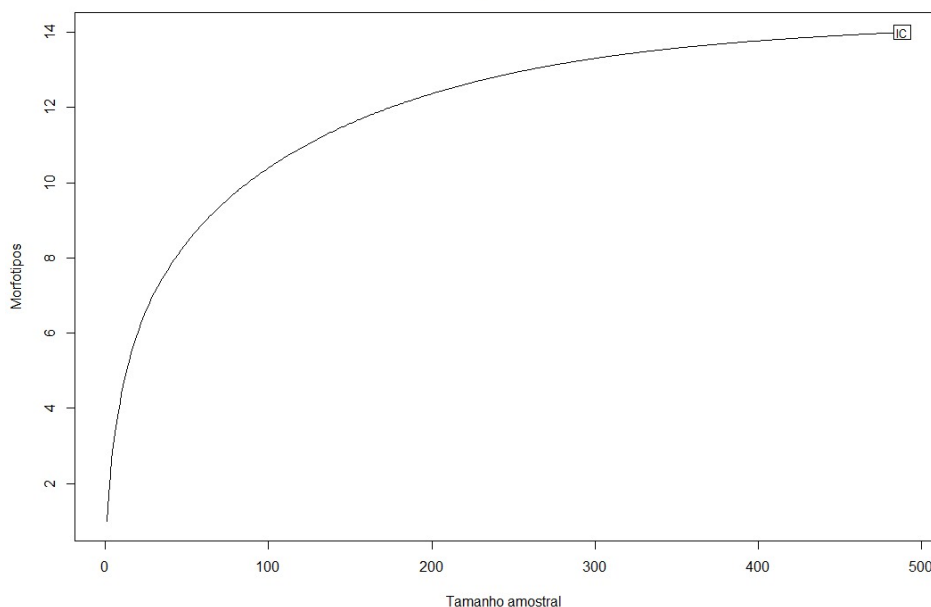


Figura 6.11 Curva de rarefação para os dados dos transectos da Ilha das Couves.

6.1.5.1. Fotoquadrados

Conforme análise dos fotoquadrados, foram registrados 23 diferentes morfotipos na Ilha das Couves.

A identificação de cada morfotipo avança à uma melhor resolução taxonômica possível a medida das possibilidades permitidas por identificação fotográfica, considerando não ter sido feitas coletas de amostra para análise detalhada em laboratório. Assim, um morfotipo pode representar, ocasionalmente, uma espécie, um gênero ou uma família, mas também pode se limitar a um grande grupo, quando a identificação exigisse a análise de alguma estrutura morfológica específica, impossibilitada de ser feita por fotografia. Para as algas, pode representar uma divisão ou uma fisionomia composta de um tapete com mais de uma espécie de alga, ou até mesmo, uma associação com Bryozoa e Hydrozoa arborescentes.

A Ilha das Couves apresentou 92,29% dos substratos consolidados com recobrimento bentônico (Tabelas 6.21 e 6.22).

Tabela 6.21 Distribuição dos morfotipos registrados para a Ilha das Couves, pela análise dos fotoquadrados.

Ilha das Couves					
Morfoespécies	P1	P2	P3	P4	Média
Ascidacea	0,00%	0,83%	3,33%	0,00%	1,04%
Bacillariophyceae	3,33%	0,00%	10,00%	8,33%	5,42%
Cidaris sp.	0,00%	0,00%	0,83%	0,00%	0,21%
Corallinaceae	4,17%	0,00%	9,17%	7,50%	5,21%
Corallinaceae Incrustante	17,50%	0,00%	3,33%	10,00%	7,71%
Corallinaceae/Bacillariophyceae	3,33%	1,67%	9,17%	5,00%	4,79%
Demospongiae cor cinza	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	0,21%
Demospongiae cor laranja	0,00%	7,50%	0,00%	0,00%	1,88%
Desmapsamma anchorata	10,83%	0,83%	10,00%	0,00%	5,42%
Didemnidae	0,00%	1,67%	0,83%	0,00%	0,63%
Echinometra lucunter	0,00%	2,50%	0,00%	0,00%	0,63%
Hydrozoa	8,33%	6,67%	0,00%	0,00%	3,75%
indeterminado	0,00%	0,00%	5,00%	5,00%	2,50%
Mussismilia sp.	8,33%	0,00%	2,50%	4,17%	3,75%
Palythoa caribaeorum	21,67%	0,00%	8,33%	35,83%	16,46%
Palythoa1	0,00%	0,00%	5,00%	0,00%	1,25%
Phallusia nigra	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,21%
Sargassum sp.	1,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,42%
Tapete Algas/Invertebrados	7,50%	0,00%	0,00%	19,17%	6,67%
Tapete de Corallinaceae	0,00%	73,33%	0,00%	0,00%	18,33%
Tubastrea sp.	0,00%	0,00%	16,67%	0,00%	4,17%
Vazio	6,67%	5,00%	15,00%	4,17%	7,71%
Zoanthus sociatus	5,83%	0,00%	0,83%	0,00%	1,67%

Tabela 6.22 Percentual de cobertura dos grandes grupos registrados para a Ilha das Couves.

Morfotipos	Percentual de Cobertura	
	Raso	Fundo
Invertebrados	67,08	42,50
Algas	25,83	44,17
Vazio	5,42	10,00
Indeterminado	1,67	3,33

Entre os morfotipos considerados, 6 eram algas e 15 de invertebrados. Os outros 3 considerados na análise de cobertura correspondem a “Vazio”, “Indeterminado” e o morfotipo associado “Tapete de Algas e Invertebrados”.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

WV

Responsável

Revisão 03

07/2024

Do total de morfotipos, 12 deles já correspondem a 88,54% das ocorrências. São eles, em ordem decrescente de abundância: Tapete de Corallinaceae, *Palythoa caribaeorum*, Vazio (substrato nú, sem recobrimento biótico, podendo ser sedimento ou rocha), Corallinaceae Incrustante (rodolitos - gêneros *Neogoniolithon*, *Sporolithon*, *Mesophyllum*), Tapete de algas e invertebrados, Demospongiae (com predominância de *Desmapsamma anchorata*), Bacillariophyceae, Corallinaceae, Corallinaceae/Bacillariophyceae, *Tubastrea* sp., *Mussismilia* sp., Hydrozoa 1.

Dentre as algas, o morfotipo “Tapete de Corallinaceae” dominou a paisagem do substrato consolidado, correspondendo a 18,33% das ocorrências. O antozoário *Palythoa caribaeorum*, por sua vez, representou 16,46% dos recobrimentos registrados dentre os invertebrados.

Pelas análises das imagens dos fotoquadrados da Ilha das Couves, em relação as Corallinaceae, foram observados 3 diferentes morfotipos, sem sobreposição, em função de sua fisionomia e gêneros, podendo ocorrerem isoladas ou associadas com outros organismos bentônicos. Assim, foi identificada uma formação do tapete de algas Corallinaceae, uma fisionomia tipo tapete com predominância aparente de talos de coralináceas, com recobrimento de 18,33%, e as formadoras de bancos de rodolitos, podendo ser dos gêneros *Neogoniolithon*, *Sporolithon*, *Mesophyllum*, estimadas com 7,71% do recobrimento (Figura 6.12). Uma nota técnica sobre esse banco foi elaborada e encontra-se como anexo desse relatório (Anexo C).

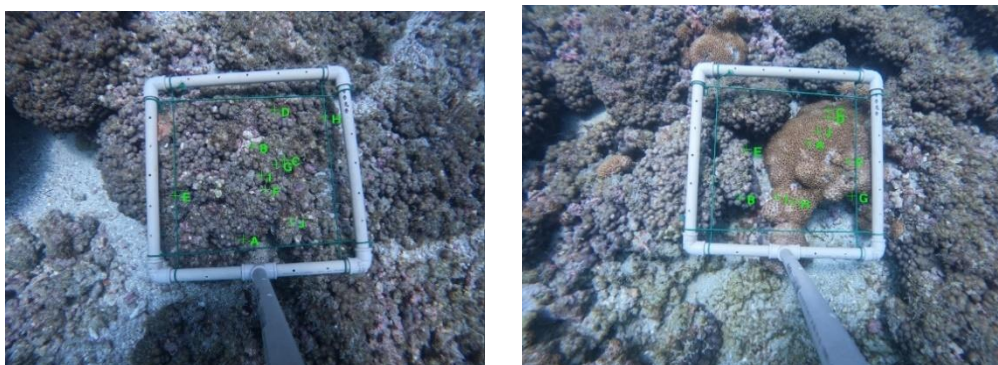


Figura 6.12 Corallinaceae / Rodolitos na Ilha das Couves.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

No que se refere ao fator profundidade, foram registrados 18 morfotipos nas transecções rasas, distribuídos entre 4 morfotipos exclusivos de algas e 11 exclusivos de invertebrados. Nas transecções profundas foram registrados 19 morfotipos, sendo 6 exclusivos de algas e 10 de invertebrados.

A Tabela 6.23 apresenta a lista de morfotipos totais, bem como sua porcentagem de recobrimento, enquanto a Tabela 6.24 apresenta os registros exclusivamente para as algas.

Tabela 6.23 Morfotipos identificados na Ilha das Couves, com suas respectivas porcentagens de recobrimento.

Morfotipos - Ilha das Couves			
Alg/Inv	label	Morfoespécies	Porcentagem de recobrimento
Inv	palcar	Palythoa caribaeorum	16,46
Alg	tapcor	Tapete de Corallinaceae	18,33
Alg	sar	Sargassum sp.	0,42
Inv	muss	Mussismilia sp.	3,75
Vaz	vaz	Vazio (substrato nú, sem recobrimento biótico, podendo ser sedimento ou rocha)	7,71
Inv	demos	Demospongiae (predomina Desmapsamma anchorata)	5,42
Inv	tubsp	Tubastrea sp.	4,17
Inv/Alg	tai	Tapete de algas e invertebrados	6,67
Inv	polar	Porifera cor laranja (gêneros Mycale, Haliclona, Hymeniacidon)	1,88
Ind	ind	Indeterminado	2,50
Alg	cor	Corallinaceae	5,21
Inv	asc	Asciadiaceae	1,04
Alg	corinc	Corallinaceae incrustante, rodolitos (gêneros Neogoniolithon, Sporolithon, Mesophyllum)	7,71
Inv	hyd1	Hydrozoa 1	3,75
Inv	did	Didemnum sp.	0,63
Inv	zos	Zoanthus sociatus	1,67
Inv	paly1	Palythoa 1	1,25
Inv	pocin	Porifera cinza (gêneros Mycale, Haliclona, Niphates)	0,21
Inv	phan	Phallusia nigra	0,21
Inv	cid	Cidaridae	0,21
Inv	echi	Echinometra lucunter	0,63
Alg	bac	Bacillariophyceae	5,42
Alg	corbac	Corallinaceae/Bacillariophyceae	4,79

Tabela 6.24 Morfotipos específico para as algas registradas nos fotoquadrados na Ilha das Couves.

Morfotipos - Ilha das Couves			
Alg/Inv	label	Morfoespécies	Porcentagem de recobrimento
Alg	tapcor	Tapete de Corallinaceae	18,33
Alg	sar	Sargassum sp.	0,42
Inv/Alg	tai	Tapete de algas e invertebrados	6,67
Alg	cor	Corallinaceae	5,21
Alg	corinc	Corallinaceae incrustante, rodolitos (gêneros Neogoniolithon, Sporolithon, Mesophyllum)	0,83
Alg	bac	Bacillariophyceae	5,42
Alg	corbac	Corallinaceae/Bacillariophyceae	4,79

A figura que segue, apresenta a curva de rarefação obtida com os dados das análises dos fotoquadrados, mostrando tendência de estabilização, mas com alguma ligeira possibilidade de elevação da riqueza com eventual aumento do esforço amostral, uma vez que se pode observar ainda uma pequena inclinação ao final da curva (Figura 6.13).

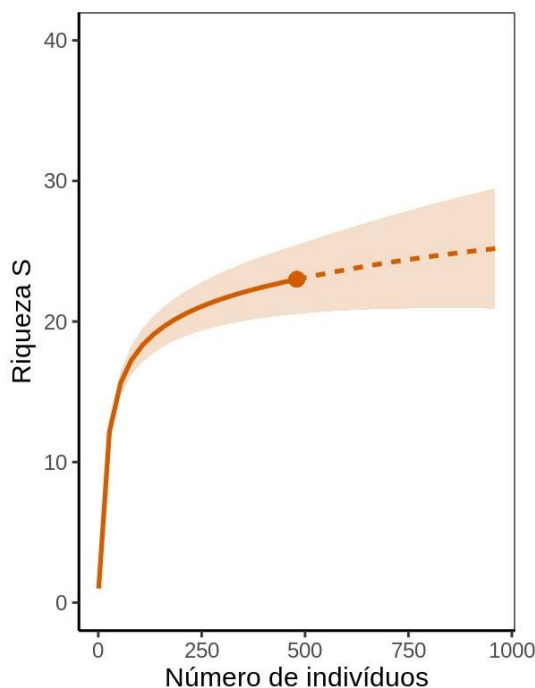


Figura 6.13 Curva de rarefação referente às análises dos fotoquadrados da Ilha das Couves.

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

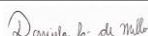
07/2024

6.1.5.2. Cobertura do Substrato

Conforme informado no capítulo de procedimentos, durante a atividade originalmente prevista para definição da categoria de substrato, a equipe de mergulhadores aproveitou o esforço amostral e registrou dados da cobertura biológica a cada 0,5 m nos transectos, o que permitiu trazer a presente abordagem. Os registros possibilitam estimar a dominância a partir da riqueza registrada, bem como tecer algumas considerações sobre os grandes grupos, além, é claro, da classificação da complexidade física do substrato de cada área avaliada.

Nesse sentido, a dominância absoluta no fundo marinho da Ilha das Couves foi verificada para povoamentos de algas filamentosas ou *turf* (tapetes de algas filamentosas em elevada concentração – termo tradicionalmente utilizado para essa representação, originado de relva, do inglês), estando presentes em 571 dos pontos amostrados, dos 1.280 pontos no total com registro pontual. Também nessa localidade, os corais moles da espécie *Palythoa caribaeorum* foram o segundo substrato mais abundante, com 264 pontos, seguidos pelos pontos com predominância de areia (104 pontos).

Ainda na Ilha das Couves foi encontrado rodolitos, cobrindo 90 dos pontos amostrais. Além dos rodolitos, outras coberturas de origem biótica presentes foram as esponjas (67 pontos), os Hexacorallia, da espécie *Madracis decactis* (64 pontos) e as algas frondosas (60 pontos) (Figura 6.14).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

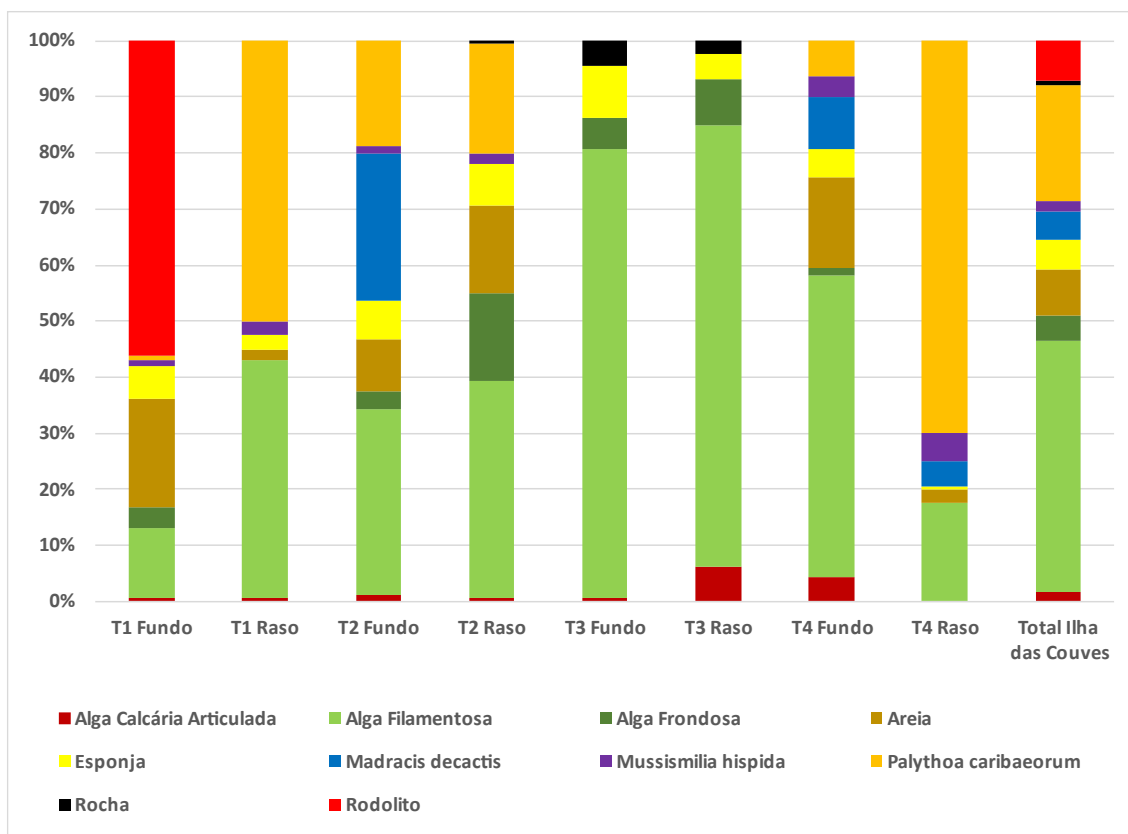


Figura 6.14 Total da abundância relativa dos substratos amostrados na Ilha das Couves.

Na Ilha das Couves foram registradas colônias do coral de *Madracis decactis*. No que se refere à abundância relativa dos substratos, na Ilha das Couves foi registrada presença considerável de rodolitos e de *Madracis decactis*, que representam 7% e 5% dos substratos, respectivamente, pela análise dos pontos ao longo dos transectos. Ainda assim, essas fisionomias não são suficientes para alterarem os padrões de dominância na Ilha das Couves, pois os *turfs* ainda foram a cobertura de substrato mais encontrada (44,6%), com *Palythoa caribaeorum* (corais-baba-de-boi) em sequência (20,6%). Os fundos arenosos, sem recobrimento da biota, aparecem em terceiro lugar no número de registros, com 8,1% (Figura 6.15).

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

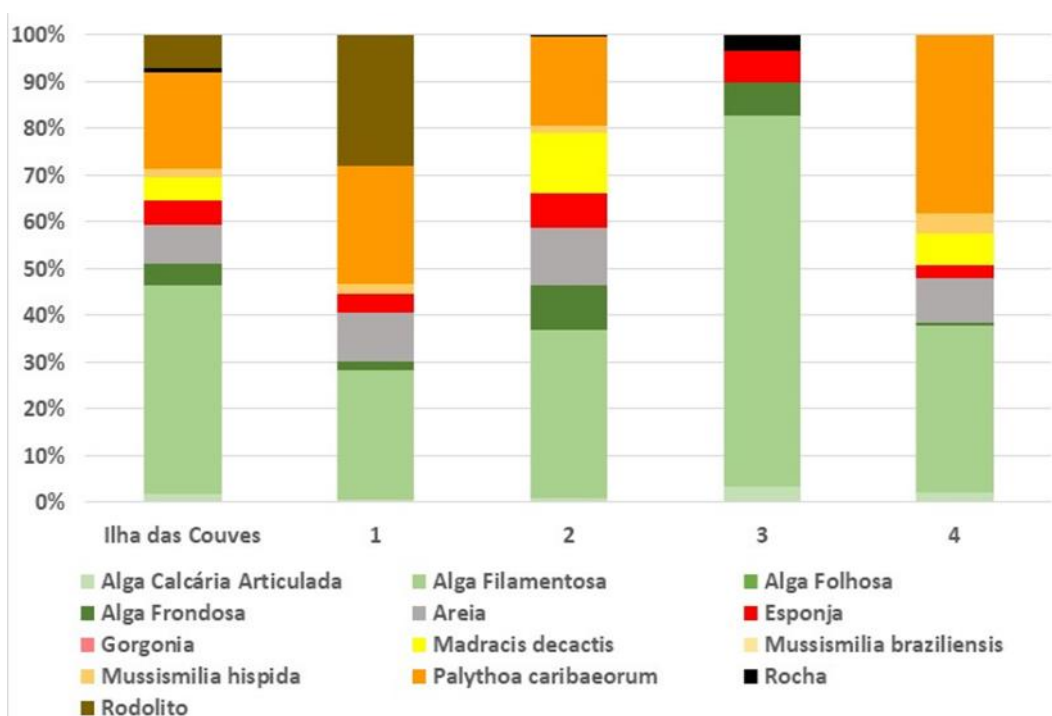


Figura 6.15 Abundância relativa dos substratos em cada um dos pontos amostrados na Ilha das Couves.

Pode ser notado maior variação na dominância dos substratos quando analisados os pontos individualmente. Enquanto na linha amostral 1 ocorre mais pontos de rodolitos, nos transectos 2 e 3 há maior presença das algas filamentosas, contudo no ponto 3 ocorre a ausência de espécies de coral. Por fim, no ponto 4 a cobertura do substrato dominante é o coral *Palythoa caribaeorum*.

6.1.5. Categoria de Substrato

Conforme detalhado no capítulo de procedimentos da AER, a complexidade do substrato em cada ponto foi estimada ao longo dos transectos, com classificação em 3 categorias (baixa, média e alta), baseadas principalmente na dimensão das rochas e na presença de tocas. A Tabela 6.25 apresenta a classificação obtida para os 4 pontos avaliados na Ilha das Couves.

Tabela 6.25 Classificação do substrato na Ilha das Couves, conforme categorias de complexidade.

Ilha das Couves		
Ponto	Profundidade	Complexidade do Substrato
P1	raso	médio
	fundo	médio
P2	raso	médio
	fundo	médio
P3	raso	alto
	fundo	alto
P4	raso	médio
	fundo	médio

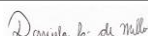
Percebe-se que 3 dos 4 pontos avaliados tiveram seus substratos classificados como de média complexidade, uma vez que, de modo geral, as rochas na região onde foram realizados os transectos possuíam diâmetro inferior a 1,0 m, com presença de porções arenosas e tocas.

O ponto 3 apresentou alta complexidade do substrato, já que foram observadas rochas maiores, de modo geral, podendo ter mais que 1,0 m de diâmetro, com diferentes declividades e presença de tocas.

6.1.6. Espécies Exóticas

Durante o levantamento do bentos, ao longo dos transectos, foram também registradas as ocorrências de espécies exóticas, em especial, do coral-sol (*Tubastraea coccínea* e *Tubastraea tagusensis*), espécie considerada invasora em diferentes localidades do litoral brasileiro.

Os dados de extensão da área das colônias foram registrados em planilha, para posterior análise e classificação das áreas, com base em uma adaptação do Protocolo DAFOR (De PAULA e CREED, 2005; CREED e FLEURY, 2009), cujas ocorrências foram então classificadas como Dominante, Abundante, Frequente, Ocasional e Raro.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Na Ilha das Couves, *Tubastraea sp* foram registrados no ponto 1, nos transectos do raso, em faces verticais das rochas, conforme, em geral, foram observados. Estimativas durante a atividade sugerem a ocupação em área de aproximadamente 2 m², que a classifica como Dominante, ao menos, em uma região específica registrada no ponto 1 (Figura 6.16). Outros trechos podem ser classificados como de ocorrência Rara, ou na maioria das vezes, Ausente.



Figura 6.16 Colônias de coral-sol na Ilha das Couves (ponto 1).

Tais colônias não foram registradas nos demais pontos, todavia, a grande ocorrência no ponto 1 é suficiente para que se possa inferir que o coral-sol ocorre na Ilha das Couves, com dominância em seu trecho de incrustação.

6.1.7. Avifauna

Este item abrange os resultados provenientes da coleta de dados da avifauna da Ilha das Couves.

Os resultados na Tabela 6.26 mostram que, sem contabilizar os ninhos, 65% dos 130 indivíduos avistados (incluindo filhotes e indivíduos pousados) são gaivotões (*Larus dominicanus*) da família Laridae, observados pousados em sua grande maioria. Essa espécie também representa 62% do total de avistamentos de aves adultas (contabilizando situação de voo e de pouso) e foi a única em que foram avistados filhotes e ninhos. A fragata (*Fregata magnificens*) da família Fregatidae foi a segunda espécie de maior ocorrência de avistamentos, totalizando 20,7% do total de indivíduos encontrados, todas em situação de voo (Figuras 6.17 e 6.18).

Tabela 6.26 Resultados dos avistamentos de avifauna na Ilha das Couves.

Ilha das Couves									
Espécies	Família	Nome Popular	Adulto Voando	Adulto Pousado	Juvenil	Filhote	Ninho	Total de Indivíduos	Barco de Pesca
<i>Larus dominicanus</i>	Laridae	gaivotão	18	58	-	8	24	84	não
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Hirundinidae	Andorinha	1	-	-	-	-	1	
<i>Sula leucogaster</i>	Sulidae	Atobá-marrom	2	-	-	-	-	2	
<i>Ramphocelus bresilia</i>	Thraupidae	Tié	1	-	-	-	-	1	
<i>Chloroceryle americana</i>	Cerylidae	Martim-pescador	1	-	-	-	-	1	
<i>Fregata magnificens</i>	Fregatidae	Fragata	27	-	-	-	-	27	
<i>Coragyps atratus</i>	Cathartidae	Urubú	13	-	-	-	-	13	
<i>Nannopterum brasilianum</i>	Phalacrocoracidae	Biguá	1	-	-	-	-	1	

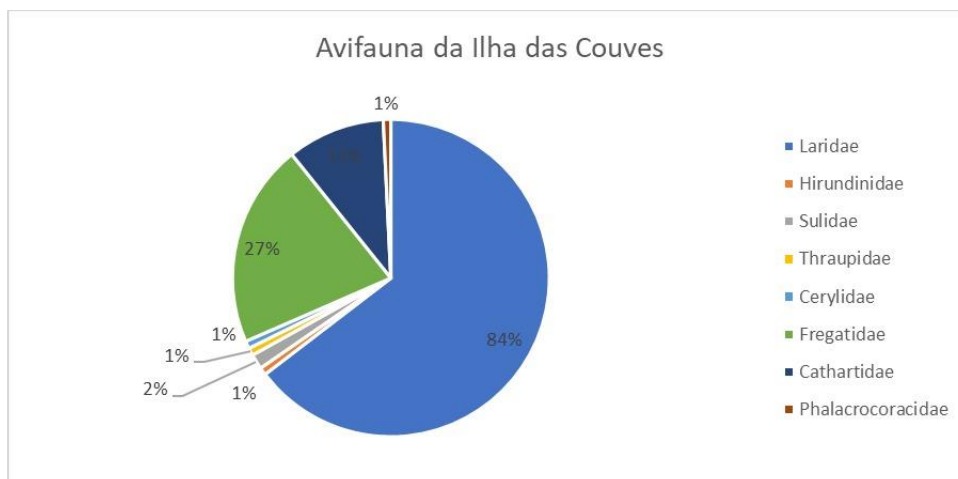


Figura 6.17 Gráfico de distribuição das famílias encontradas no levantamento de avifauna da Ilha das Couves.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

W. M. S.

Responsável

Revisão 03

07/2024

O gráfico de distribuição das famílias encontradas em campo apresentado na Figura 6.17 retrata a dominância da família Laridae, representada pelo gaivotão (*Larus dominicanus*), em questão de avistamentos.

Em complementação, vale registrar o avistamento de *Egretta thula* (garça branca pequena) na Ilha das Couves, cabendo considerar, entretanto, que a espécie não consta na lista de espécies e abundâncias do levantamento, já que foi observada fora dos procedimentos e esforço amostral previsto.



Figura 6.18 Avistamento de aves na Ilha das Couves. A: *Sula leucogaster* (Atobá); B: *Fregata magnificens* (Fragata); C: *Larus dominicanus* (Gaivotão); D: *Larus dominicanus* (Gaivotão); E: *Nannopterum biasilianum* (Biguá); F: *Larus dominicanus* (adulto e filhote).

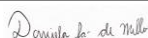
Em função da proximidade com o continente e do Parque Estadual da Serra do Mar, além das suas áreas arborizadas, foram registrados alguns representantes típicos da avifauna terrestre, como Andorinha, Tiê e Urubu, espécies comuns na Mata Atlântica e em outros ambientes. Todavia, as espécies de aves marinhas registradas na Ilha das Couves são tipicamente avistadas no Litoral Norte e nas regiões insulares (CAMPOS et al., 2004; ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b).

6.1.8. Caracterização Complementar

Conforme Poletto e Batista (2008), as 2 praias das Ilhas das Couves (Figura 6.19) podem apresentar uma variação das frações granulométricas entre areia média e grossa, com predomínio dessa última. São praias reflexivas, com declividade que varia de 13 a 21°.

Os mesmos autores citam a existência do cultivo de ostras na Ilha das Couves.

Analisando inúmeras amostras de sedimento na Enseada de Picinguaba e plataforma interna adjacente, Rodrigues et al. (2002) verificou que há um predomínio de frações de areias finas e muito finas, seguidas por granulometria maiores que compõem manchas alongadas orientadas em sentido NNW-SSE, as quais representam as variações de composição. Há tendência de os sedimentos apresentarem-se mais finos a medida que se adentra à enseada, com a Ilha das Couves exercendo influência significativa na distribuição granulométrica na Enseada de Picinguaba, com diminuição gradual do teor da fração areia em um núcleo marcado de sedimentação sob esta influência (Figura 6.20).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024



Figura 6.19 Localização das duas praias situadas na Ilha das Couves. Legenda: 1. Praia de Fora ou Praia do Japonês; 2. Prainha das Couves ou Praia de Dentro.

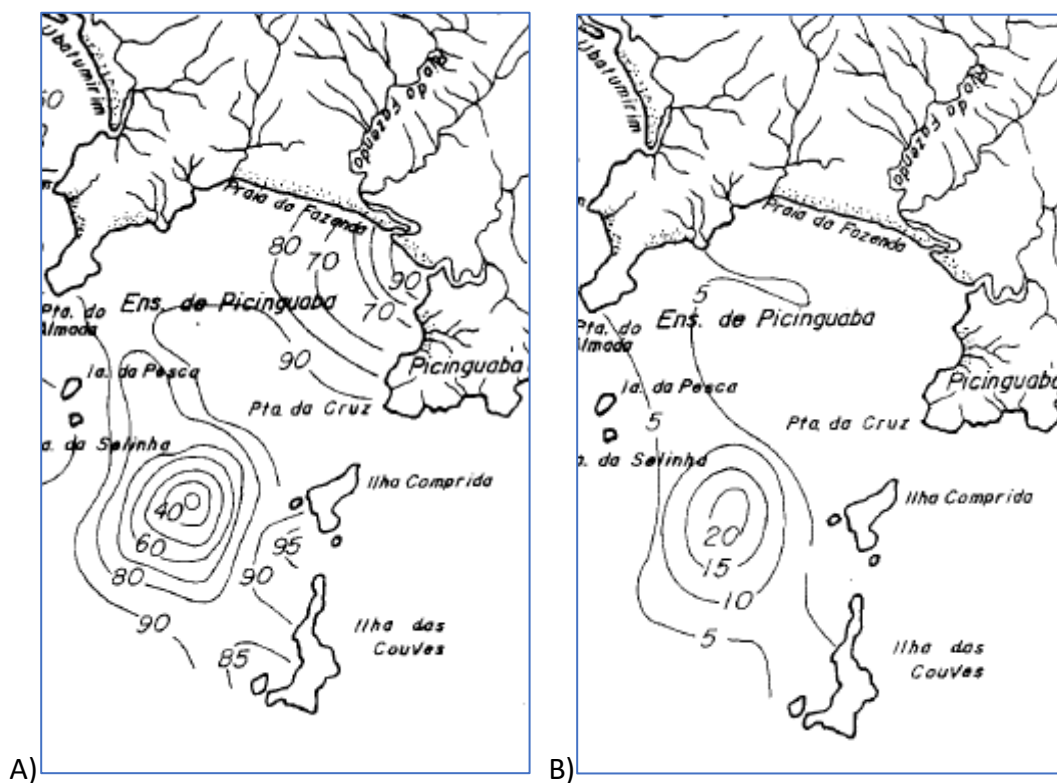


Figura 6.20 Distribuição de porcentagem de Areia (A) e Argila (B) na Enseada de Picinguaba (Fonte: Modificado de Rodrigues et al., 2002).

Dionísio da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

Os autores indicaram que a circulação na região apresenta um padrão predominante de giro anti-horário e com células de giro em sentido oposto junto a linha de costa, com influência sobre o transporte e deposição sedimentar local, em especial, nos episódios de passagem de sistemas frontais, gerando maiores velocidades de correntes. As ondas na região da Enseada de Picinguaba incidem provenientes de S-SW em condição de pré-frontal, com variações de E a NE em pós-frontal, com a ocorrência de difrações geradas pela batimetria e ilhas da região, gerando uma deriva litorânea provavelmente de SW para NE. A enseada, entretanto, caracteriza-se por um ambiente de baixa energia, com processos ocasionais de maior energia, os quais influenciam nos padrões de transporte e sedimentação local (RODRIGUES et al., 2002).

O mesmo trabalho, ao realizar análise batimétricas na região, verificou um adensamento das isóbatas na região da Ponta de Picinguaba, Ilha Comprida e ilha das Couves, com a face interna dessa última (voltada para W), com deflexão no sentido geral das isóbatas da região, tendendo a ficar orientadas perpendicularmente à costa, com gradiente significativo de profundidade na costa Oeste da Ilha das Couves (RODRIGUES et al., 2002). Os autores também verificaram estratificação bem marcada no período do outono, com entrada de água de leste mais frias e salina, com tendência de homogeneização durante o inverno e um retorno marcado da estratificação das águas no final da primavera, com notadas amplitudes térmicas. No meio do inverno foi também notada a entrada de um núcleo de águas com baixas temperaturas e elevadas salinidades na Enseada de Picinguaba.

Em referência a estudos de corais, Mariano (2022) utilizou transectos para avaliar o branqueamento de colônias do zoantídeo *Palythoa caribaeorum*, na Ilha das Couves, além de outras 3 localidades, correlacionando com variação de descritores físico-químicos e pressão antrópica. A autora cita a importância da espécie estudada para os ambientes de substrato consolidado do Litoral Norte do Estado de São Paulo, onde os zoantídeos chegaram a recobrir mais de 25% do substrato (ex.: Ilhabela). O indicador Índice de Pressão Ambiental Relativa (REPI) apresentou o maior resultado para a Ilha das Couves, no verão, com resultados melhores em outras estações do ano, mas também observados, apesar da Ilha das Couves ser o local menos impactado, aparentemente, em comparação com outros avaliados, mesmo considerando o turismo desordenado que o

local sofria. Provavelmente a combinação de efeitos antrópicos com anomalias térmicas tenham determinado o branqueamento observado, entretanto embarcações e turismo podem ter colaborado significativamente nos dados de branqueamento encontrados na Ilha das Couves, inclusive, por perceber que zonas não branqueadas aumentara significativamente nos meses de inverno e primavera, em comparação ao verão, quando o fluxo de visitantes é grande (MARIANO, 2022).

Godoy (2020), indicou que a Ilha das Couves apresentou riqueza de espécies relativamente elevada, podendo ser explicada pela heterogeneidade sedimentar e variedade de micro-habitats. A diversidade, equitabilidade e dominância variaram entre as estações do ano, sendo justificado, provavelmente, em função das condições ambientais e hidrodinâmicas, o que reflete na ocorrência de espécies. A grande ocorrência de *Hexapanopeus paulensis* na Ilha das Couves, observada pelo autor, foi associada às áreas rochosas, junto à costa, com ocorrência de restos vegetais e em associação com briozoários. O mesmo artigo ainda cita que a riqueza de crustáceos Brachyura encontrada nas Ilhas das Couves indica que estes ambientes são favoráveis a esses organismos, evidenciando a importância do monitoramento e conservação dessas áreas. A lista completa das espécies catalogada no estudo de Godoy (2020) é reproduzida no anexo desse relatório (Anexo D), mesmo que referente ao substrato consolidado, porém, tais dados poderão ser eventualmente empregados por pesquisadores e gestores da APAMLN em monitoramentos e estudos associados à alterações de estrutura de comunidades bentônicas da Ilha das Couves.

Diferentes outros temas e dados tratados por estudos e publicados em artigos científicos já foram considerados no diagnóstico que compõe o Plano de Manejo da APAMLN, não necessitando, portanto, serem aqui incluídos, visto que já são de pleno conhecimento dos seus gestores.

6.2. Ilha Anchieta

Localizado no Município de Ubatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo, o Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA; 23° 27' S e 45° 02' W) se destaca como um dos raros parques insulares do Brasil situado integralmente em áreas públicas, abrangendo toda a extensão da ilha. No entanto, as pressões humanas, especialmente devido à sua

popularidade como um importante destino turístico na costa norte paulista, resultaram na transformação da Ilha Anchieta em um mosaico vegetal caracterizado por diferentes estágios de regeneração florestal (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b) (Figura 6.21).



Figura 6.21 Imagens gerais ilustrativas da Ilha Anchieta, durante as atividades de campo.

Em 1983, o Zoológico de São Paulo introduziu diferentes espécies na ilha, com ênfase na capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), cuja proliferação resultou em um desequilíbrio ambiental, com pastoreio excessivo e pisoteio prejudicial ao solo, culminando em pontos de erosão. O aumento da deposição de fezes causado por essa população também pode ser causa da alteração da fauna associada ao solo. Depois de alguns estudos, muitos indivíduos introduzidos foram resgatados e levados ao continente, na busca por reduzir seus impactos (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b).

6.2.1. Trabalhos de Campo

As atividades de campo para execução do Projeto de Avaliação Ecológica Rápida da Ilha Anchieta foram realizadas em duas etapas distintas, visto que as condições meteoceanográficas impossibilitaram a realização de todos os levantamentos em uma só campanha.

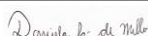
As atividades realizadas na Ilha Anchieta e suas respectivas datas de execução são apresentadas na Tabela 6.27.

Tabela 6.27 Atividades realizadas na Ilha Anchieta e suas respectivas datas de execução.

Atividade	Data
Coleta de sedimento	26 de outubro de 2022
Levantamento da ictiofauna e do bentos e categorização do substrato	2 a 5 de fevereiro de 2023
Levantamento da avifauna	5 de fevereiro de 2023

Os sedimentos foram coletados em uma profundidade de 10 m.

Os trabalhos foram realizados a bordo da embarcação Tupã (Figura 6.22), do tipo voadeira com estrutura de fibra de vidro e motor de popa, conduzidas por profissionais locais e habilitados.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

O céu alternou entre claro e parcialmente encoberto, com tempo bom e mar classificado como calmo (Beaufort 0-1) a mar crespo (Beaufort 2-3), mas sem a agitação interferir na segurança ou qualidade dos levantamentos.



Figura 6.22 Embarque para parte das atividades na Ilha Anchieta.

6.2.2. Análise dos Sedimentos

O presente item apresenta os resultados das análises realizadas nas amostras de sedimento da Ilha Anchieta. Os estudos realizados contemplaram a realização de análises granulométricas, Carbonatos, pH, Matéria Orgânica Total, Fósforo Orgânico e Total, Nitrogênio Kjeldahl Total, Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA), Hidrocarbonetos Totais Policíclicos (TPH), Metais e Ecotoxicologia.

6.2.2.1. Granulometria

Os resultados das análises granulométricas apresentam os valores para cada fração individualizada (Tabela 6.28) e agrupadas em Lama e Areia, para melhor avaliação das características sedimentológicas das amostras (Tabela 6.29 e Figura 6.23).

Tabela 6.28 Resumo detalhado de cada fração das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha Anchieta.

Frações Granulométricas	Resultado (%)							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Argila	9,4	2,8	3,8	6,1	2,7	12,2	5,3	10,2
Silte	7,6	2,3	1,8	13,8	1,9	8,1	3,6	4,8
Areia muito fina	3,1	1,0	0,6	0,6	0,0	7,9	0,0	1,2
Areia fina	6,8	5,0	4,5	3,0	0,0	20,8	0,6	7,9
Areia média	19,0	22,2	32,5	25,8	6,0	27,1	3,8	33,3
Areia grossa	30,1	35,7	36,6	25,2	41,3	15,1	29,4	28,1
Areia muito grossa	24,0	31,0	20,2	25,5	48,1	8,8	57,3	14,5

Tabela 6.29 Resultado agrupado das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha Anchieta.

Frações Agrupadas	Resultado (%)							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Lama (Argila + Silte)	17,0	5,1	5,6	19,9	4,6	20,3	8,9	15,0
Areia Total (Σ das frações de areia)	83,0	94,9	94,4	80,1	95,4	79,7	91,1	85,0

Conforme a classificação do diagrama de Shepard (1954), todas as amostras são classificadas como areia, evidenciando similaridade entre elas, mesmo que com pequenas variações entre frações. Os três primeiros pontos apresentam uma maior porcentagem de areia grossa, enquanto os pontos 4, 6 e 8 apresentam predominância de areias médias e os pontos 5 e 7 de areias muito grossas. Apesar dessas variações há a predominância de sedimentos classificados como arenosos entre as amostras. Os sedimentos dos pontos 4 e 6, mesmo com predomínio de areias, apresentam frações granulométricas finas em maior porcentagem.

Apesar das variações entre as frações granulométricas apresentadas, a razão lama/areia das amostras retrata a predominância de areia em todas as amostras, ficando em torno de 87%. O ponto 6 é o que apresenta maior porcentagem de lama na amostra, com 20,3%, enquanto o ponto 2 apresenta a menor, com 5,1%. Essas variações são características dos diferentes cenários deposicionais de cada ponto, a maior deposição de sedimento de menor granulometria indica uma hidrodinâmica menos intensa.

Dionísio da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024



Figura 6.23 Gráficos da razão lama/areia das amostras de sedimento da Ilha Anchieta.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

WV

Responsável

Revisão 03

07/2024

Os gráficos apresentados na Figura 6.23 mostram a variação da razão lama/areia das amostras. As amostras de sedimento da Ilha Anchieta apresentaram grande variação entre si das frações granulométricas, o que representa a variabilidade de ecossistemas e, portanto, um embasamento para a grande biodiversidade da região.

6.2.2.2. Análises Físico-Química

As tabelas que seguem (Tabelas 6.30 a 6.33) apresentam as concentrações dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), dos Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH), dos metais e dos demais compostos analisados nas amostras de sedimento, bem como diferentes valores de referência encontrados em bibliografia.

Como observado nas Tabelas 6.30 e 6.31, os compostos analisados não foram quantificados em nenhuma das amostras de sedimento, ficando em todos os casos abaixo dos limites de quantificação do método, que pode ser variável de acordo com a massa utilizada na análise. Vale observar que os LQ's de todos os compostos são inferiores aos seus respectivos valores de referência.

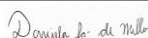
Os resultados das análises dos HPA e TPH, não indicam comprometimento da qualidade dos sedimentos da região por esses compostos (SHUTTLEWORTH e CERNIGLIA, 1995). Esses resultados podem ser consequência tanto da ausência de fontes poluidoras, como da granulometria da região. A baixa presença de sedimentos finos é um fator que impacta diretamente a quantidade de matéria orgânica deposta na área e, consequentemente, nas concentrações de hidrocarbonetos encontradas (BADIN et al., 2008).

Assim como as análises de compostos orgânicos, a análise de Metais (Tabela 6.32) não apresentou nenhum desenquadramento em relação aos valores de referência associados, indicando não haver contaminação nos pontos avaliados.

Os parâmetros físico-químicos das amostras (Tabela 6.33) encontram-se dentro do esperado de acordo com os valores de referência apresentados. O pH e o carbonato não apresentam valor de referência. O ponto 6 apresenta maiores concentrações de NKT e fósforo total, assim como maior quantidade de matéria orgânica e umidade. Enquanto o ponto 2 apresenta menores concentrações de NKT e fósforo total. A correlação de

Pearson entre a fração argila e esses compostos não chega a ser forte, porém positiva e significativa ($r=0,780$ para matéria orgânica; $r=0,758$ para o fósforo total e $r=0,779$ para o NKT). De acordo com os valores de referência previstos pela CETESB, o P6 apresenta desenquadramento das concentrações de NKT, enquanto o desenquadramento no P1 é menos discrepante. O P6 também apresenta um leve desenquadramento nas quantidades de fósforo total.

O carbonato encontra-se próximo ao limite de quantificação na maioria dos pontos, com exceção do ponto 6, que apresentou 185 mg/kg aproximadamente. Entretanto, cabe observar que esse valor não está associado às alterações no pH em relação aos demais pontos.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.30 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) das amostras de sedimento da Ilha Anchieta, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Resultados (µg/kg)								Valores de Referência (µg/kg)						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Nível 1	Nível 2	TEL / ISQG	PEL	ERL	ERM	AET
Acenaftileno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	44	640	5,87	127,87	44	640	71
Acenafteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	16	500	6,71	88,9	16	500	130
Antraceno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	85,3	1100	46,85	245	85,3	1100	280
Benzo(a)antraceno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	280	690	74,83	692,53	261	1600	960
Benzo(a)pireno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	230	760	88,81	763,22	430	1600	1100
Benzo(b)fluoranteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	1800
Benzo(g,h,i)perileno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	670
Benzo(k)fluoranteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	1800
Criseno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	300	850	107,77	845,98	384	2800	950
Dibenzo(a,h)antraceno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	43	140	6,22	135	261	1600	230
Fenantreno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	240	1500	86,68	543,53	240	1500	660
Fluoranteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	600	5100	112,82	1493,54	600	5100	130
Fluoreno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	19	540	21,17	144,35	19	540	120
Indeno(1,2,3-cd)pireno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	600
Naftaleno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	160	2100	34,57	390,64	160	2100	230
Criseno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	300	850	107,77	845,98	384	2800	950
Pireno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	665	2600	152,66	1397,6	665	2600	2400

ISQG - Interim Sediment Quality Guidelines; PEL - Probable Effect Level; TEL - Threshold Effect Level; ERL - Effects Range Low; ERM - Effects Range Median; AET - Apparent Effects Threshold.

Tabela 6.31 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) das amostras de sedimento da Ilha Anchieta, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Resultados (mg/kg)								Parâmetro	Resultados (mg/kg)							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
C8	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C27	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C9	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C28	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C10	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C29	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C11	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C30	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C12	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C31	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C13	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C32	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C14	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C33	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C15	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C34	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C16	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C35	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C17	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C36	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C18	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C37	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C19	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C38	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C20	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C39	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C21	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	C40	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C22	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	Pristano	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C23	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	Fitano	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2
C24	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	TPH Resolvido	<27	<25	<24	<25	<25	<35	<26	<27
C25	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	MCNR	<27	<25	<24	<25	<25	<35	<26	<27
C26	<1,2	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,6	<1,2	<1,2	TPH Total	<27	<25	<24	<25	<25	<35	<26	<27

Tabela 6.32 Resultados das análises de metais das amostras de sedimento da Ilha Anchieta, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Resultados (mg/kg)								Valores de Referência (mg/kg)						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Nível 1	Nível 2	TEL / ISQG	ERL	PEL	ERM	EAT
Ferro (Fe)	3233	8795	2315	3849	2507	4827	2445	3403	-	-	-	-	-	-	18000
Alumínio (Al)	2177	3482	1308	1266	698	4242	1696	1958	-	-	-	-	-	-	220000
Arsênio (As)	2,8	2,5	1,7	2,1	5,2	2,3	2,9	4,1	10	70	7,24	8,2	41,6	70	35
Bário (Ba)	5,50	9,20	<5,0	<5,0	<5,0	6,30	<5,0	<5,0	-	-	-	-	-	-	48
Cobre (Cu)	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	34	270	18,7	34	108,2	270	390
Cromo (Cr)	3,0	3,9	1,9	2,5	1,9	6,0	1,7	3,5	81	370	52,3	81	160,4	370	62
Cádmio (Cd)	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	1,2	7,2	0,676	1,2	4,2	9,6	3
Estanho (Sn)	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	0,1	1	-	-	-	-	>3,4
Selênio (Se)	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	-	-	-	-	1
Zinco (Zn)	5,50	14,00	3,50	3,50	<2,5	11,00	4,50	4,90	150	410	124	150	271	410	410
Níquel (Ni)	1,0	1,2	0,5	0,7	<0,50	2,1	<0,50	1,1	20,9	52	15,9	20,9	43	51,6	110
Vanádio (V)	5,6	31,0	6,5	10,0	7,9	7,7	4,9	7,0	-	-	-	-	-	-	57
Mercúrio (Hg)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,3	1	0,13	0,15	0,696	0,71	410
Manganês (Mn)	75	45	28	33	33	118	47	85	-	-	-	-	-	-	260

ISQG - Interim Sediment Quality Guidelines; PEL - Probable Effect Level; TEL - Threshold Effect Level; ERL - Effects Range Low; ERM - Effects Range Median; AET - Apparent Effects Threshold.

Tabela 6.33 Resultados das análises físico-químicas das amostras de sedimento da Ilha Anchieta, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Pontos Amostrais								Valor de Referência Previsto na Res. Nº 454/12	Valor de Referência Previsto pela CETESB, 2022	Unidades
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8			
Matéria Orgânica	0,98	0,65	<0,43	<0,43	<0,43	1,10	0,45	0,69	10	1,3	%
Fósforo Total	112,2	69,9	135,9	60,6	93,3	1128,7	103,2	102,9	2000	1000	mg/kg
NKT - Nitrogênio Kjeldahl Total	529,6	136,1	223,1	231,5	151,2	1046,6	167,3	216,5	4800	500	mg/kg
pH	8,3	8,3	8,4	8,6	8,7	8,6	8,6	8,4	-	-	-
Carbonatos	52,4	<36,0	<36,0	38,6	<36,0	184,9	<36,0	36,1	-	-	mg/kg
Umidade	29,6	19,9	17,6	23,8	21,7	43,3	22,7	30	-	-	%

6.2.2.3. Ecotoxicologia

São apresentadas em seguida algumas informações básicas e os resultados da avaliação ecotoxicológicas das amostras coletadas na Ilha Anchieta.

Informações gerais do Laudo Analítico das amostras da Ilha Anchieta:

- **Data da Amostragem:** 25 e 26/10/2022;
- **Preservação:** Resfriada abaixo de 10 °C;
- **Data de Entrega no Laboratório:** 31/10/2022;
- **Início do Ensaio:** 25/11/22 (amostras 4 e 5) e 02/12/22 (amostras 1, 2, 3, 6, 7 e 8);
- **Final do Ensaio:** 05/12/22 (amostras 4 e 5) e 12/12/22 (amostras 1, 2, 3, 6, 7 e 8);
- **Substância de Referência:** Sulfato de Zinco, com $CL_{50} = 0,56$ mg/L;
- **Validação pela Carta-Controle:** Sim (dentro dos limites de 0,34 a 0,94 mg/L);
- **Dados Físico-Químicos Monitorados:** OD, Temperatura, pH, Salinidade e NH_3 ;
- **Análise Estatística Empregada:** Teste-t de Hipótese por bioequivalência específico p/ *L. plumulosus* (com $r = 0,80$).

Os laudos analíticos do laboratório executor dos ensaios se encontram reproduzidos integralmente no Anexo B, nos quais podem ser observados valores individuais de cada réplica, além do procedimento detalhado do ensaio e dados complementares à essa síntese aqui trazida.

Os ensaios ecotoxicológicos conduzidos com as amostras coletadas na Ilha Anchieta também foram considerados válidos, uma vez que atendeu aos requisitos da norma.

Com base na análise estatística aplicada pelo laboratório, em atendimento a norma técnica do ensaio (ABNT, 2021), não foram verificadas diferença significativa entre a sobrevivência dos anfípodo da amostra controle e em 7 das 8 amostras da Ilha Anchieta. A amostra coletada no Ponto 8 apresentou efeito ecotoxicológico agudo, enquanto as demais foram classificadas como Não Tóxicas.

Os resultados dos valores das médias entre as 4 réplicas para a mortalidade dos organismos podem ser observados na Tabela 6.34, enquanto os parâmetros físico-químicos estão nas Tabelas 6.35 e 6.36.

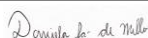
Conforme verificado nas tabelas abaixo, os ensaios foram realizados em dois momentos diferentes. Os ensaios com as amostras 1, 2, 3, 6, 7 e 8 foram realizados entre 2 e 12 de dezembro de 2022, enquanto os ensaios das amostras 4 e 5 foram realizados entre 25 de novembro e 5 de dezembro de 2022. Assim, tem-se diferentes dados físico-químicos e de letalidade para os controles laboratoriais, fato que em nada altera a análise comparativa entre os resultados das 8 amostras.

*Tabela 6.34 Resultados do ensaio com *Leptocheirus plumulosus* expostos aos sedimentos coletados na Ilha Anchieta (letalidade média entre as 4 réplicas).*

Ponto Amostral	Letalidade Total (%)	Resultado
P1	10	Não Tóxico
P2	8	Não Tóxico
P3	11	Não Tóxico
P4	11	Não Tóxico
P5	9	Não Tóxico
P6	14	Não Tóxico
P7	13	Não Tóxico
P8	30	Tóxico
Controle Laboratorial	1* / 3**	-

* Resultado o controle das amostras 1, 2, 3, 6, 7 e 8.

** Resultado o controle das amostras 4 e 5.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.35 Valores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade medidos na água de interface com o sedimento da Ilha Anchieta durante o ensaio.

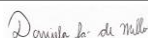
Ponto Amostral	Outros Parâmetros Físico-químicos - Campanha 1							
	Inicial				Final			
	Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	Salinidade	Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	Salinidade
P1	24,5	8,03	6,89	24	***	8,21	6,24	25
P2	24,5	8,02	6,88	24	***	6,39	8,15	25
P3	24,5	7,95	6,71	23	***	8,15	6,36	24
P4	25	8,17	7,08	24	***	8,18	6,18	27
P5	25	7,92	5,30	24	***	8,17	6,16	26
P6	24,5	8,02	6,73	23	***	8,14	6,44	24
P7	24,5	8,00	6,90	23	***	8,07	6,05	24
P8	24,5	8,07	6,84	23	***	8,20	6,37	25
Controle Laboratorial	24,5* / 25**	7,98* / 8,10**	7,34* / 7,11**	22* / 24**	***	8,10* / 8,12**	6,34* / 6,12**	24* / 26**

* Resultado o controle das amostras 1, 2, 3, 6, 7 e 8.

** Resultado o controle das amostras 4 e 5.

*** As temperaturas mínimas e máximas foram registradas diariamente durante o ensaio. Seus valores podem ser observados nos laudos de ensaio apresentados no Anexo B.

A norma recomenda que a temperatura dos ensaios seja mantida em $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, todavia, a temperatura durante os ensaios apresentou um pequeno desvio com relação a essa faixa recomendada, tendo sido registrado $22,7\text{ °C}$ em um dos dias de exposição, no ensaio com as amostras de P1, P2, P3, P7 e P8. Conforme verificado, esse desvio não foi suficiente para gerar estresse a ponto de promover alteração do resultado do ensaio, uma vez que os critérios de validação do controle e da substância de referência foram atingidos.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.36 Concentrações de nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada medidos na água de interface com o-sedimento da Ilha Anchieta durante o ensaio.

Ponto Amostral	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Amônia não ionizada (mg/L de NH ₃)
	Inicial	Inicial
P1	4,20	0,209
P2	0,50	0,024
P3	1,20	0,050
P4	2,00	0,140
P5	0,50	0,020
P6	1,30	0,063
P7	3,60	0,168
P8	1,80	0,098
Controle Laboratorial	0,01* / 0,01**	0,000* / 0,001**

* Resultado o controle das amostras 1, 2, 3, 6, 7 e 8.

** Resultado o controle das amostras 4 e 5.

L. plumulosus pode apresentar sensibilidade à amônia não ionizada, a fração tóxica do equilíbrio de partição do nitrogênio amoniacal total, quando esta se encontra em concentrações acima de 0,8 mg NH₃/L, onde por si só, a NH₃ já poderia causar efeitos deletérios, independentemente dos demais compostos presentes (USEPA, 2001). Percebe-se que tal composto não atingiu tais níveis.

Mesmo tendo sido observado efeito ecotoxicológico provocado pela amostra de sedimentos coletada no ponto 8, as 7 demais amostras não apresentaram efeito, de tal forma que, de modo geral, os sedimentos da Ilha Anchieta não se encontram com qualidade afetada a ponto de não estar adequado ao desenvolvimento da biota bentônica, corroborando com a qualidade química dos sedimentos, também avaliada no presente estudo.

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

O efeito observado na amostra do ponto 8 não foi motivado, aparentemente, pelas condições laboratoriais do ensaio, uma vez que os controles e descritores físico-químicos monitorados não apresentaram alteração ou valores fora da faixa de tolerância do organismo.

A letalidade média das 4 réplicas da amostra 8 foi 30%, valor, de fato, estatisticamente diferente da letalidade observada na amostra controle, em especial, porque o controle apresentou uma letalidade especialmente baixa (letalidade média = 1%).

Cabe lembrar que a Resolução CONAMA nº 454/2012, apesar de não tratar da qualidade de sedimentos, e sim, de diretrizes para o gerenciamento de sedimento dragados, utiliza para essa classificação, o conceito de efeito tóxico não significativo (efeito $\leq 50\%$) e efeito tóxico significativo (efeito $\geq 50\%$), de tal modo que a amostra 8 seria classificada como efeito tóxico não significativo, à luz dessa abordagem⁴.

Da mesma forma, a CETESB considera em seu Índice de Qualidade dos Sedimentos a classificação em 3 categorias: Ótimo (não tóxico), Ruim (mortalidade $\leq 50\%$) e Péssimo (mortalidade $\geq 50\%$). A amostra 8 poderia ser classificada como qualidade ruim, com base nesse critério. O último relatório de Qualidade das Águas Costeiras do Estado de São Paulo da CETESB⁵, que também traz informações sobre qualidade dos sedimentos, não observou nenhum efeito ecotoxicológico em sedimentos do Litoral Norte, à despeito de terem sido realizados ensaios com somente 3 amostras em 2021. Todavia, dados históricos obtidos entre 2016 a 2020, com 9 estações amostrais no Município de Ubatuba, não observou efeito ecotoxicológico em nenhuma amostra (CETESB, 2022).

Um efeito deletério observado pode estar associado à composição físico-química ou granulométrica do sedimento, todavia, a amostra do ponto 8 não foi a que apresentou os menores teores de argila ou silte, frações essas com mais potencial de adsorção á compostos químicos, nem mesmo mostrou apresentou hidrocarbonetos, metais ou outros parâmetros que pudessem explicar o efeito observado. Somente uma série de

⁴ Artigo 14 da Resolução CONAMA nº 454/2012, disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res_conama_454_2012_materiaisdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf.

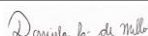
⁵ Relatório de 2022, com dados de 2021, disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/> Relatório de 2022, com dados de 2021, disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/>.

resultados de ensaios ecotoxicológicos com amostras coletadas nesse ponto, associado a realização de análises físico-químicas poderiam trazer entendimento sobre a confirmação e significância do resultado aqui obtido para a amostra do ponto 8.

6.2.3. Ictiofauna

Este item apresenta os resultados dos levantamentos de ictiofauna realizados na Ilha Anchieta. Nas tabelas que seguem (Tabelas 6.37 a 6.44), são apresentadas as listas de espécies dos peixes registrados em cada um dos 8 pontos avaliados na Ilha Anchieta, para os transectos A, B, C e D no raso e no fundo, com os nomes científicos, comuns e seus respectivos quantitativos.

Os levantamentos levaram em conta a lista de espécies apresentadas em conformidade com o Reef Check Brasil (FERREIRA e MAIDA, 2006; MMA, 2018), contudo, para a obtenção de resultados mais representativos para a região sudeste, foram inseridas diversas espécies na lista, cuja presença apresenta grande influência na composição da ictiofauna local



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.37 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 1 da Ilha Anchieta.

Ponto 1												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i>	Cirurgião, Barbeiro, Acarauna cinza				2					2	0,3%
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca		2		1			8		11	1,4%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta		2							2	0,3%
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo de beijo								3	3	0,4%
	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema	1	1			5		1		8	1,0%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	50		50	15	51	160	50	120	496	64,5%
	<i>Haemulon parra</i>	Biquara			1		3		3		7	0,9%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçá	1					2		3	6	0,8%
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i>	patruça, preguiçosa, salema-do-brasil e pirangica		1						1	2	0,3%
Labridae	<i>Bodianus rufus</i>	Bodião-papagaio				2	1				3	0,4%
	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	2	1	1			1			5	0,7%
Monacanthidae	<i>Cantherhines macrocerus</i>	Porquinho pintado		1							1	0,1%
Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	saramunete ou beija-moça				1	3			4	8	1,0%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade								1	1	0,1%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	10	15	15		15		4	16	75	9,8%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	19	10	11	19	6	4	14	4	87	11,3%
Scaridae	<i>Sparisoma axillare</i>	Peixe-Papagaio-Cinza	5				2			1	8	1,0%
Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i>	corvina de recife ou corvina marrom de olhos grandes				5					5	0,7%
	<i>Epinephelus marginatus</i>	Garoupa-verdadeira				1					1	0,1%
	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão				1				5	6	0,8%
Sparidae	<i>Diplodus argenteus</i>	Peixe Marimbá							1		1	0,1%
Sphyraenidae	<i>Sphyraena guachancho</i>	Pescadinha-bicuda			1					30	31	4,0%

Tabela 6.38 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 2 da Ilha Anchieta.

Ponto 2												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca							1		1	0,1%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta				2			1		3	0,4%
Gobiidae	<i>Coryphopterus sp</i>	Amoré, Amoré de vidro					3		2		5	0,7%
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema	1	2				1			4	0,5%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	1		8	7	300		1	45	362	48,7%
	<i>Haemulon parra</i>	Biquara					2		1	1	4	0,5%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçá			2	3		1		1	7	0,9%
Labridae	<i>Bodianus rufus</i>	Bodião-papagaio				6	1	2			9	1,2%
	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	2				1	1			4	0,5%
Labrisomidae	<i>Malacotenus sp</i>	Macaquinho comum		2							2	0,3%
Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	saramunete ou beija-moça					1		1	3	5	0,7%
Pempheridae	<i>Pempheris schomburgkii</i>	Sardinha-do-mar-brabo, Sardinha-ouro e Piaba-do-mar		100		3					103	13,8%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade	2	1	6		5	4			18	2,4%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	2	5							7	0,9%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	55	35	25	12	37	10	9	7	190	25,5%
Scaridae	<i>Sparisoma axillare</i>	Peixe-Papagaio-Cinza		3	2						5	0,7%
Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i>	corvina de recife ou corvina marrom de olhos grandes		4			5				9	1,2%
	<i>Pareques acuminatus</i>	chapéu alto, peixe-burro, cubbyu, peixe-fita de Steindachner, peixe-fita listrado, peixe-fita listrado ou tambor listrado			1						1	0,1%
Serranidae	<i>Epinephelus marginatus</i>	Garoupa-verdadeira			2			1			3	0,4%
	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão				1	1				2	0,3%

Tabela 6.39 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 3 da Ilha Anchieta.

Ponto 3												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i>	Cirurgião, Barbeiro, Acarauna cinza	8							2	10	1,9%
	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirurgião, Barbeiro	15			2				9	26	5,0%
Balistidae	<i>Balistes capricus</i>	Peixe-porco							1		1	0,2%
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca								1	1	0,2%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta	3								3	0,6%
Gobiinae	<i>Elacatinus figaro</i>	Góbio-néon ou néon	1								1	0,2%
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo de beijo		6	1	1					8	1,5%
	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema	10		1	2				2	15	2,9%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca		1	2		80				83	15,9%
	<i>Haemulon parra</i>	Biquara								1	1	0,2%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçã	5	3	2	3				1	14	2,7%
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i>	patruça, preguiçosa, salema-do-brasil e pirangica	5								5	1,0%
Labridae	<i>Bodianus rufus</i>	Bodião-papagaio					1				1	0,2%
	<i>Halichoeres brasiliensis</i>	bodião verde	1								1	0,2%
Muraenidae	<i>Gymnothorax moringa</i>	Moréia-Pintada					1				1	0,2%
Pempheridae	<i>Pempheris schomburgkii</i>	Sardinha-do-mar-brabo, Sardinha-ouro e Piaba-do-mar			150		100				250	48,0%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade		9	1						10	1,9%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	9	5	35					5	54	10,4%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	5	5	5	3	1		2		21	4,0%
Scaridae	<i>Sparisoma axillare</i>	Peixe-Papagaio-Cinza	1								1	0,2%
Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i>	corvina de recife ou corvina marrom de olhos grandes								1	1	0,2%
	<i>Pareques acuminatus</i>	chapéu alto, peixe-burro, cubbyu, peixe-fita de Steindachner, peixe-fita listrado, peixe-fita listrado ou tambor listrado			1	2					3	0,6%
Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão					1				1	0,2%
	<i>Serranus flaviventris</i>	mariquita						2		2	4	0,8%
Sparidae	<i>Diplodus argenteus</i>	Peixe Marimbá		5							5	1,0%

Tabela 6.40 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 4 da Ilha Anchieta.

Ponto 4												
Família	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Acanthuridae	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirurgião, Barbeiro				3	1	5		200	209	11,4%
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca		1			2				3	0,2%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta		1						1	2	0,1%
Dasyatidae	<i>Dasyatis hypostigma</i>	Raia Prego					1				1	0,1%
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo de beijo							5	1	6	0,3%
	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema		1	2	27	2		1	1	34	1,8%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	69	204	300	200	5	29	207		1014	55,1%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçá		2	2			2		1	7	0,4%
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i>	patruça, preguiçosa, salema-do-brasil e pirangica	95		35				35	55	220	12,0%
Labridae	<i>Halichoeres brasiliensis</i>	bodião verde		1				1	1		3	0,2%
Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	saramunete ou beija-moça								6	6	0,3%
Pempheridae	<i>Pempheris schomburgkii</i>	Sardinha-do-mar-brabo, Sardinha-ouro e Piaba-do-mar								200	200	10,9%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade	1						1		2	0,1%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho		3	5	11			45		64	3,5%
Scaridae	<i>Sparisoma axillare</i>	Peixe-Papagaio-Cinza					1	1			2	0,1%
Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão	1	4	2						7	0,4%
Sparidae	<i>Diplodus argenteus</i>	Peixe Marimbá	2	10	19	4		25			60	3,3%
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Baiacu	1								1	0,1%

Tabela 6.41 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 5 da Ilha Anchieta.

Ponto 5												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i>	Cirurgião, Barbeiro, Acarauna cinza				1					1	0,2%
	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirurgião, Barbeiro				1	10				11	2,3%
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca	1				2	3	3		9	1,9%
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	peixe enxada, paru branco, paru preto, paru jandaia, parum ou tereira				1			1		2	0,4%
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo de beijo		1							1	0,2%
	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema	1	3	2		2		4	21	33	6,8%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca				200			50		250	51,9%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçá		1	1		1		2	4	9	1,9%
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i>	patruça, preguiçosa, salema-do-brasil e pirangica	5		5	5				8	23	4,8%
Labridae	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei							2		2	0,4%
Labrisomidae	<i>Labrisomus nuchipinnis</i>	Alcabroz							1		1	0,2%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade		1	1				2		4	0,8%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho			44	50			8	3	105	21,8%
	<i>Chromis multilineata</i>	tesourinha				1				3	4	0,8%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê		2					1	1	4	0,8%
Scaridae	<i>Scarus trispinosus</i>	Budião-azul			2						2	0,4%
Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão		1	1	7				2	11	2,3%
Sparidae	<i>Diplodus argenteus</i>	Peixe Marimbá	3	3	1					3	10	2,1%

Tabela 6.42 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 6 da Ilha Anchieta.

Ponto 6												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Balistidae	<i>Balistes capricus</i>	Peixe-porco					7	4		11	0,5%	
Blenniidae	<i>Parablennius</i> sp	Maria da toca						1		1	0,0%	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta	1		2		2	2		7	0,3%	
Dasyatidae	<i>Dasydatis hystigma</i>	Raia Prego	3					1		4	0,2%	
Gobiidae	<i>Coryphopterus</i> sp	Amoré, Amoré de vidro					12	2		14	0,6%	
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo de beijo					1			1	0,0%	
	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema			1				30	31	1,3%	
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	157	5		400	470	230	250	300	1812	76,1%
	<i>Haemulon parra</i>	Biquara	1	2			44	1	4	5	57	2,4%
Holocentridae	<i>Holocentrus adsensionis</i>	Jaguareça					1	3	2	1	7	0,3%
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i>	patruça, preguiçosa, salema-do-brasil e pirangica	2								2	0,1%
Labridae	<i>Halichoeres brasiliensis</i>	bodão verde								1	1	0,0%
	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budão-rei	3	2		1	2	1			9	0,4%
	<i>Halichoeres sazimai</i>	bodão de Sazima								3	3	0,1%
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	tainha	1								1	0,0%
Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	saramunete ou beija-moça	1	4		8	2				15	0,6%
Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus vespertilius</i>	peixe-morcego							1		1	0,0%
Pempheridae	<i>Pempheris schomburgkii</i>	Sardinha-do-mar-brabo, Sardinha-curo e Piaba-do-mar			300						300	12,6%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade			6					2	8	0,3%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho		1			4				5	0,2%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	1				4	5	4		14	0,6%
Priacanthidae	<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	Olho de cão das pedras, olho de vidro						50			50	2,1%
Sciaenidae	<i>Pareques acuminatus</i>	chapéu alto, peixe-burro, cubbyu, peixe-fita de Steindachner, peixe-fita listrado, peixe-fita listrado ou tambor listrado					1				1	0,0%
Serranidae	<i>Epinephelus marginatus</i>	Garoupa-verdadeira								1	1	0,0%
Sparidae	<i>Diplodus argenteus</i>	Peixe Marimbá		2			1	20			23	1,0%
Synodontidae	<i>Synodus intermedius</i>	Peixe-lagarto-do-raso					1				1	0,0%

Tabela 6.43 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 7 da Ilha Anchieta.

Ponto 7												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Acanthuridae	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirurgião, Barbeiro		1							1	0,0%
Ballistidae	<i>Ballistes capriscus</i>	Peixe-porco				1			5	25	31	1,2%
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca	1	4			2				7	0,3%
Carangidae	<i>Carangoides crysos</i>	Xaréu-pequeno						4			4	0,2%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta							2		2	0,1%
Dasyatidae	<i>Dasyatis hyoistigma</i>	Raia Pregó							1		1	0,0%
Gobiinae	<i>Elacatinus figaro</i>	Góbio-nêon ou nêon	1								1	0,0%
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo de beijo							1		1	0,0%
	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema			1					2	3	0,1%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	500	815	150	100	70	200	252	100	2187	83,4%
	<i>Haemulon parra</i>	Biquara	5	3		5	25	5			43	1,6%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçá	1		1	1		1	5		9	0,3%
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i>	patruça, preguiçosa, salema-do-brasil e pirangica			1					6	7	0,3%
Labridae	<i>Halichoeres brasiliensis</i>	bodião verde								1	1	0,0%
	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	1	1			2			5	9	0,3%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade					2		22	1	25	1,0%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	48	1	98	5	6	6	3	10	177	6,8%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	20	3	13		4	2	10	13	65	2,5%
Scaridae	<i>Sparisoma axillare</i>	Peixe-Papagaio-Cinza								1	1	0,0%
Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i>	corvina de recife ou corvina marrom de olhos grandes	5		12	8		11			36	1,4%
	<i>Pareques acuminatus</i>	chapéu alto, peixe-burro, cubbyu, peixe-fita de Steindachner, peixe-fita listrado, peixe-fita listrado ou tambor listrado				1					1	0,0%
Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão	3	2			2		1	1	9	0,3%

Tabela 6.44 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 8 da Ilha Anchieta.

Ponto 8												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Acanthuridae	Acanthurus bahianus	Cirurgão, Barbeto, Acauana cinza		3	1	1				1	6	0,5%
	Acanthurus chirurgus	Cirurgão, Barbeto	1								1	0,1%
Balistidae	Balistes capricus	Peixe-porco					1				1	0,1%
Blenniidae	Parablennius sp	Maria da toca			11						11	0,9%
Chaetodontidae	Chaetodon striatus	Borboleta listrada, Peixe Borboleta			2						2	0,2%
Gobiidae	Coryphopterus sp	Amoré, Amoré de vidro						7	1		8	0,7%
Haemulidae	Anisotremus surinamensis	Sargo de bico	2								2	0,2%
	Anisotremus virginicus	Saiaia	1	1	1	2	1			1	7	0,6%
	Haemulon aurolineatum	Cocoroca	250	300			65	50	50	200	975	81,9%
	Haemulon parra	Biquara	5			1	8		6		20	1,7%
Holocentridae	Holocentrus adscensionis	Jaguareça		1	1	1					3	0,3%
Kyphosidae	Kyphosus sectatrix	patruça, preguçosa, saiaia-do-brasil e pirangica			1						1	0,1%
Labridae	Bodianus rufus	Bodão-papagaio		1							1	0,1%
	Halichoeres brasiliensis	bodão verde				1					1	0,1%
	Halichoeres poeyi	Budão-rei	1			1			1		3	0,3%
Labrisomidae	Malacoctenus sp	Macaquinho comum			2						2	0,2%
Luftanidae	Luftanus synagris	Anacoó, anacoó, anacoó, anacoó, baiaia, caranho-verdadeiro, cicrinha, siuquira, vermelho-anacoó, vermelho-verdadeiro								1	1	0,1%
Mullidae	Pseudupeneus maculatus	saramunete ou beja-moça	3	7					1	3	14	1,2%
Pomacanthidae	Pomacanthus paru	Peixe-frade	1	2		1	1	1		1	7	0,6%
Pomacentridae	Abudefduf saxatilis	Sargentinho	5	25	4		6	7	6		53	4,5%
	Stegastes fuscus	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	8	5	10	8	11	5	5	1	53	4,5%
	Stegastes variabilis	Donzela-cacau				1					1	0,1%
Scaridae	Sparisoma axillare	Peixe-Papagaio-Cinza			1	1					2	0,2%
Sciaenidae	Pareques acuminatus	chaplu alto, peixe-burro, cuboyu, peixe-fita de Steindachner, peixe-fita listrado, peixe-fita listrado ou tambor listrado			1						1	0,1%
Serranidae	Epinephelus marginatus	garoupa-verdadeira				1					1	0,1%
Sparidae	Diplodus argenteus	Peixe Marimbá			1		3			9	13	1,1%
Tetraodontidae	Sphoeroides spengleri	Baiaçu			1						1	0,1%

No levantamento da ictiofauna realizado no ponto 1 (Tabela 6.37) foram encontrados 769 indivíduos, classificados em 15 famílias diferentes. Dentre as espécies encontradas, a Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae, que representa mais da metade dos indivíduos encontrados, totalizando 496 indivíduos, sendo predominante tanto no raso quanto no fundo, representando 64% dos indivíduos totais registrados. Além dessa espécie, outras espécies apresentam representatividade significativa como o Sargentinho (*Abudefduf saxatilis*) e o Peixe-donzela (*Stegastes fuscus*) da família Pomacentridae, com 75 e 87 indivíduos identificados, respectivamente.

No ponto 2 (Tabela 6.38) foram encontrados 744 indivíduos, classificados em 14 famílias diferentes. Dentre as espécies encontradas, se destacam a Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae, que representa 49% do total de indivíduos encontrados, sendo a espécie predominante no fundo, e o Peixe-donzela (*Stegastes fuscus*) da família Pomacentridae, que representa 26% do total de peixes encontrados e é a espécie predominante no raso.

Já no ponto 3 (Tabela 6.39) foram encontrados 521 indivíduos, classificados em 17 famílias diferentes. Dentre as espécies encontradas, duas se destacam, a Sardinha-ouro (*Pempheris schomburgkii*) da família Pempheridae, que possui o maior número de indivíduos tanto no raso quanto no fundo, representando 48% dos organismos encontrados, e a Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae, que também tem representatividade significativa na amostragem, sendo a segunda espécie com mais representantes, com 16% do total de indivíduos.

No levantamento da ictiofauna realizado no ponto 4 (Tabela 6.40) foram encontrados 1.841 indivíduos, classificados em 16 famílias diferentes. Dentre as espécies encontradas, a *Haemulon aurolineatum* da família Haemulidae, representa mais da metade dos indivíduos encontrados (aproximadamente 55%), totalizando 1.014 indivíduos, sendo a espécie predominante tanto no raso quanto no fundo. Além dessa espécie, outras apresentam, apesar que menor, representatividade significativa na malha amostral, como o Peixe-cirurgião (*Acanthurus chirurgus*) da família Acanthuridae, a Preguiçosa (*Kyphosus sectatrix*) da família Kyphosidae e a Sardinha-ouro (*Pempheris schomburgkii*) da família Pempheridae.

No ponto 5 (Tabela 6.41) foram encontrados 482 indivíduos, classificados em 13 famílias diferentes. Dentre as espécies encontradas, a Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae, representa mais da metade dos indivíduos encontrados (aproximadamente 52%), totalizando 250 indivíduos, sendo a espécie predominante tanto no raso quanto no fundo. Além dessa espécie, o Sargentinho (*Abudefduf saxatilis*) da família Pomacentridae é a espécie com a segunda maior frequência de avistamentos, sendo encontrados 105 indivíduos, que representa 22% do total de avistamentos.

No ponto 6 (Tabela 6.42) foram registrados 2.380 indivíduos, classificados em 20 famílias diferentes. Dentre as espécies encontradas, novamente se destaca a Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae, que possui o maior número de indivíduos, representando 76% dos organismos encontrados, sendo a espécie predominante tanto no raso quanto no fundo. Além desta, a Sardinha-ouro (*Pempheris schomburgkii*) da família Pempheridae também tem representatividade na amostragem, sendo a segunda espécie com mais representantes, com 13% do total de indivíduos.

No levantamento da ictiofauna realizado no ponto 7 (Tabela 6.43) foram encontrados 2.621 indivíduos, classificados em 16 famílias diferentes. Assim como no ponto 5, a Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae, representa mais da metade dos indivíduos encontrados, totalizando 2.187 indivíduos, constituindo 83% do total de peixes avistados, sendo a espécie predominante tanto no raso quanto no fundo. Além dessa espécie, o Sargentinho (*Abudefduf saxatilis*) da família Pomacentridae é a espécie de segunda maior frequência de avistamentos, com 177 indivíduos encontrados, que representa 7% do total de avistamentos.

O levantamento da ictiofauna do ponto 8 (Tabela 6.44) apresentou 1.191 indivíduos, que foram distribuídos entre 19 famílias. Entre as espécies encontradas, a Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae, representa novamente mais da metade dos indivíduos encontrados, contabilizando 975 indivíduos, ou seja, 82% do total de peixes avistados, sendo a espécie predominante tanto no raso quanto no fundo. Além desta, o Sargentinho e o Peixe-donzela apresentaram o mesmo número de indivíduos, ficando ambos em segundo lugar em relação à frequência de avistamentos, com 53 indivíduos encontrados, ou seja, 5%.

A Figura 6.24 mostra que, assim como a Ilha das Couves, a Ilha Anchieta apresentou uma significativa predominância da família Haemulidae no censo visual realizado, contabilizando sozinha cerca de 70,79% dos indivíduos observados. As demais famílias foram consideravelmente menos frequentes, visto que as próximas famílias elencadas com maior frequência são Pomacentridae e Pempheridae, representando 9,28% e 8,09% dos organismos avistados, respectivamente.

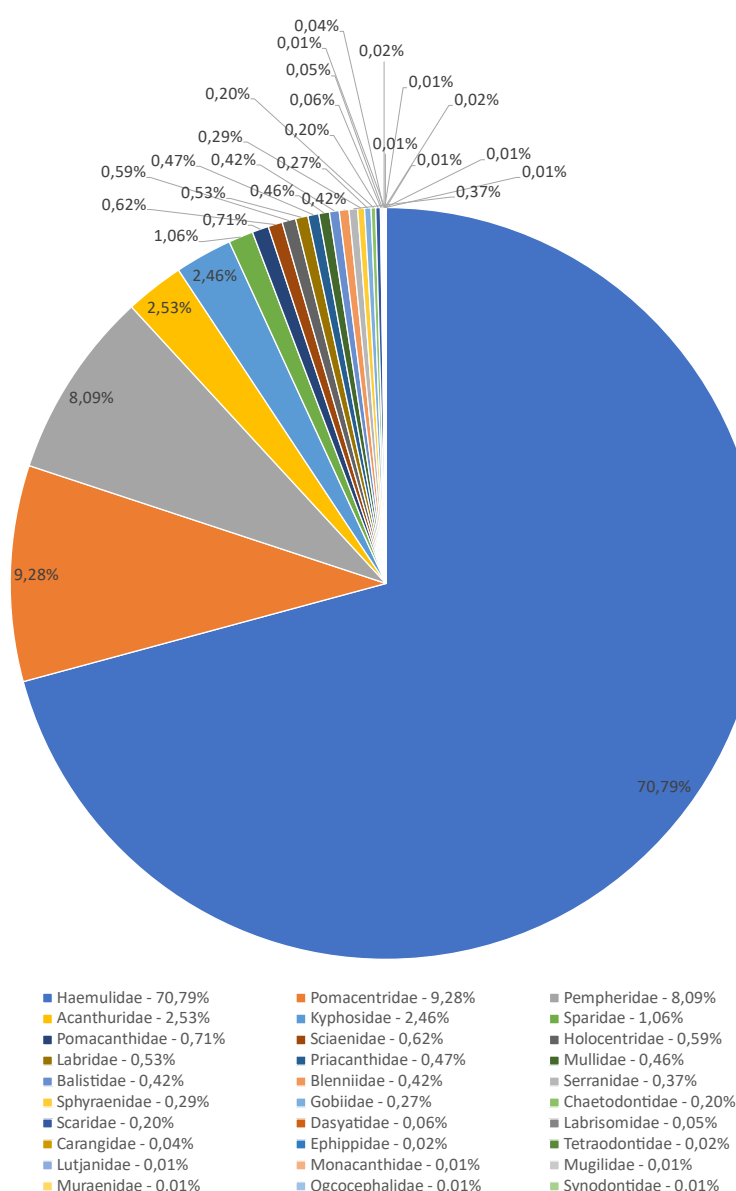


Figura 6.24 Gráfico de distribuição das famílias da ictiofauna encontradas na Ilha Anchieta.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

W. S. M.

Responsável

Revisão 03

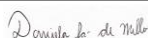
07/2024

6.2.3.1. Classe de Tamanho

A Figura 6.25 e a Tabela 6.45 representam a quantidade e o tamanho dos indivíduos avistados durante a amostragem. Pode-se observar que o ponto 7 foi o que mais apresentou indivíduos, seguido pelo ponto 6 e 4, respectivamente. O ponto 3 foi o que menos apresentou indivíduos, seguido pelos pontos 5, 1 e 2, esses dois últimos apresentando essencialmente a mesma quantidade.

Os dados indicam que em todos os pontos houve predominância de indivíduos de 5 a 10 cm, não tendo sido encontrados organismos menores que 5 cm. Os pontos 1, 2, 3 e 8 tem como predominante após essa faixa de tamanho, peixes que variaram de 10 a 20 cm, enquanto os pontos 4, 5, 6 e 7 tem os peixes de 20 a 30 cm como predominantes. Em todos os pontos foram avistados peixes maiores (> 40 cm), os pontos 1, 4, 5, 6 e 7 apresentaram uma maior quantidade de organismos desse tamanho, enquanto os demais apresentaram apenas um organismo.

Entre as classes de tamanho, a espécie que mais foi encontrada em ambas as faixas de 5 a 10 cm e de 10 a 20 cm foi a *Haemulon aurolineatum*. Tratam-se de indivíduos jovens dessa espécie de cocoroca, em sua maioria na faixa de 5 a 10 cm, mas também foi registrada a ocorrência de adultos, porém em quantidade inferior. É uma espécie abundante e comum em ambientes recifais (CAMPOS et al., 2010; NETO et al., 2019). Enquanto para a faixa de 30 a 40 cm a espécie predominante foi a *Kyphosus sectatrix* e para a faixa de maiores de 40 cm foi a *Mycteroperca acutirostris*.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

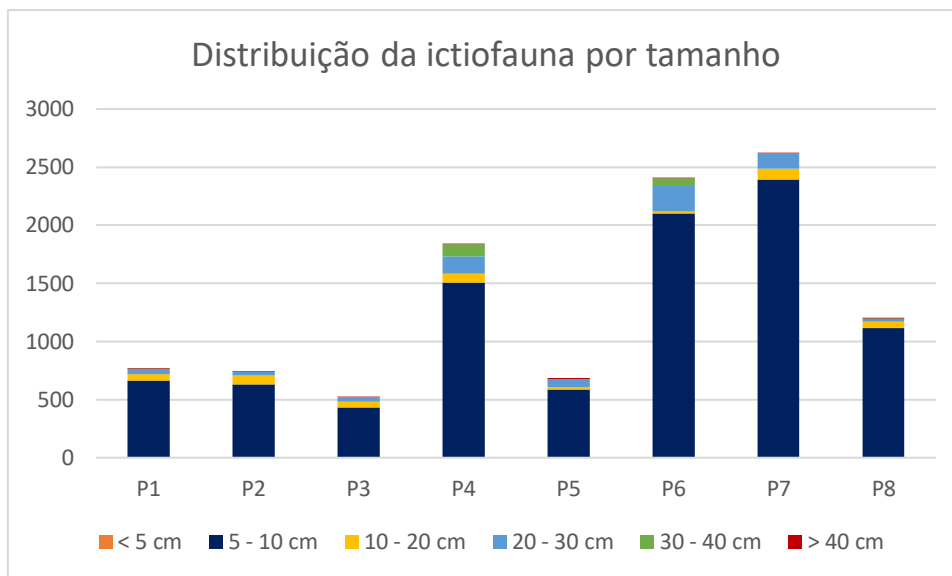


Figura 6.25 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha das Anchieta.

Tabela 6.45 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha Anchieta.

Ilha Anchieta							
Profundidade	Ponto	Total de indivíduos	5 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 30 cm	30 - 40 cm	> 40 cm
Raso	P1	247	210	11	21	0	5
	P2	195	156	19	19	0	1
	P3	308	235	50	21	2	0
	P4	1006	786	12	108	99	1
	P5	548	510	10	11	9	8
	P6	904	855	11	32	3	3
	P7	1812	1713	82	14	3	0
	P8	685	660	12	9	3	1
Fundo	P1	522	454	46	19	3	0
	P2	449	376	59	14	0	0
	P3	212	195	2	13	1	1
	P4	835	721	67	36	7	4
	P5	137	79	7	51	0	0
	P6	1506	1246	3	191	63	3
	P7	809	682	8	112	2	5
	P8	515	456	44	15	0	0

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

6.2.3.2. Categoria Trófica

A Figura 6.26 e a Tabela 6.46 apresentam a classificação dos peixes registrados quanto sua categoria trófica. As espécies de peixes são classificadas em diferentes grupos tróficos, de acordo com sua dieta principal: MCAR = Carnívoros: que se alimentam de outros peixes e de grandes invertebrados como lagostas e caranguejos; MINV = Invertívoros móveis: se alimentam de pequenos invertebrados móveis e de alto valor calórico, como moluscos, pequenos crustáceos e poliquetas; SINV = Invertívoros sésseis: se alimentam de animais sésseis, geralmente de baixo valor calórico, como ascídias, corais, hidrozoários, zoantídeos e esponjas; OMIN = Omnívoros: se alimentam de uma variedade de organismos animais e vegetais; PLAN = Planctívoros: alimentam-se de macro e micro-zooplâncton; HEV = Herbívoros vagueadores: peixes não-territoriais que se alimentam de algas em tufo, macroalgas e detritos; HET = Herbívoros territoriais: com uma dieta composta principalmente de algas em tufo, defendidas vigorosamente em um território (MAArE, 2017).

Os peixes que se alimentam de pequenos invertebrados com alto valor nutricional como moluscos e crustáceos foram maioria entre os registrados na Ilha Anchieta, com 74% do total, seguidos dos planctívoros, que se alimentam de macro e micro-zooplâncton, com 8% das ocorrências (Figura 6.26).

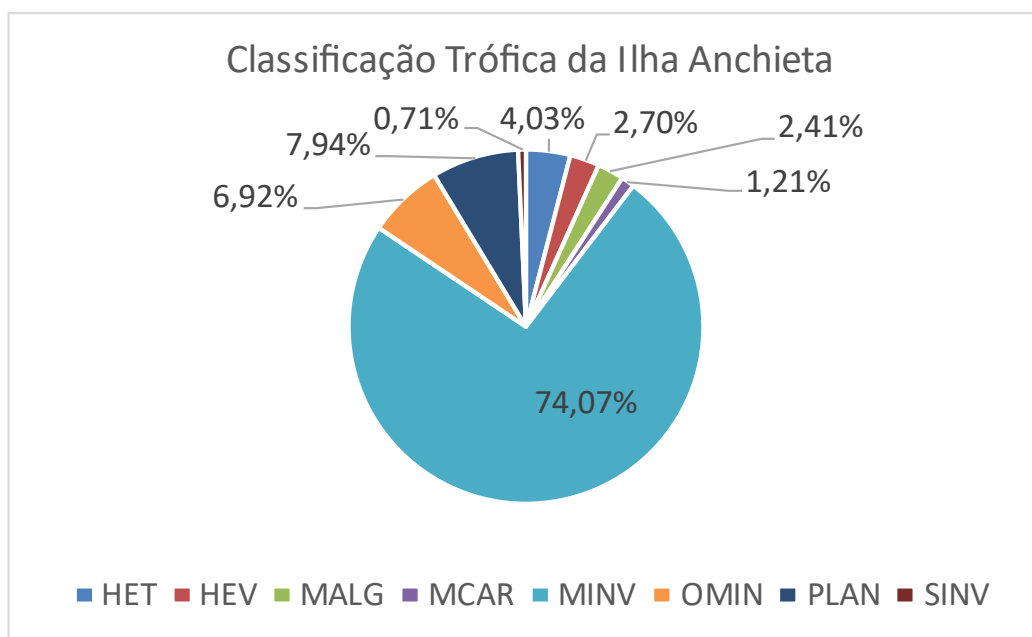


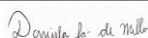
Figura 6.26 Classificação trófica da ictiofauna da Ilha Anchieta.

Tabela 6.46 Classificação dos peixes registrados na Ilha Anchieta quanto sua categoria trófica. MCAR = Carnívoros; MINV = Invertívoros móveis; SINV = Invertívoros sésseis; OMIN = Omnívoros; PLAN = Planctívoros; HEV = Herbívoros errantes; HET = Herbívoros territoriais.

Ilha Anchieta																																		
Espécie	Nome Popular	Classificação Trófica	Ponto 1								Ponto 2								Ponto 3								Ponto 4							
			A		B		C		D		A		B		C		D		A		B		C		D		A		B		C		D	
			Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso
<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	OMIN	15	10			15	4	15	16			2			5			9		5		35	5					3	45	5		11	
<i>Acanthurus bahianus</i>	Cirurgião, Barbeiro, Acarauna cinza	HEV								2									8						2									
<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirurgião, Barbeiro	HEV																	15						9	2	1		5				200	3
<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo de beloço	MINV							3												6		1		1					5		1		
<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema	MINV	5	1		1	1					1	1	2					10				1	2	2	2	2		1	1	2	1	27	
<i>Balistes capriciscus</i>	Peixe-porco	OMIN																				1												
<i>Bodianus rufus</i>	Budião Papagaio	MINV								2	1		2				6																	
<i>Cantherines macrocerus</i>	Porquinho pintado	OMIN				1																												
<i>Carangoides crysos</i>	Xarelete, Carapau	MCAR																																
<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta	SINV				2								1			2		3															
<i>Chromis multilineata</i>	Tesourinha	PLAN																																
<i>Coryphopterus sp</i>	Amoré, Amoré de vidro	MINV									3			2																				
<i>Diplodus argentus</i>	Marimbá	OMIN																			5						2	25	10		19		4	
<i>Elacatinus figaro</i>	Neon, Neon gôbi	MINV																	1															
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca, Corcoroca	MINV	51	50	160		50	50	120	15	300	1			1	8	45	7	80				2				5	69	29	204	207	300		200
<i>Haemulon parra</i>	Biquara	MINV	3				3	1			2				1		1								1									
<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	MINV		2	1	1		1			1	2	1																					
<i>Halichoeres sazimai</i>	Budião de Sazima	MINV																																
<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareça	MINV		1	2				3				1			2	1	3	5		3		2	1	3			2	2		2	1		
<i>Kyphosus sectatrix</i>	Pirajá	MALG			1				1										5								95			35	35	55		
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>	Maria da toca	MINV																																
<i>Malacoctenus sp</i>	Macaquinho comum	MINV														2																		
<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-mira	MCAR							5	1	1						1	1									1		4		2	0		
<i>Odontoscia dentex</i>	Pescada de Pedra	MCAR							5	5				4											1									
<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca	OMIN			2	8				1					1									1		2			1					
<i>Pareques acuminatus</i>	Maria Nagô (adulto), Anteninha	MINV													1								1		2									
<i>Pempheris schomburgki</i>	Barrigudinha, papudinha	PLAN															3	100							150							200		
<i>Pomacanthus paru</i>	Frade ou Paru	SINV							1		5	2	4	1		6					9		1				1			1				
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	Trilha, Salmonete	MINV	3						4	1	1				1		3															6		
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	Budião Azul	HEV																																
<i>Scarus trispinosus</i>	Miriguita Pirucala	MINV																			2				2									
<i>Serranus flaviventris</i>	Budião Batata	HEV	2	5					1				3		2				1								1		1					
<i>Sparisoma axillare</i>	Baiacu-mirim	MINV																										1						
<i>Sphaeroides spengleri</i>	Bicuda	MCAR					1	30																										
<i>Sphyaena guachancho</i>	Donzela, Donzelinha	HET	6	19	4	10	14	11	4	19	37	55	10	35	9	25	7	12	1	5		5	2	5	3					0				
<i>Stegastes fuscus</i>	Donzela, Donzelinha	HET																																
<i>Stegastes variabilis</i>	Peixe lagarto	MCAR																																

6.2.4. Bentos de Substrato Consolidado

Na Ilha Anchieta foram registrados 10.329 indivíduos bentônicos de substrato consolidado, durante a realização dos levantamentos nos transectos, além de mais 701 crustáceos observados na busca ativa em tocas e fendas (Tabelas 6.47 e 6.48). Entretanto, cerca de 95% da abundância registrada nos transectos foram da espécie *Echinometra lucunter*, equinodermo abundante na Ilha Anchieta e nas demais ilhas avaliadas nesta AER. O segundo organismo bentônico mais abundante nessa área foram os ermitões (*Paguroidea* spp.), seguidos pela estrela-do-mar da espécie *Linckia guildingi*.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.47 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha Anchieta durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, utilizando a técnica de amostragem em transectos com censo visual.

Táxons	Morfortipos	Ilha Anchieta																									
		Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3			Ponto 4			Ponto 5			Ponto 6			Ponto 7			Ponto 8			Total Ilha Anchieta	
		Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total		
Cnidaria														2		2										2	
	Gorgoniidae sp.													2		2										2	
Crustacea		57	20	77	16	4	20	12	88	100	31	69	100	17	25	42	9	18	27		10	10	78	1	79	455	
	Paguroidea spp.	55	14	69	8		8	12	88	100	31	68	99	14	20	34	5	18	23		10	10	76		76	419	
	Portunidae spp.		1	1								1	1		5	5									7		
	Stenorhynchus seticornis	2	5	7	8	4	12							3		3	4		4				2	1	3	29	
Echinodermata		132	612	744	33	83	116	204	966	1170	249	758	1007	879	747	1626	1329	963	2292	644	968	1612	147	1141	1288	9855	
	Crinoidae spp.		6	6					1	1		3	3		1	1	2	2	4	10		10		2	2	27	
	Echinometra lucunter	100	594	694	19	82	101	187	963	1150	212	753	965	857	731	1588	1326	951	2277	630	967	1597	145	1137	1282	9654	
	Eucidaris tribuloides	11	3	14	6		6	1		1	12	2	14		1	1				2	1	3	1	2	3	42	
	Linckia guildingi				8	1	9				19		19	20		20		8	8	2		2				58	
	Lytechinus variegatus	10	9	19							2		2													21	
	Stichopus hermanni	11		11				16	2	18	4		4	2	14	16	1	2	3				1		1	53	
Mollusca																				3	4	7	9	1	10	17	
	Mollusca spp.																			2	4	6		1	1	7	
	Pectinidae spp.																			1		1	9		9	10	
	Total Transectos	378	1264	1642	98	174	272	432	2108	2540	560	1654	2214	1796	1544	3340	2676	1962	4638	1294	1964	3258	468	2286	2754	10329	

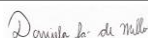
Tabela 6.48 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha Anchieta durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, pela técnica da busca ativa por crustáceos em tocas ou fendas, em áreas de 4 m².

Metodologia Coleta	Táxons	Morfortipos	Ilha Anchieta		
			Raso	Fundo	Total
	Crustacea		382	319	701
B A u t s i c v a a		Brachyura spp.	7		7
		Clibanarius sp	354	296	650
		Stenorhynchus seticornis	21	23	44
	Total Busca Ativa		382	319	701

Um total de 12 espécies foram registradas nessa região pelo levantamento dos transectos, representados majoritariamente pelo filo Echinodermata, seguido pelos crustáceos. Os filos Mollusca e Porifera também foram registrados na Ilha Anchieta.

Os dados do levantamento por transectos mostraram uma uniformidade em relação a abundância relativa de espécies, quando analisados separadamente, especialmente devido à grande dominância dos ouriços-comuns.

Nos pontos 7 e 8 foram registrados os únicos exemplares de moluscos, incluindo bivalves da família Pectinidae, podendo ser essa área um possível habitat adequado para esse grupo (Figura 6.27).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.49 Abundância relativa dos animais observados nos transectos realizados na Ilha Anchieta

Morfortipos	P1 Fundo	P1 Raso	P2 Fundo	P2 Raso	P3 Fundo	P3 Raso	P4 Fundo	P4 Raso	P5 Fundo	P5 Raso	P6 Fundo	P6 Raso	P7 Fundo	P7 Raso	P8 Fundo	P8 Raso	Total Ilha Anchieta
Gorgoniidae sp.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,22%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%
Paguroidea spp.	29,10%	2,22%	16,33%	0,00%	5,56%	8,35%	11,07%	8,22%	1,56%	2,59%	0,37%	1,83%	0,00%	1,02%	32,48%	0,00%	4,06%
Portunidae spp.	0,00%	0,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	0,00%	0,65%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%
<i>Stenorhynchus seticornis</i>	1,06%	0,79%	16,33%	4,60%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,33%	0,00%	0,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,85%	0,09%	0,28%
Crinoidea spp.	0,00%	0,95%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	0,00%	0,36%	0,00%	0,13%	0,15%	0,20%	1,55%	0,00%	0,00%	0,17%	0,26%
<i>Echinometra lucunter</i>	52,91%	93,99%	38,78%	94,25%	86,57%	91,37%	75,71%	91,05%	95,43%	94,69%	99,10%	96,94%	97,37%	98,47%	61,97%	99,48%	93,47%
<i>Eucidaris tribuloides</i>	5,82%	0,47%	12,24%	0,00%	0,46%	0,00%	4,29%	0,24%	0,00%	0,13%	0,00%	0,00%	0,31%	0,10%	0,43%	0,17%	0,41%
<i>Linckia guildingi</i>	0,00%	0,00%	16,33%	1,15%	0,00%	0,00%	6,79%	0,00%	2,23%	0,00%	0,00%	0,82%	0,31%	0,00%	0,00%	0,00%	0,56%
<i>Lytechinus variegatus</i>	5,29%	1,42%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,71%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%
<i>Stichopus hermanni</i>	5,82%	0,00%	0,00%	0,00%	7,41%	0,19%	1,43%	0,00%	0,22%	1,81%	0,07%	0,20%	0,00%	0,00%	0,43%	0,00%	0,51%
Mollusca spp.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,31%	0,41%	0,00%	0,09%	0,07%
Pectinidae spp.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	0,00%	3,85%	0,00%	0,10%
Total Transectos	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

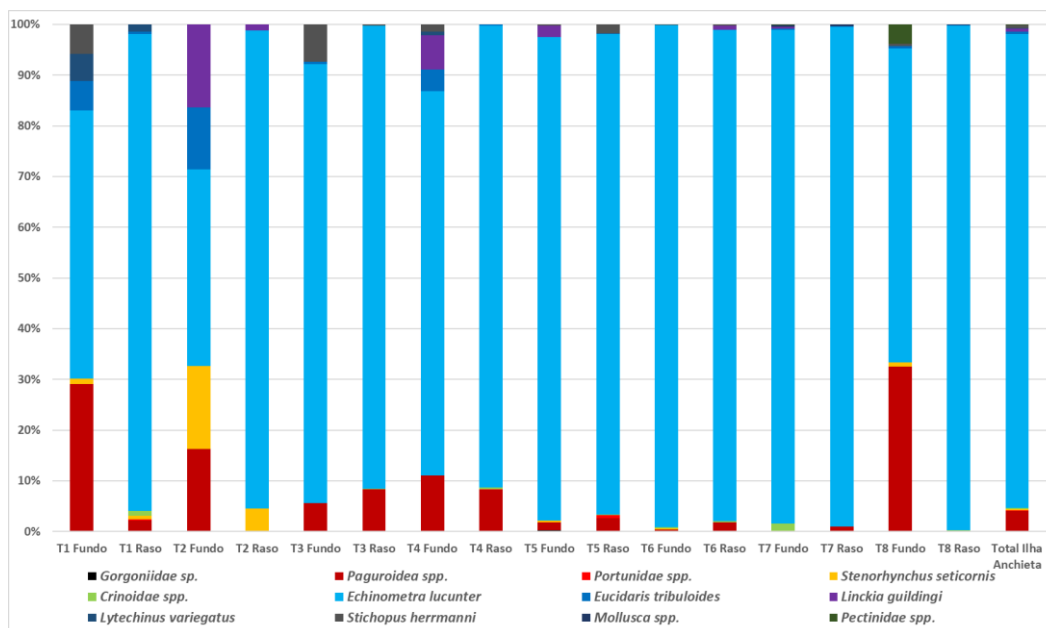


Figura 6.27 Abundância relativa dos animais observados na Ilha Anchieta durante o estudo.

Considerando os padrões de densidade de organismos e sua distribuição nas profundidades, observa-se que na Ilha Anchieta ocorreram 1,61 animais por m^2 quando considerada a metodologia dos transectos e 1,83 ind./ m^2 nas buscas ativas. Em ambos os casos os registros amostrais nas áreas mais rasas apresentaram maior densidade do bentos, com 2,02 ind./ m^2 nos transectos e 1,99 ind./ m^2 na busca ativa. Nos pontos de fundo foram encontradas densidades de 1,2 ind./ m^2 e 1,66 ind./ m^2 , respectivamente (Tabela 6.50).

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.50 Densidade específica do bentos de substrato consolidado na Ilha Anchieta (valores em ind./m²).

Táxons	Morfotipos	Ilha Anchieta		
		4 - 9 m	9 - 18 m	Total
Cnidaria		0,000	0,001	0,000
	<i>Gorgoniidae sp.</i>	0,000	0,001	0,000
Crustacea		0,073	0,069	0,071
	<i>Paguroidea spp.</i>	0,068	0,063	0,065
	<i>Portunidae spp.</i>	0,002	0,000	0,001
	<i>Stenorhynchus seticornis</i>	0,003	0,006	0,005
Echinodermata		1,949	1,130	1,540
	<i>Crinoidae spp.</i>	0,005	0,004	0,004
	<i>Echinometra lucunter</i>	1,931	1,086	1,508
	<i>Eucidaris tribuloides</i>	0,003	0,010	0,007
	<i>Linckia guildingi</i>	0,003	0,015	0,009
	<i>Lytechinus variegatus</i>	0,003	0,004	0,003
	<i>Stichopus herrmanni</i>	0,006	0,011	0,008
Mollusca		0,002	0,004	0,003
	<i>Mollusca spp.</i>	0,002	0,001	0,001
	<i>Pectinidae spp.</i>	0,000	0,003	0,002
Total Transectos		2,024	1,203	1,614

Quanto aos índices de diversidade de Simpson e de Shannon-Wiener na Ilha Anchieta, observa-se uma maior diversidade evidente nas áreas mais profundas, quando comparadas às rasas, assim observado nos pontos 1, 2, 3 4, 7 e 8. A diversidade dos pontos 5 e 6 foram maiores nas áreas rasas (Figuras 6.28 e 6.29). A diversidade foi notadamente inferior no ponto 8, no raso, assim como nos pontos 6 e 7, em ambas as profundidades. Esses pontos se localizam na face Oeste da ilha, onde possivelmente, a hidrodinâmica, a constituição do substrato, ou ainda algum outro fator local possivelmente exerce influência na ocorrência do bentos do substrato consolidado no infralitoral.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

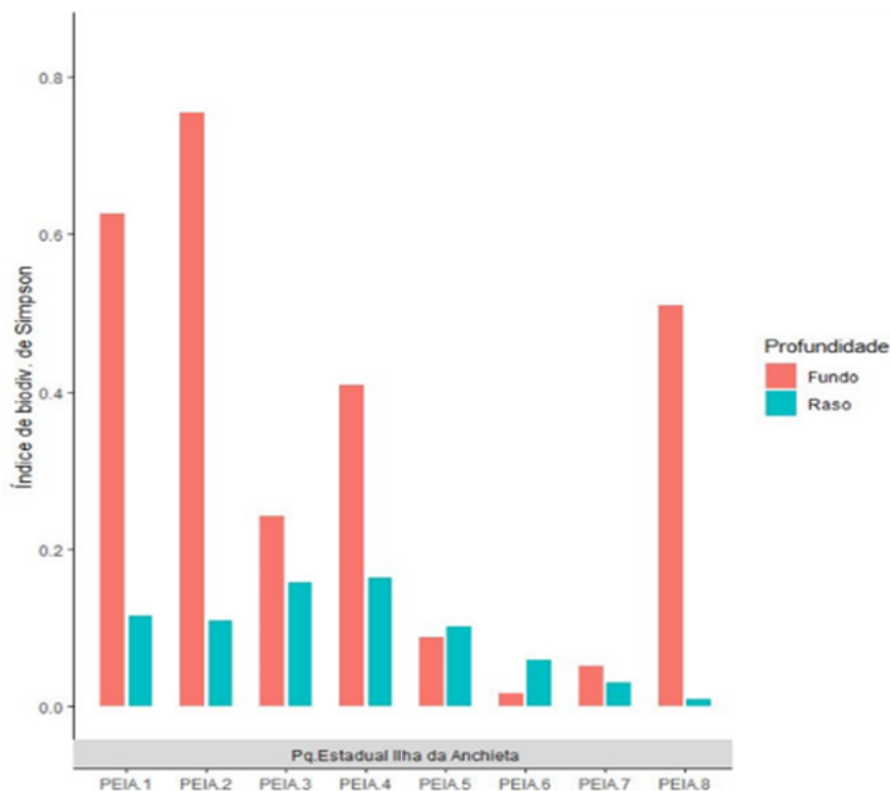


Figura 6.28 Índice de diversidade de Simpson para os dados da Ilha Anchieta.

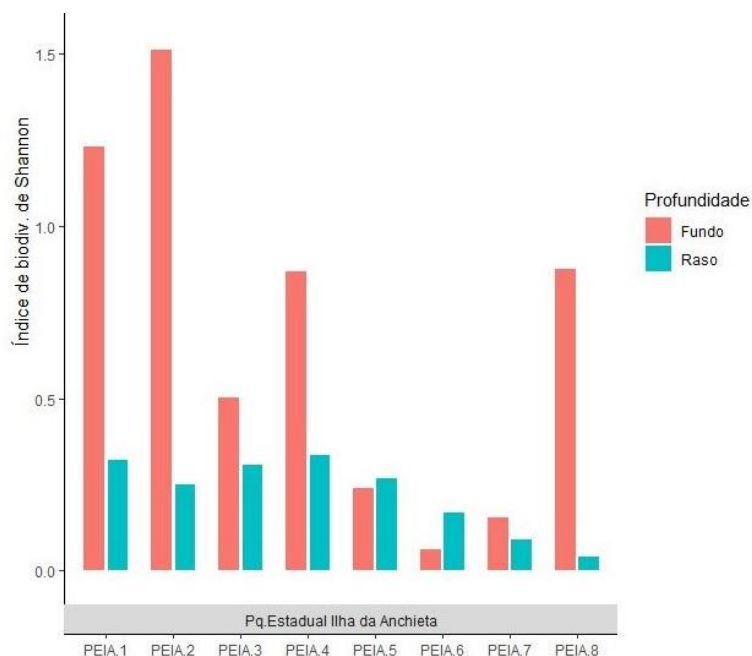


Figura 6.29 Índice de diversidade de Shannon-Wiener para os dados da Ilha Anchieta.

A curva de rarefação com os dados dos transectos é apresentada na figura que segue (Figura 6.30). Percebe-se clara estabilização da curva, indicando que o esforço amostral foi eficiente para a caracterização da biota bentônica do substrato consolidado de infralitoral na Ilha Anchieta.

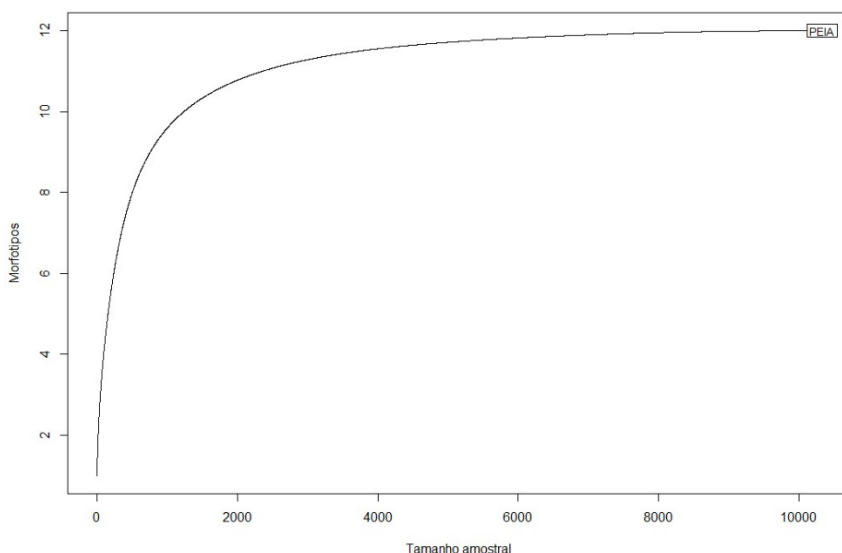


Figura 6.30 Curva de rarefação para os dados dos transectos da Ilha Anchieta.

6.2.4.1. Fotoquadrados

Na Ilha Anchieta, com base na análise dos fotoquadrados, 97,92% dos substratos consolidados apresentavam recobrimento bentônico. Foram registrados 32 morfotipos distintos, sendo 13 formados por algas e 16 por invertebrados, além dos outros 3 correspondentes a “Vazio”, “Indeterminado” e o morfotipo associado “Tapete de Algas e Invertebrados” (Tabelas 6.51 e 6.52).

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.51 Distribuição dos morfotipos registrados para a Ilha Anchieta, pela análise dos fotoquadrados.

Ilha Anchieta									
Morfoespécies	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Média
Anthozoa1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	0,00%	0,42%
Anthozoa4	0,00%	7,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,94%
Ascidiaeae	3,33%	3,33%	5,83%	12,50%	6,67%	3,33%	9,17%	1,67%	5,73%
Carijoa riisei	0,00%	0,00%	1,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,21%
Ceramiaceae	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	0,00%	0,10%
Chlorophyta Incrustante	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	0,10%
Codium intertextum	0,00%	0,00%	0,00%	6,67%	4,17%	0,00%	0,00%	0,00%	1,35%
Corallinaceae	1,67%	4,17%	9,17%	7,50%	25,00%	25,00%	16,67%	5,83%	11,88%
Corallinaceae Incrustante	0,83%	3,33%	1,67%	0,00%	0,00%	3,33%	10,84%	2,50%	2,31%
Corallinaceae/Bacillariophyceae	0,00%	0,00%	8,33%	2,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,35%
Corallinaceae/Dictyotaceae	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,50%	0,00%	0,00%	0,31%
Demospongiae cor amarela	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	0,21%
Demospongiae cor cinza	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	1,67%	0,00%	0,31%
Demospongiae cor laranja	0,83%	0,00%	0,00%	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,21%
Desmapsamma anchorata	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	0,00%	0,83%	0,21%
Dictyota sp.	0,00%	0,00%	0,83%	25,00%	19,17%	5,00%	0,83%	0,00%	6,35%
Didemnidae	0,00%	1,67%	1,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,67%	0,63%
Echinometra lucunter	2,50%	0,00%	0,83%	0,00%	2,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,73%
Galaxauraceae	0,00%	0,00%	2,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,31%
Hydrozoa	7,50%	2,50%	17,50%	2,50%	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%	3,85%
Hydrozoa/Bryozoa	3,33%	3,33%	1,67%	19,17%	5,00%	1,67%	8,33%	0,83%	5,42%
Indeterminado	0,00%	2,50%	0,00%	1,67%	5,00%	2,50%	3,33%	0,83%	1,98%
Mussismilia sp.	8,33%	13,33%	9,17%	0,00%	0,00%	14,17%	4,17%	0,83%	6,25%
Mytilidae	0,00%	0,00%	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	0,52%
Palythoa caribaeorum	6,67%	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,67%	29,17%	40,83%	13,54%
Rhodomelaceae	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%
Rhodophyta Imbricado	1,67%	0,00%	0,83%	0,83%	0,00%	6,67%	0,83%	0,00%	1,35%
Sargassum sp.	16,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,33%	0,00%	0,00%	3,13%
Tapete Algas/Invertebrados	12,50%	14,17%	32,50%	18,33%	18,33%	0,00%	1,67%	11,67%	13,65%
Tapete de Corallinaceae	31,67%	23,33%	0,00%	1,67%	12,50%	7,50%	8,33%	23,33%	13,54%
Tropiometra sp.	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,50%	0,42%
Vazio	0,83%	0,83%	2,50%	0,00%	0,83%	6,67%	0,83%	4,17%	2,08%

Tabela 6.52 Percentual de cobertura dos grandes grupos registrados para a Ilha Anchieta.

Morfotipos	Percentual de Cobertura	
	Raso	Fundo
Invertebrados	54,79	53,33
Algas	40,42	43,33
Vazio	2,71	1,46
Indeterminado	2,08	1,88

Dentre o total de morfotipos, 12 deles correspondem a 86,98% das ocorrências. São eles, em ordem decrescente de abundâncias: Tapete de algas e invertebrados, *Palythoa caribaeorum*, Tapete de Corallinaceae, Corallinaceae, Dictyotaceae, Mussismilia sp., Recobrimento misto de Hydrozoa e Bryozoa arborescentes, Ascidiaeae, Hydrozoa 1, Sargassum sp., Vazio, Corallinaceae Incrustante (gêneros Neogoniolithon, Sporolithon e Mesophyllum). Os 3 primeiros listados dominaram a paisagem marinha, representando 40,73% dos registros.

Dionísio da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

“Corinc” é o rótulo dado a um morfotipo formado por diferentes espécies de algas coralináceas incrustantes, incluindo os rodolitos. Entretanto, a identificação é limitada quando é realizada unicamente por fotoquadrados, dificultando a distinção, mesmo com boa resolução. Não foram identificadas formações de bancos de rodolitos na Ilha Anchieta, e as ocorrências ocasionais do morfotipo “Corinc” são do gênero *Neogoniolithon*.

Outros 23 morfotipos corresponderam a 13,02% das ocorrências nas amostras.

Dentre as algas, o morfotipo “Tapete de Corallinaceae” dominou o substrato consolidado da Ilha Anchieta, com 13,54% das ocorrências.

Entre os morfotipos representados por invertebrados, pode ser observado que 2 deles dominaram o substrato: “Tapete de algas e invertebrados”, com 13,65% dos recobrimentos, em conjunto com o antozoário *Palythoa caribaeorum*, com 13,54% de recobrimento.

Quanto às faixas de profundidade, foram registrados 29 morfotipos nas transecções rasas, distribuídos entre 11 morfotipos exclusivos de algas e 15 exclusivos de invertebrados. Nas transecções do fundo foram registrados 26 morfotipos, sendo 10 exclusivos de algas e 13 de invertebrados.

A Tabela 6.53 apresenta a lista de morfotipos totais, bem como sua porcentagem de recobrimento, enquanto a Tabela 6.54 apresenta somente os registros para algas.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.53 Morfotipos identificados na Ilha Anchieta, com suas respectivas porcentagens de recobrimento.

Morfotipos - Ilha Anchieta			Porcentagem de recobrimento
Alg/Inv	label	Morfoespecies	
Inv	palcar	Palythoa caribaeorum	13,54
Alg	tapcor	Tapete de Corallinaceae	13,54
Alg	sar	Sargassum sp.	3,13
Inv	muss	Mussismilia sp.	6,25
Inv	hydbry	Recobrimento misto composto por Hydrozoa e Bryozoa arborescentes	5,42
Vaz	vaz	Vazio (substrato nú, sem recobrimento biótico, podendo ser sedimento ou rocha)	2,08
Inv	demos	Demospongiae (predomina Desmapsamma anchorata)	0,21
Alg	dic	Dictyotaceae	6,35
Inv	car	Carijoa riisei	0,21
Inv/Alg	tai	Tapete de algas e invertebrados	13,65
Inv	polar	Porifera cor laranja (gêneros Mycale, Haliclona, Hymeniacidon)	0,21
Inv	trop	Tropiometra sp	0,42
Alg	lau	Laurenciaeae	0,10
Ind	ind	Indeterminado	1,98
Alg	cor	Corallinaceae	11,88
Inv	poam	Porifera cor amarela (gênero Hymeniacidon)	0,21
Inv	asc	Ascidaceae	5,31
Inv	ascpt	Ascidaceae preta (gênero Didemnidae) obs.: pode ser porifera gênero Haliclona	0,31
Inv	ascrs	Ascidaceae rosa (possivelmente Polysyncrator amethysteum)	0,10
Alg	corinc	Corallinaceae Incrustante (gêneros Neogoniolithon, Sporolithon, Mesophyllum)	1,98
Inv	hyd1	Hydrozoa 1	3,85
Inv	did	Didemnum sp.	0,63
Inv	biv	Bivalvia	0,52
Inv	ant1	Anthozoa 1	0,42
Inv	ant3	Anthozoa 3 (Rodólito ou o antozoário Madracis decactis)	0,83
Inv	ant4	Anthozoa 4 (possivelmente Madracis decactis)	0,94
Inv	pocin	Porifera cinza (gêneros Mycale, Haliclona, Niphates)	0,31
Inv	echi	Echinometra lucunter	0,73
Alg	rhoi	Rhodophyta Vermelha-Marrom Incrustante	1,35
Alg	choi	Chlorophyta Incrustante	0,10
Alg	corbac	Corallinaceae/Bacillariophyceae	1,35
Alg	cer	Ceramiales	0,10
Alg	gal	Galaxauraceae	0,31
Alg	cordic	Corallinaceae/Dictyotaceae	0,31
Alg	cod	Codiaceae	1,35

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.54 Morfotipos específico para as algas registradas nos fotoquadrados na Ilha Anchieta.

Morfotipos - Ilha Anchieta			
Alg/Inv	label	Morfoespecies	Porcentagem de recobrimento
Alg	tapcor	Tapete de Corallinaceae	13,54
Alg	sar	Sargassum sp.	3,13
Alg	dic	Dictyotaceae	6,35
Inv/Alg	tai	Tapete de algas e invertebrados	13,65
Alg	lau	Laurenciaeae	0,10
Alg	cor	Corallinaceae	11,88
Alg	corinc	Corallinaceae incrustante, (gêneros Neogoniolithon, Sporolithon, Mesophyllum)	1,98
Alg	rhoi	Rhodophyta Vermelha-Marrom Incrustante	1,35
Alg	choi	Chlorophyta Incrustante	0,10
Alg	corbac	Corallinaceae/Bacillariophyceae	1,35
Alg	cer	Ceramiales	0,10
Alg	gal	Galaxauraceae	0,31
Alg	cordic	Corallinaceae/Dictyotaceae	0,31
Alg	cod	Codiaceae	1,35

A curva de rarefação com os dados dos fotoquadrados é apresentada na figura que segue (Figura 6.31). Percebe-se tendência à assíntota, mas ainda com uma pequena inclinação, em fase final de estabilização horizontal da curva, indicando um ligeiro aumento da riqueza em um cenário de ampliação do esforço amostral.

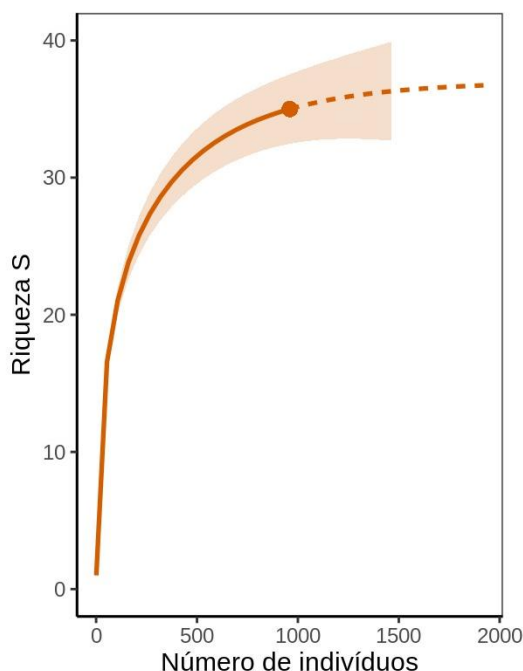


Figura 6.31 Curva de rarefação referente às análises dos fotoquadrados da Ilha Anchieta.

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

6.2.4.2. Cobertura do Substrato

Na Ilha Anchieta, conforme os dados obtidos no método de registros pontuais nos transectos (a cada 0,5 m), a cobertura do substrato dominante foi do povoamento das algas filamentosas (*turfs*), presentes em 1.150 do total de 2.560 pontos de registro, seguido de *Palythoa caribaeorum* (Corais-baba-de-boi), que foi registrado em 575 pontos.

Acompanhando os resultados de abundância total, outras coberturas de substrato abundantes nos costões do infralitoral da Ilha Anchieta foram, respectivamente, algas frondosas (318 pontos), fundos não consolidados de areia (246 pontos, aqui registrado não como cobertura de substratos, mas como registros pontuais significativos nos transectos), algas calcárias articuladas (104 pontos). Outras coberturas dos substratos registrados com frequência foram os Corais-Cérebro da espécie *Mussismilia braziliensis* (68 pontos) e Poríferas de diversas espécies (65 pontos) (Figura 6.32).

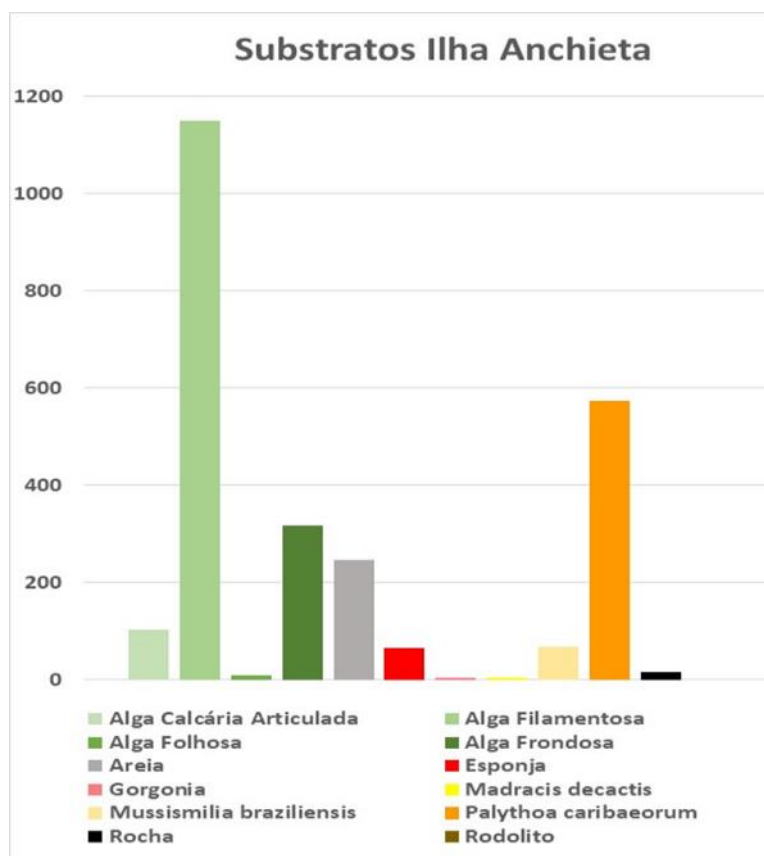


Figura 6.32 Total da abundância absoluta dos substratos amostrados na Ilha Anchieta.

Quanto a abundância relativa total dos substratos encontrados nos pontos amostrados na Ilha Anchieta, os *turfs* representaram 44,9% das ocorrências, seguidos pelas colônias de *Palythoa caribaeorum* (22,5%), das algas frondosas (12,4%) e de substratos dominados por areia (9,6%) (Figura 6.33).

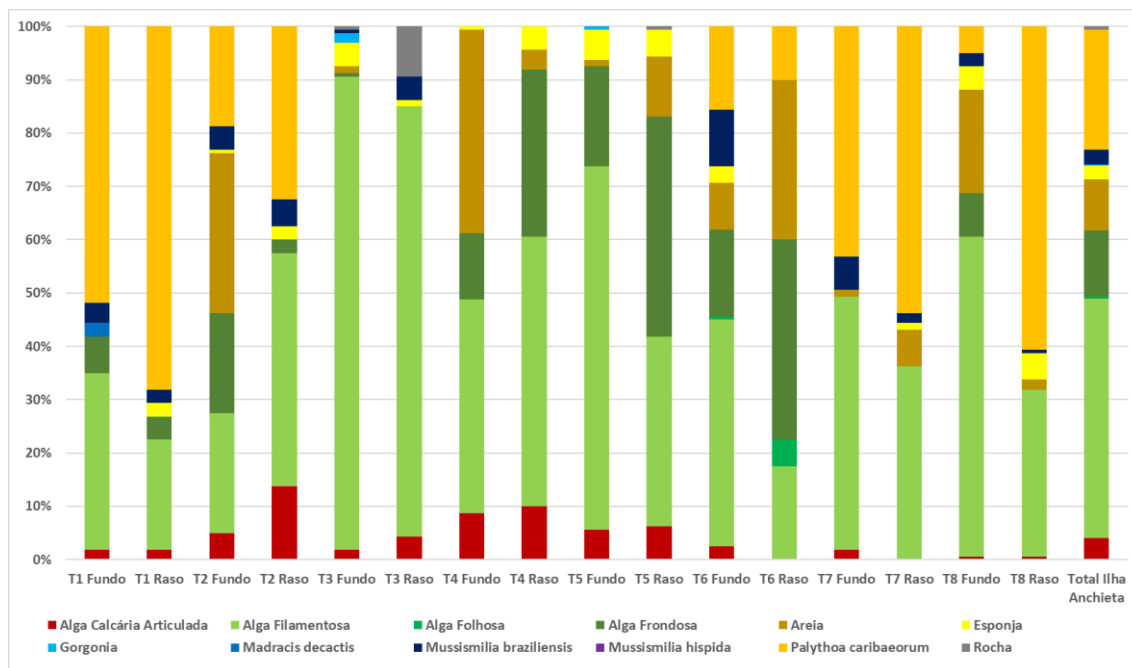


Figura 6.33 Abundância relativa dos substratos em cada um dos pontos amostrados na Ilha Anchieta.

Contudo, existem diferenças marcantes quando observamos a abundância relativa dos substratos ao redor da Ilha Anchieta, quando considerados os transectos individualmente. A presença das algas filamentosas e do coral-baba-de-boi (*Palythoa caribaeorum*) é marcante nos pontos 1, 2, 7 e 8, sendo as algas maioria em 2 e 8 e os cnidários nos outros dois pontos. Entretanto as colônias de *P. caribaeorum* não estão presentes nos pontos 3, 4 e 5, assim como outras espécies de corais, sendo substituídos pelas *turfs* (transecto 3) ou por pontos de substrato inconsolidado arenoso e algas frondosas (transectos 4 e 5). Por fim, o ponto 6 é marcado por um equilíbrio entre os substratos mais abundantes presentes nos demais pontos.

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

6.2.5. Categoria de Substrato

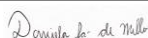
Conforme detalhado no capítulo de procedimentos da AER, a complexidade do substrato em cada ponto foi estimada ao longo dos transectos, sendo classificado em 3 categorias (baixa, média e alta), baseadas principalmente na dimensão das rochas e na presença de tocas. A Tabela 6.55 apresenta a classificação obtida para os 8 pontos avaliados na Ilha Anchieta.

Tabela 6.55 Classificação do substrato na Ilha Anchieta, conforme categorias de complexidade.

Ilha Anchieta		
Ponto	Profundidade	Complexidade do Substrato
P1	raso	médio
	fundo	médio
P2	raso	médio
	fundo	médio
P3	raso	alto
	fundo	alto
P4	raso	alto
	fundo	alto
P5	raso	alto
	fundo	alto
P6	raso	médio
	fundo	médio
P7	raso	médio
	fundo	médio
P8	raso	médio
	fundo	médio

Dos 8 pontos avaliados, 3 deles (pontos 3, 4 e 5) se enquadram como tendo substratos de alta complexidade, enquanto os demais foram classificados como de média complexidade.

As regiões dos pontos 3, 4 e 5 apresentam matacões de tamanho superior, sendo todos esses pontos voltados para Sudeste, refletindo, de algum modo, o hidrodinamismo mais intenso dessa face mais exposta da Ilha Anchieta (Figura 6.34).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024



Figura 6.34 Imagem ilustrativa dos grandes blocos de rochas na porção Leste da Ilha Anchieta.

6.2.6. Espécies Exóticas

Durante o levantamento do bentos, ao longo dos transectos, foram também registradas as ocorrências de espécies exóticas, em especial, do coral-sol (*Tubastraea coccínea* e *Tubastraea tagusensis*), espécie considerada invasora em diferentes localidades do litoral brasileiro.

Os dados de extensão da área das colônias foram registrados em planilha, para posterior análise e classificação das áreas, com base em uma adaptação do Protocolo DAFOR (De PAULA e CREED, 2005; CREED e FLEURY, 2009), cujas ocorrências foram então classificadas como Dominante, Abundante, Frequente, Ocasional e Raro.

Na Ilha Anchieta, *Tubastraea sp* foram registrados no ponto 1 (fundo), ponto 3 (raso) e ponto 8 (raso). Muitas colônias foram observadas, em especial, em P8, novamente nas faces verticais das rochas.

Estimativas durante a atividade sugerem que nos pontos 1 e 3 as ocorrências podem ser classificadas como Ocasional, porém, os registrados realizados no ponto 8 podem classificá-la como Abundante (Figura 6.35). Todavia, as evidentes formações observadas na área, fora da faixa amostral dos transectos, poderiam ser classificadas como de ocorrência Dominante, onde o adensamento das colônias está estabelecido.

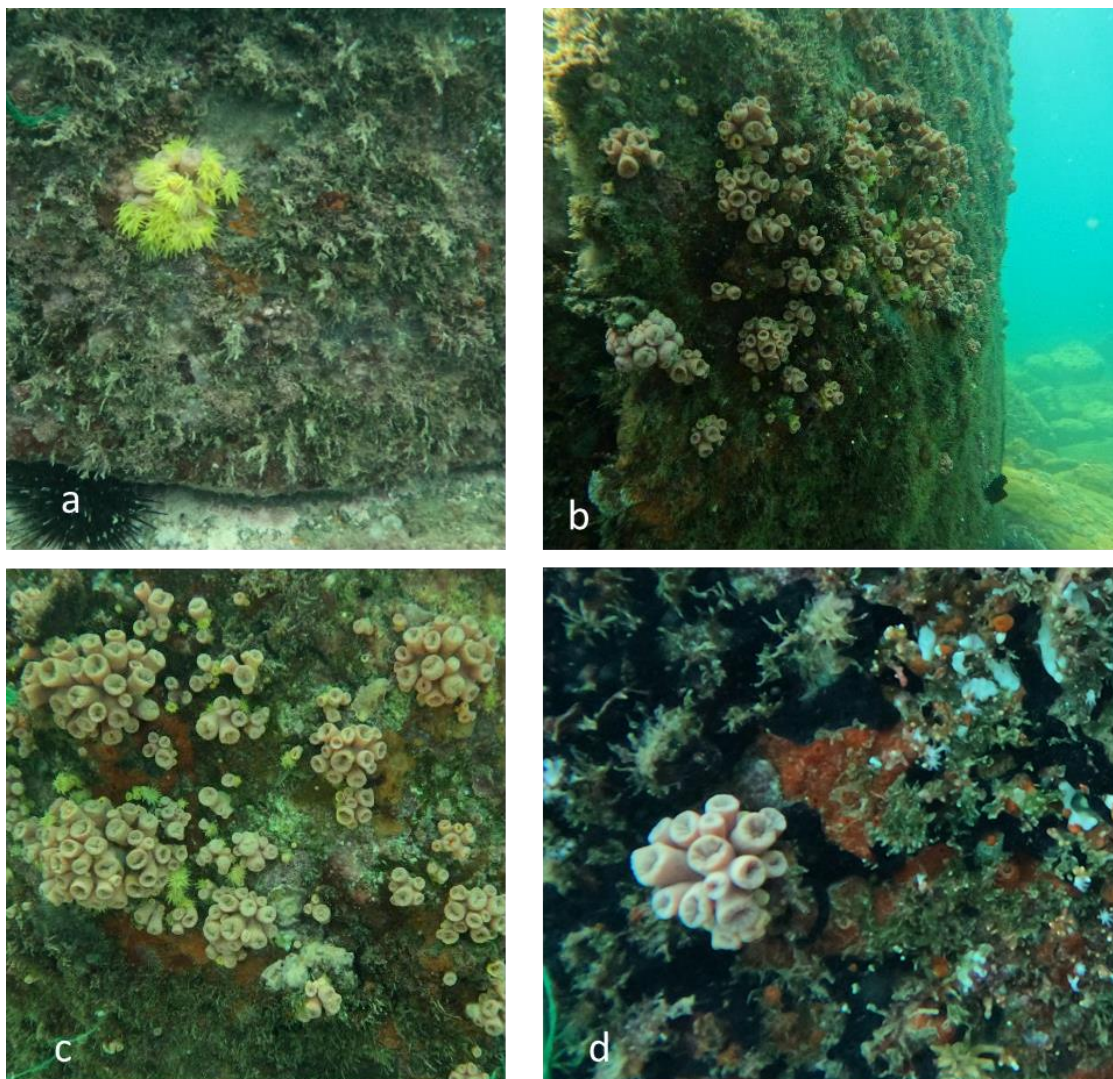


Figura 6.35 Imagens de coral-sol na Ilha Anchieta (a. ponto 1 – fundo; b. ponto 8 – raso; c. ponto 8 – raso; d. ponto 3 – raso).

Tais colônias não foram registradas nos demais pontos, além dos 3 informados, todavia, em especial, no ponto 8, é suficiente para que se possa confirmar a ocorrência de coral-sol na Ilha Anchieta, estando estabelecidos em diferentes níveis de profundidade e densidade de colônias.

O octocoral da espécie *Carijoa riisei* é considerado uma espécie invasora nas águas brasileiras e foi encontrado no ponto 3 da Ilha Anchieta, com 1,67% de recobrimento nesse ponto, pela metodologia dos fotoquadrados. Essa espécie é descrita originalmente para o Caribe, mas pode ser encontrada em uma distribuição contínua da Flórida até Santa Catarina (SILVA e PEREZ, 2002), podendo ocupar áreas com características

abióticas distintas e em diferentes substratos (REES, 1972). *Carijoa riisei*, utiliza majoritariamente a reprodução assexuada e tem rápido crescimento e maturação sexual, favorecendo sua dispersão e competição com outros tipos de corais (SILVEIRA, 1986; KAHNG et al., 2008).

6.2.7. Avifauna

A seguir são apresentados os resultados referentes aos levantamentos de avifauna realizados no Parque Estadual da Ilha Anchieta.

O levantamento de avifauna da Ilha Anchieta mostra que dos 110 indivíduos encontrados, 53% são gaivotões (*Larus dominicanus*) da família Laridae, onde a maior parte dos indivíduos foram registrados pousados. Praticamente a metade dos indivíduos avistados foram registrados em situação de voo, sendo que além dos gaivotões, somente a garça-branca-pequena (*Egretta thula*) da família Ardeidae, foi avistada pousada, com 2 indivíduos registrados (Tabela 6.56 e Figura 6.36).

Tabela 6.56 Resultados dos avistamentos de avifauna na Ilha Anchieta.

Ilha do Anchieta									
Espécies	Família	Nome Popular	Adulto Voando	Adulto Pousado	Juvenil	Filhote	Ninho	Total de Indivíduos	Barco de Pesca
<i>Sicalis flaveola</i>	Thraupidae	Canário-da-terra	5	-	-	-	-	5	não
<i>Chloroceryle americana</i>	Cerylidae	Martim-pescador	6	-	-	-	-	6	
<i>Larus dominicanus</i>	Laridae	gaivotão	4	53	1	-	-	58	
<i>Coragyps atratus</i>	Cathartidae	Urubú	34	-	-	-	-	34	
<i>Troglodytes musculus</i>	Troglodytidae	Curruira	1	-	-	-	-	1	
<i>Coereba flaveola</i>	Coerebidae	Cambacica	2	-	-	-	-	2	
<i>Egretta thula</i>	Ardeidae	Garça-branca-pequena	-	2	-	-	-	2	
<i>Gnorimopsar chopi</i>	Icteridae	Passaro-preto	1	-	-	-	-	1	
<i>Todirostrum poliocephalum</i>	Tyrannidae	Teque-teque	1	-	-	-	-	1	



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

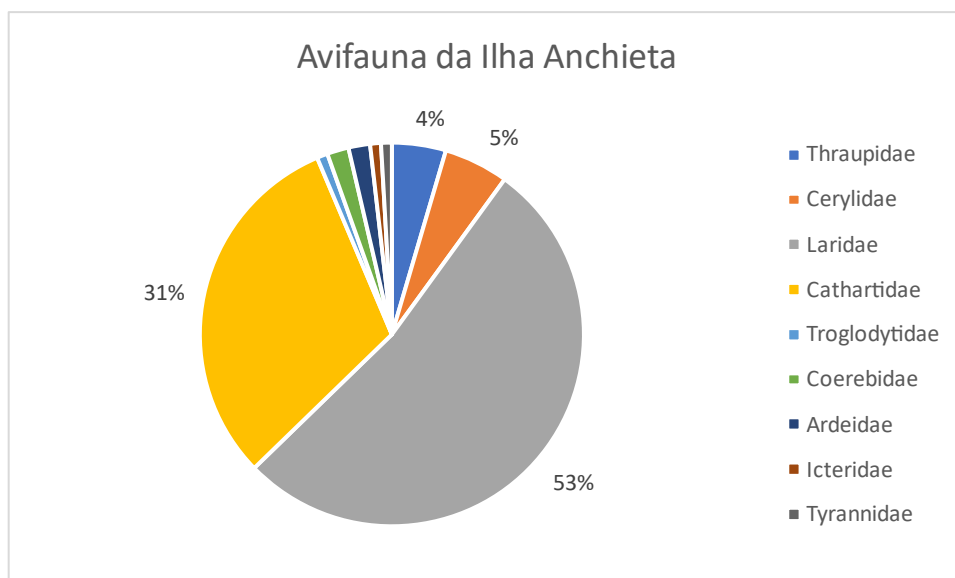


Figura 6.36 Gráfico de distribuição das famílias encontradas no levantamento de avifauna da Ilha Anchieta.

A família Cathartidae, representada pelo urubu da espécie *Coragyps atratus*, também representou uma porcentagem relevante na constituição da avifauna local, representando 31% do total de avistamentos na região (Figura 6.37).

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024



Figura 6.37 Destaque à grande abundância de *Larus dominicanus* na Ilha Anchieta. Adultos e um juvenil em primeiro plano.

6.2.8. Caracterização Complementar

Poletto e Batista (2008) citam que as 6 praias da Ilha Anchieta apresentam variação das frações granulométricas entre areias finas, médias e grossas, com predomínio das médias. São praias dissipativas em sua maioria (exceção à Praia de Sul, que é reflexiva e com declividade que atinge 18°), com declividades que podem variar de 3 a 18°.

Conforme Marquez (2001), os sedimentos coletados há mais de 25 anos em diferentes pontos da Ilha Anchieta, apesar de apontados como não poluídos pela autora, indicavam a presença de metais, mesmo que em concentrações relativamente baixas. As maiores concentrações observadas foram junto ao boqueirão que separa o continente da ilha, local em que a concentração de alguns metais se assemelhou aos sedimentos do interior

do Saco da Ribeira, junto à maior movimentação de embarcações e ocupação humana. Somente o cromo apresentou concentrações próximas do valor indicado para o TEL. A autora correlaciona os resultados com a granulometria e padrão de circulação, citando que, embora a região não fosse considerada poluída, há indícios de sedimentação por metais oriundos de atividades antrópicas na área continental adjacente.

No que se refere à ecotoxicologia, os sedimentos da Ilha Anchieta não possuem histórico de efeitos ecotoxicológicos, sendo, inclusive, utilizados em várias oportunidades como sedimentos de referência, ou controle, em diversos ensaios ecotoxicológicos realizados pelo Instituto Oceanográfico da USP. Cabe verificar, todavia, que tais trabalhos consideraram sedimentos coletados na enseada das Palmas, não a mesma região do ponto que apresentou efeito ecotoxicológico na atual AER (ABESSA et al., 2008; ABESSA et al., 2018). Todavia, há registros de efeitos ecotoxicológicos sutis em amostras de sedimentos coletados na Ilha Anchieta após um pequeno vazamento de óleo diesel decorrente do afundamento de um barco de pesca (FONSECA et al., 2011 apud ABESSA, 2023).

Comunidades bentônicas de substrato consolidado podem ser estudadas por diferentes metodologias, entre elas a abordagem de povoamentos, diferentemente das abordagens destinadas ao registro de espécies. Ghilardi (2007), realizou um estudo nos costões rochosos da Enseada das Palmas, na Ilha Anchieta empregando a metodologia de identificação e descrição dos povoamentos dominantes, com mapeamento de repartições, quantificação de recobrimentos médios e avaliação da composição específica de povoamentos selecionados, se tornando referência na abordagem, já que verificou a possibilidade do método dos povoamentos ser aplicado para caracterização das comunidades de forma rápida. Tal metodologia pode ser aplicada em diferentes estudos, tanto em UCs como em áreas de costões rochosos fora de UC, onde a abordagem povoamentos e fisionomias podem ser empregados em monitoramentos espaço-temporal sistemático de longo prazo. O método de levantamento fisionômico pode ainda ampliar o domínio amostral ao mesmo tempo que minimiza o esforço e a duração dos trabalhos de campo, já que emprega unidades amostrais ao invés de espécies para a caracterização do ambiente. As heterogeneidades podem ser registradas

pela observação de fisionomias, com povoamentos em menor escala representados por espécies estruturantes dominantes, tratando-se de metodologia completar.

No estudo de povoamentos e recobrimento do substrato consolidado da Enseada das Palmas, na Ilha Anchieta, a autora identificou 30 povoamentos, com a maior parte ocorrendo pontualmente, praticamente não alterando sazonalmente em número e repartição horizontal. Bancos de Sargassum apresentaram maior frequência relativa no verão, enquanto no inverno a maior frequência relativa de povoamentos ficou com tapete das algas Amphiroa e Jania. Já a distribuição vertical identificou 4 principais zonas, sendo o banco de Sargassum a mais rasa, seguida pelo tapete de Amphiroa e Jania e pelo tapete de Ectoprocta (Ectoprocta já foi tratado como sinonímia de Briozoários, porém, atualmente, apesar de diferenças fisiomorfológicas, o filo Ectoprocta não é mais aceito, estando inserido em Bryozoa⁶), com povoamentos mais fundos distintos por serem variáveis. Os povoamentos fitobentônicos foram mais representativos no estudo. Análises estatísticas evidenciaram diferentes grupos de povoamentos, provavelmente, tratando de povoamentos com necessidade e exigências ecológicas semelhantes, todavia, há evidências de heterogeneidade, com a observação de padrão dos povoamentos em manchas. Alguns povoamentos são bastante homogêneos quanto a composição específica, como os acima citados, podendo, assim, serem empregados como unidades operacionais mais claras. Já o povoamento de tapete de Gelidiopsis e Hypnea foi o que apresentou mais rico e diverso. No que se refere a micro-heterogeneidade, foram encontradas 66 espécies de algas, com as Rodophytas, em especial, do gênero Sargassum, as mais abundantes dentro dos povoamentos, representando mais de 90% dentro do povoamento classificado como banco de Sargassum.

Pela importância do citado estudo, tanto no aspecto metodológico como pela caracterização dos recobrimentos, julgou-se por bem apresentar como anexo a relação dos povoamentos encontrados na Enseada das Palmas por Ghilardi (2007), de tal forma que poderá contribuir como monitoramento espaço temporal desses povoamentos,

⁶ Segundo o site Word Register of Marine Species - WoRMS, disponível em: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=2601>.

cujas eventuais variações poderão ser associadas a descritores meteoceanográficos, antrópicos ou outros que possam ser quantificados e correlacionados (Anexo E).

Uma histórica publicação científica sobre ictioplâncton na Ilha Anchieta pode ser encontrada no artigo de Matsuura e Nakatani (1979), cujas amostragens ocorreram em 1973 e 1974, com os autores tendo registrado 11 famílias e 26 gêneros de larvas e juvenis de peixes. Os registros relacionaram sazonalidade, marcada por condições ambientais, aos períodos de desova. O artigo trata dos dados para cada família registrada. Interessante verificar que, além de correlações com temperatura da água, foram empregados cartões de deriva para avaliação do deslocamento das correntes, para entendimento dos prováveis locais de desova. A espécie *Eucinomastomus* sp (carapicu) apresentou a maior abundância no estudo, mas sendo registrada principalmente no verão. *Umbrina coroides* ocorreu praticamente durante o ano todo, enquanto *Menticirrhus americanus* ocorreu predominantemente no verão, junto com outras diferentes espécies também abundantes no verão. *Menticirrhus littoralis* foi mais frequente no inverno, sendo, todavia, *Anchoa lyolepis* a espécie mais abundante durante o inverno. O trabalho também apresentou descrições morfológicas de larvas e jovens da Castanha (*Umbrina coroides*).

Neto e colaboradores (2019) estudaram os peixes na Ilha Anchieta, onde foi verificada a importância do local como fonte exportadora desse recurso para áreas do entorno. Da mesma forma que para a presente AER, os autores também se utilizaram de transectos em diferentes pontos da Ilha Anchieta, incluindo substrato consolidado e a zona de interface entre esse e a areia. O estudo registrou 57 espécies de peixes, representantes de 30 famílias. Destas 6 espécies foram incluídas em diferentes graus de ameaça (conforme a Lista Vermelha Internacional das espécies ameaçadas da União Internacional para Conservação de Natureza (IUCN) e a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos), uma vez que são visadas pela pesca comercial, como os Epinephelidae e Lutjanidae. Foram registradas 13 espécies de interesse comercial no estudo.

Talvez a conclusão mais importante do estudo é que o perímetro de proteção de pesca do Parque Estadual da Ilha Anchieta representa uma ferramenta de relevante importância ecológica, por sua riqueza e densidade de peixes, podendo contribuir com

a manutenção da biodiversidade e recuperação de estoques dos recursos pesqueiros explorados na região, evidenciando um claro benefício ecológico e socioeconômico das unidades de conservação.

Souza e colaboradores (2018) também estudaram a ictiofauna recifal da Ilha Anchieta, tanto por observações em senso visual por mergulhos, por coleta em redes de arrasto como também por revisão bibliográfica, incluindo dados não publicados. O estudo registrou 103 espécies de peixes recifais na ilha, com representantes de 50 famílias. Dentre essas, Hemulidae foi a que apresentou maior número de espécies, seguida por Epinephelidae, Pomacentridae, Carangidae e Tetradontidae. 67% das espécies registradas estão incluídas nas listas de espécies ameaçadas, inclusive, com 24% delas nas categorias Criticamente em Perigo, em Perigo, Vulnerável e Quase Ameaçadas. Os autores reforçam a necessidade de ampliação da rede de áreas protegidas marinhas no Brasil.

Já Cunningham e Saul (2004) instalaram recifes artificiais na Enseada das Palmas, na ilha Anchieta para a avaliação da sua ocupação por peixes. Percebeu-se que diferentes fatores influenciaram a ocupação, principalmente os fatores bióticos, entretanto, a disponibilidade de abrigo também foi notada. Foram registradas 19 espécies de 14 famílias nas estruturas, incluindo muitos recrutas, como *Haemulon* muito pequenos buscando abrigo nas estruturas. Análises possibilitaram verificar indivíduos solitários e associações de peixes em cavidades, com os representantes da ictiofauna ocupando de forma diferenciada as estruturais consolidadas instaladas, podendo-se concluir que a dinâmica de partição no substrato consolidado não ocorre de modo aleatório.

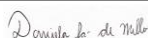
A bibliografia de estudos do ambiente terrestre é ampla para a Ilha Anchieta, tanto no que se refere ao turismo, histórico de ocupação, fauna ou vegetação, não sendo esses compartimentos alvo da presente AER.

6.3. Ilha do Mar Virado

A Ilha do Mar Virado abrange uma área de 119 hectares e encontra-se nas coordenadas 23°34'S e 45°09'W, aproximadamente a 2.000 metros da costa (Figura 6.38). Essa área abriga um sítio arqueológico datado de cerca de 1.000 anos, testemunhando a presença

ancestral do homem do sambaqui. No cenário atual, as marcas da intervenção humana se fazem evidentes nos resquícios pré-históricos da ilha, entre as modificações permanentes derivadas da atividade antrópica na ilha, destacam-se uma trilha de 1 a 1,20 m de largura, com revestimento em madeira, e a introdução de espécies animais exóticas, visando consumo e companhia (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b).

A estrutura do solo na ilha é rasa, revelando dois padrões de desenvolvimento da serapilheira: o primeiro é um solo húmico, com uma camada orgânica pouco espessa acima de um solo pedregoso, contendo seixos de sílica com dimensões aproximadas de 0,5 a 1,0 cm, e o segundo padrão consiste em um solo com uma camada mais espessa de serapilheira e uma rede de raízes entrelaçadas (ESTADO DE SÃO PAULO, *op. cit.*).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

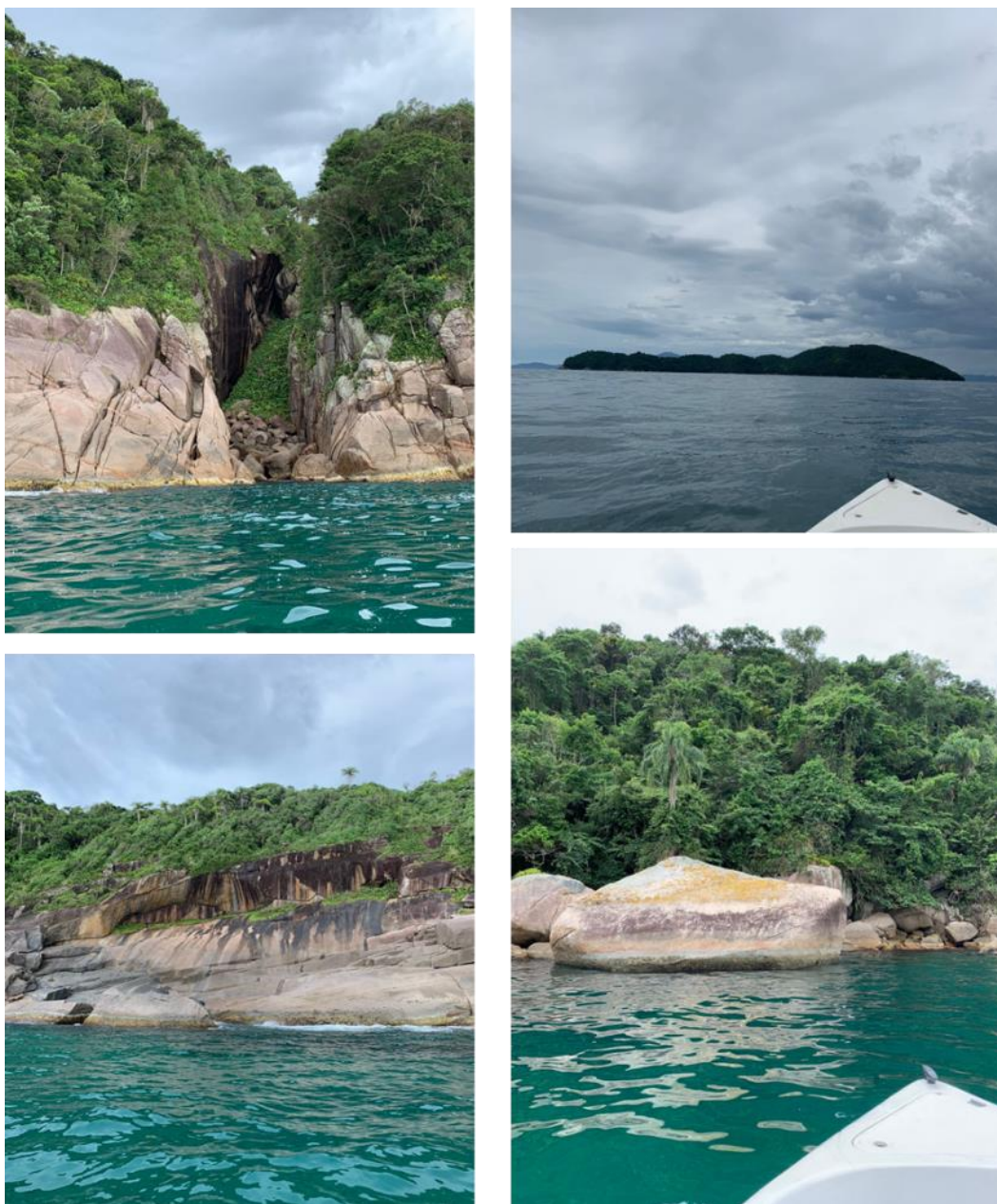


Figura 6.38 Imagens gerais da Ilha do Mar Virado, nos dias das atividades de campo.

A morfologia da ilha é moldada por um morro convexo, atravessado por canais de drenagem de padrão dendrítico aberto. Documentos de Tombamento da Serra do Mar (1987) atestam que a cobertura da Ilha do Mar Virado compreende 10% de terreno rochoso e 90% de vegetação, que engloba 10% de manguezais, 10% de vegetação herbácea e de 80% de densa cobertura arbórea. A costa da Ilha do Mar Virado é exclusivamente constituída por formações rochosas, carecendo de praias (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b).

6.3.1. Trabalhos de Campo

As campanhas de mergulho para execução do Projeto de Avaliação Ecológica Rápida da AME da Ilha do Mar Virado foram realizadas durante os dias 31 de janeiro e 1 de fevereiro de 2023, a bordo das embarcações Tupã, do tipo voadeira com estrutura de fibra de vidro e motor de popa, conduzidas por profissionais locais e habilitados, com embarque realizado no Saco da Ribeira, em Ubatuba.

As atividades realizadas na Ilha do Mar Virado e suas respectivas datas de execução são apresentadas na Tabela 6.57.

Tabela 6.57 Atividades realizadas na AME Ilha do Mar Virado e suas respectivas datas de execução.

Atividade	Data
Coleta de sedimento	26 de outubro de 2022
Levantamento da ictiofauna e do bentos e categorização do substrato	31 de janeiro e 1 de fevereiro de 2023
Levantamento da avifauna	1 de fevereiro de 2023

Os sedimentos foram coletados a 10 m de profundidade em todos os 4 pontos amostrais.

O céu permaneceu parcialmente encoberto, com tempo bom e o mar foi classificado como calmo (Beaufort 0-1), mas sem a agitação interferir na segurança ou qualidade dos levantamentos.

6.3.2. Análise dos Sedimentos

O presente item apresenta os resultados das análises realizadas nas amostras de sedimento da Ilha das Couves. Os estudos realizados contemplaram a realização de análises granulométricas, Carbonatos, pH, Matéria Orgânica Total, Fósforo Orgânico e Total, Nitrogênio Kjeldahl Total, Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA), Hidrocarbonetos Totais Policíclicos (TPH), Metais e Ecotoxicologia.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

6.3.2.1. Granulometria

Os resultados das análises granulométricas apresentam os valores para cada fração individualizada (Tabela 6.58) e agrupadas em Lama e Areia, para melhor avaliação das características sedimentológicas das amostras (Tabela 6.59).

Tabela 6.58 Resumo detalhado de cada fração das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado.

Frações Granulométricas	Resultado (%)			
	P1	P2	P3	P4
Argila	5,5	4,0	7,5	1,8
Silte	3,3	2,4	5,6	2,0
Areia muito fina	1,6	11,3	8,6	7,1
Areia fina	11,5	56,6	54,5	81,1
Areia média	35,6	17,3	11,6	7,1
Areia grossa	28,9	4,9	6,1	0,9
Areia muito grossa	13,6	3,5	6,1	0,0

Tabela 6.59 Resultado agrupado das análises granulométricas (em %) das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado.

Frações Agrupadas	Resultado (%)			
	P1	P2	P3	P4
Lama (Argila + Silte)	8,8	6,4	13,1	3,8
Areia Total (Σ das frações de areia)	91,2	93,6	86,9	96,2

As amostras apresentaram o somatório das frações arenosas entre 86,9% e 96,2% (Tabela 6.59), muito similares entre si e podendo ser classificadas como sedimentos arenosos, conforme o diagrama de Shepard (1954). A análise das frações granulométricas das amostras mostra que com exceção do ponto 1, em todas as amostras há predominância de areia fina, principalmente no ponto 4, cuja porcentagem de areia fina é maior que 80% (Tabela 6.58). A distribuição das frações granulométricas

permite classificar os solos de todas as amostras como arenosos, apesar da variação de granulometria das areias.

A análise da razão lama/areia das amostras permanece praticamente constante entre os pontos, em torno de 90%, com poucas variações. Do ponto de vista das características sedimentares da área, os 4 pontos demonstram-se coesos entre si, o ponto 3 é o que apresenta maior porcentagem de sedimentos com granulometria mais fina, principalmente quando comparado ao ponto 4.

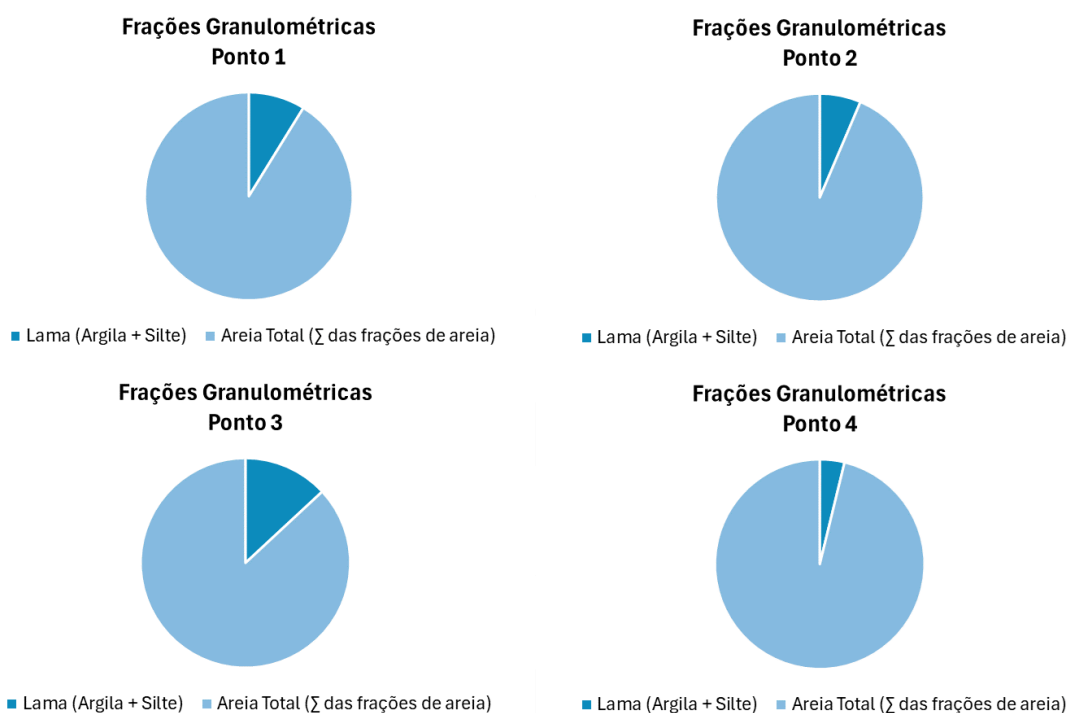


Figura 6.39 Gráficos da razão lama/areia das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado.

Os gráficos da razão lama/areia das amostras mostram grande similaridade entre as amostras (Figura 6.39). A maior predominância de sedimentos de menor granulometria nessa ilha, quando comparada às demais, pode ser resultado da localização da Ilha do Mar Virado, que por ser mais protegida, apresenta um menor hidrodinamismo, resultando na deposição de sedimentos mais finos.

6.3.2.2. Análises Físico-Química

As tabelas que seguem (Tabelas 6.60 a 6.63) apresentam as concentrações dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), dos Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH), dos metais e dos demais compostos analisados nas amostras de sedimento, bem como diferentes valores de referência encontrados em bibliografia.

Como observado nas Tabelas 6.60 e 6.61, os compostos analisados não foram quantificados em nenhuma das amostras de sedimento, ficando em todos os casos abaixo dos limites de quantificação do método. Vale observar que os LQ's de todos os compostos são inferiores aos seus respectivos valores de referência.

Os resultados das análises dos HPA e TPH, não indicam comprometimento da qualidade dos sedimentos da região por esses compostos. Esses resultados podem ser consequência tanto da ausência de fontes poluidoras, como da granulometria da região. A baixa presença de sedimentos finos é um fator que impacta diretamente a quantidade de matéria orgânica deposta na área e, consequentemente, nas concentrações de hidrocarbonetos encontradas.

Assim como as análises de compostos orgânicos, a análise de metais (Tabela 6.62) não apresentou desenquadramento para quase a totalidade dos compostos analisados, quando comparado aos valores de referência.

Somente o manganês apresentou desenquadramento para a amostra do ponto 1, ficando no limiar do valor também para a amostra do ponto 2. Cabe considerar que, para o manganês, existe somente um valor de referência, o AET, entre os sete diferentes estabelecidos e apresentados na tabela para os metais. Tal superação do valor pode estar associada a algum grau de incerteza e, apesar de uma superação não muito substancial, pode indicar que se deva ter atenção aos sedimentos da região, visto que o valor do AET indica a possibilidade de algum efeito ecotoxicológico para a infauna bêntica.

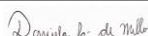
A ausência dos demais valores de referências, que são tradicionalmente empregados para a avaliação do nível de contaminação do sedimento implica em incertezas sobre as faixas de concentrações que potencialmente podem acarretar impactos para a biota aquática. O único valor de referência apresentado para o manganês é referente ao Limiar de Efeitos Aparentes (AET), cujo valor foi superado na amostra em cerca de 10% na

amostra coletada no ponto 1, além de praticamente ter sido igualado pela concentração da amostra do ponto 2. Os valores de referência do AET representam a menor concentração necessária para que haja a possibilidade de efeitos tóxicos com base em estudos toxicológicos, ainda assim, com apenas um grupo taxonômico (Poliqueta do gênero *Neanthes*).

Nesse contexto, o fato de o desenquadramento não ser tão elevado apenas indica que efeitos ecotoxicológicos podem ser observados, porém não infere sobre impactos necessariamente significativos sobre a biota, significando um alerta de qualidade obtido por uma das linhas de evidência que podem ser avaliadas.

Os parâmetros físico-químicos das amostras (Tabela 6.63) encontram-se dentro do esperado de acordo com os valores de referência apresentados. O pH e os carbonatos não apresentam valores de referência.

A umidade apresenta determinada variação, com os pontos 1 e 4 representando os extremos e os pontos 2 e 3 encontram-se na mesma faixa. Em relação à matéria orgânica o ponto 1 se destaca, com 3,5% de matéria orgânica, enquanto os outros pontos ficaram abaixo do LQ. O fósforo total nos 3 primeiros pontos encontra-se na mesma faixa, assim como o NKT, enquanto o ponto 4 apresenta as menores concentrações dos dois parâmetros. O pH mostrou-se constante entre as amostras. As análises de carbonatos mostraram quantidades abaixo do LQ, com exceção do ponto 3, que apresentou quantidades ligeiramente maiores.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.60 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Resultados (µg/kg)				Valores de Referência (µg/kg)						
	P1	P2	P3	P4	Nível 1	Nível 2	TEL / ISQG	PEL	ERL	ERM	AET
Acenaftileno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	44	640	5,87	127,87	44	640	71
Acenafteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	16	500	6,71	88,9	16	500	130
Antraceno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	85,3	1100	46,85	245	85,3	1100	280
Benzo(a)antraceno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	280	690	74,83	692,53	261	1600	960
Benzo(a)pireno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	230	760	88,81	763,22	430	1600	1100
Benzo(b)fluoranteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	1800
Benzo(g,h,i)perileno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	670
Benzo(k)fluoranteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	1800
Criseno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	300	850	107,77	845,98	384	2800	950
Dibenzo(a,h)antraceno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	43	140	6,22	135	261	1600	230
Fenantreno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	240	1500	86,68	543,53	240	1500	660
Fluoranteno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	600	5100	112,82	1493,54	600	5100	130
Fluoreno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	19	540	21,17	144,35	19	540	120
Indeno(1,2,3-cd)pireno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	-	-	-	-	-	600
Naftaleno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	160	2100	34,57	390,64	160	2100	230
Criseno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	300	850	107,77	845,98	384	2800	950
Pireno	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	665	2600	152,66	1397,6	665	2600	2400

ISQG - Interim Sediment Quality Guidelines; PEL - Probable Effect Level; TEL - Threshold Effect Level; ERL - Effects Range Low; ERM - Effects Range Median; AET - Apparent Effects Threshold.

Tabela 6.61 Resultados das análises de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Resultados (mg/kg)				Parâmetro	Resultados (mg/kg)			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
C8	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C27	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C9	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C28	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C10	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C29	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C11	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C30	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C12	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C31	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C13	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C32	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C14	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C33	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C15	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C34	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C16	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C35	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C17	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C36	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C18	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C37	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C19	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C38	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C20	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C39	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C21	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	C40	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C22	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	Pristano	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C23	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	Fitano	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2
C24	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	TPH Resolvido	<27	<24	<28	<28
C25	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	MCNR	<27	<24	<28	<28
C26	<1,2	<1,1	<1,2	<1,2	TPH Total	<27	<24	<28	<28

Tabela 6.62 Resultados das análises de metais das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Resultados (mg/kg)				Valores de Referência (mg/kg)						
	P1	P2	P3	P4	Nível 1	Nível 2	TEL / ISQG	ERL	PEL	ERM	EAT
Ferro (Fe)	3376	4966	5710	2917	-	-	-	-	-	-	18000
Alumínio (Al)	1204	2161	3615	1402	-	-	-	-	-	-	220000
Arsênio (As)	5,1	4,2	2,8	2,3	10	70	7,24	8,2	41,6	70	35
Bário (Ba)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	-	-	-	-	48
Cobre (Cu)	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	34	270	18,7	34	108,2	270	390
Cromo (Cr)	2,2	4,4	5,7	3,1	81	370	52,3	81	160,4	370	62
Cádmio (Cd)	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	1,2	7,2	0,676	1,2	4,2	9,6	3
Estanho (Sn)	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	0,1	1	-	-	-	-	>3,4
Selênio (Se)	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	-	-	-	-	1
Zinco (Zn)	4,3	8,6	11	4	150	410	124	150	271	410	410
Níquel (Ni)	0,75	1,5	2,1	0,79	20,9	52	15,9	20,9	43	51,6	110
Vanádio (V)	5,4	5,8	8,2	3,3	-	-	-	-	-	-	57
Mercúrio (Hg)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,3	1	0,13	0,15	0,696	0,71	410
Manganês (Mn)	290	258	184	93	-	-	-	-	-	-	260

ISQG - Interim Sediment Quality Guidelines; PEL - Probable Effect Level; TEL - Threshold Effect Level; ERL - Effects Range Low; ERM - Effects Range Median; AET - Apparent Effects Threshold.

Tabela 6.63 Resultados das análises físico-químicas das amostras de sedimento da Ilha do Mar Virado, expressos como o valor do limite de quantificação quando menor que este.

Parâmetro	Pontos Amostrais				Valor de Referência Previsto na Res. Nº 454/12	Valor de Referência Previsto pela CETESB, 2022	Unidades
	P1	P2	P3	P4			
Matéria Orgânica	3,50	<0,43	<0,43	<0,43	10	1,3	%
Fósforo Total	99,7	196,9	152,1	<14,9	2000	1000	mg/kg
NKT - Nitrogênio Kjeldahl Total	365,3	293,2	413,8	124,8	4800	500	mg/kg
pH	8,6	8,5	8,5	8,5	-	-	-
Carbonatos	<36,0	<36,0	<36,0	<36,0	-	-	mg/kg
Umidade	26,7	23,8	27,7	17,7	-	-	%

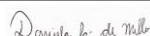
6.3.2.3. Ecotoxicologia

São apresentadas em seguida algumas informações básicas e os resultados da avaliação ecotoxicológicas das amostras coletadas na Ilha do Mar Virado.

Informações gerais do Laudo Analítico das amostras da Ilha do Mar Virado:

- **Data da Amostragem:** 26/10/2022;
- **Preservação:** Resfriada abaixo de 10 °C;
- **Data de Entrega no Laboratório:** 31/10/2022;
- **Início do Ensaio:** 25/11/2022;
- **Final do Ensaio:** 05/12/2022;
- **Substância de Referência:** Sulfato de Zinco, com $CL_{50} = 0,56$ mg/L;
- **Validação pela Carta-Controle:** Sim (dentro dos limites de 0,34 a 0,94 mg/L);
- **Dados Físico-Químicos Monitorados:** OD, Temperatura, pH, Salinidade e NH_3 ;
- **Análise Estatística Empregada:** Teste-t de Hipótese por bioequivalência específico p/ *L. plumulosus* (com $r = 0,80$).

Os laudos analíticos do laboratório executor dos ensaios se encontram reproduzidos integralmente no Anexo B, nos quais podem ser observados valores individuais de cada réplica, além do procedimento detalhado do ensaio e dados complementares à essa síntese aqui trazida.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

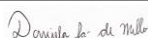
Os ensaios ecotoxicológicos conduzidos com as amostras coletadas na Ilha do Mar Virado foram considerados válidos, conforme análise das condições de validação na norma técnica (ABNT, 2021).

Com base na análise estatística apresentada nos laudos do ensaio, não foi verificada diferença significativa entre a sobrevivência dos anfípodos nas amostras da Ilha do Mar Virado e na amostra controle de laboratório, sendo todas as 4 amostras analisadas classificadas como Não Tóxicas.

Os resultados das médias das 4 réplicas de mortalidade dos organismos podem ser observados na Tabela 6.64, enquanto os parâmetros físico-químicos estão nas Tabelas 6.65 e 6.66.

Tabela 6.64 Resultados do ensaio com Leptocheirus plumulosus expostos aos sedimentos coletados na Ilha do Mar Virado (letalidade média entre as 4 réplicas).

Ponto Amostral	Letalidade Total (%)	Resultado
P1	6	Não Tóxico
P2	16	Não Tóxico
P3	6	Não Tóxico
P4	8	Não Tóxico
Controle Laboratorial	3	-



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

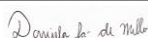
07/2024

Tabela 6.65 Valores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade medidos na água de interface com o-sedimento da Ilha do Mar Virado durante o ensaio.

Ponto Amostral	Outros Parâmetros Físico-químicos - Ilha do Mar Virado							
	Inicial				Final			
	Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	Salinidade	Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	Salinidade
P1	25,0	8,07	6,65	24	***	8,10	6,19	26
P2	25,0	8,17	6,95	24	***	8,18	6,15	26
P3	25,0	8,16	7,07	24	***	8,16	6,18	27
P4	25,0	8,15	7,05	24	***	8,17	6,19	27
Controle Laboratorial	25,0	8,10	7,11	24	***	8,12	6,12	26

* As temperaturas mínimas e máximas foram registradas diariamente durante o ensaio. Seus valores podem ser observados nos laudos de ensaio apresentados no Anexo B.

A norma recomenda que a temperatura dos ensaios seja mantida em $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, todavia, a temperatura durante os ensaios apresentou um pequeno desvio com relação a essa faixa recomendada. Conforme registrado nos laudos do laboratório, a temperatura atingiu $27,5\text{ °C}$ em um determinado registro durante o período de ensaio. Entretanto, esse desvio não interferiu nos ensaios a ponto de promover alteração nos resultados, uma vez que os critérios de validação do controle e da substância de referência foram atingidos.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.66 Concentrações de nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada medidos na água de interface com o sedimento da Ilha do Mar Virado durante o ensaio.

Ponto Amostral	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Amônia não ionizada (mg/L de NH ₃)
	Inicial	Inicial
P1	0,40	0,022
P2	1,00	0,070
P3	0,03	0,002
P4	0,28	0,019
Controle Laboratorial	0,01	0,001

L. plumulosus pode apresentar sensibilidade à amônia não ionizada, a fração tóxica do equilíbrio de partição do nitrogênio amoniacal total, quando esta se encontra em concentrações acima de 0,8 mg NH₃/L, onde por si só, a NH₃ já poderia causar efeitos deletérios, independentemente dos demais compostos presentes (USEPA, 2001). Percebe-se que tal composto não atingiu tais níveis.

A ausência de efeitos ecotoxicológicos nas 4 amostras avaliadas reflete e corrobora a qualidade química dos sedimentos, também avaliada no presente estudo.

6.3.3. Ictiofauna

Este item apresenta os resultados dos levantamentos de ictiofauna realizados na Ilha do Mar Virado. As tabelas a seguir mostram as listas de espécies, com as respectivas famílias e nomes populares, identificadas nos pontos 1, 2, 3 e 4 localizados ao redor da ilha (Tabelas 6.67 a 6.70). É apresentada a quantidade de indivíduos observados ao longo dos transectos A, B, C e D no raso e no fundo.

Os levantamentos levaram em conta a lista de espécies apresentadas em conformidade com o Reef Check Brasil (FERREIRA e MAIDA, 2006; MMA, 2018), contudo, para a obtenção de resultados mais representativos para a região sudeste, foram inseridas diversas espécies na lista, cuja presença apresenta grande influência na composição da ictiofauna local.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.67 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 1 da Ilha do Mar Virado.

Ponto 1												
Família	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca	3								3	0,3%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta				2	1	2		2	7	0,7%
Dorosomatidae	<i>Sardinella sp</i>	Sardinha		200				500	100		800	76,3%
Gobiidae	<i>Coryphopterus sp</i>	Amoré, Amoré de vidro								1	1	0,1%
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema		3	2	2	1	4	4	8	24	2,3%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	50			4	51	1	2	1	109	10,4%
	<i>Haemulon parra</i>	Biquara								10	10	1,0%
Labridae	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	1	1				2	2	6	12	1,1%
Labrisomidae	<i>Malacotenus sp</i>	Macaquinho comum					1				1	0,1%
Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	saramunete ou beija-moça					1				1	0,1%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade						1			1	0,1%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	3	1		8	5	6	4	1	28	2,7%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	27	18	9	4	3	4	3		41	3,9%
Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i>	corvina de recife ou corvina marrom de olhos grandes		1		1					2	0,2%
Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão							1	1	2	0,2%
	<i>Serranus baldwini</i>	Badejinho-lanterna	2								2	0,2%
	<i>Serranus flaviventris</i>	mariquita	2			1				2	5	0,5%

Tabela 6.68 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 2 da Ilha do Mar Virado.

Ponto 2												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca	1						3		4	0,7%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta	3								3	0,5%
Dasyatidae	<i>Dasyatis americana</i>	Raia-bicuda					1			1	2	0,3%
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema	1		1			1			3	0,5%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	1	4	7	77	1	50	330		470	79,1%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçá	2				1				3	0,5%
Labridae	<i>Halichoeres sazimai</i>	Budião-do-fundo				1					1	0,2%
Scaridae	<i>Sparisoma axillare</i>	Peixe-Papagaio-Cinza	1		1	1					3	0,5%
Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	saramunete ou beija-moça				3	1				4	0,7%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade	2		1						3	0,5%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	10		8		1		5		24	4,0%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	4		1		7	11	7		30	5,1%
Scorpaenidae	<i>Scorpaena sp</i>	Peixe-pedra		1							1	0,2%
Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão			1		2				3	0,5%
	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Badejo			1		1				2	0,3%
Sparidae	<i>Diplodus argenteus</i>	Peixe Marimbá		33			1		1		35	5,9%
Sphyraenidae	<i>Sphyraena guachancho</i>	Bicuda		1		1					2	0,3%
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Baiacu			1						1	0,2%

Tabela 6.69 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 3 da Ilha do Mar Virado.

Ponto 3												
Família	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca	1					1		2	3	0,9%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta				2					2	0,6%
Gobiidae	<i>Coryphopterus sp</i>	Amoré, Amoré de vidro					1	4			5	1,5%
	<i>Elacatinus figaro</i>	Góbio-néon								1	1	0,3%
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema		6		1		2			9	2,7%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	30	72		27			50	1	180	53,3%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçá		1	1	1					3	0,9%
Labridae	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei		1						1	2	0,6%
Labrisomidae	<i>Malacoctenus sp</i>	Macaquinho comum	1								0	0,0%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade							1		1	0,3%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho		12			1				13	3,8%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	16	19	35	14	10	10	10	15	113	33,4%
	<i>Stegastes variabilis</i>	Donzela-cacau			1						1	0,3%
Sciaenidae	<i>Pareques acuminatus</i>	chapéu alto, peixe-burro, cubbyu, peixe-fita de Steindachner, peixe-fita listrado, peixe-fita listrado ou tambor listrado				1		1			2	0,6%
Serranidae	<i>Serranus flaviventris</i>	mariquita	2		1		1			1	3	0,9%

Tabela 6.70 Resultados do levantamento de ictiofauna realizado no ponto 4 da Ilha do Mar Virado.

Ponto 4												
Familia	Espécie	Nome Popular	Raso				Fundo				Total	Abundância Relativa
			A	B	C	D	A	B	C	D		
Blenniidae	<i>Parablennius sp</i>	Maria da toca			6		4	4		3	17	3,9%
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta						2		2	4	0,9%
Ephippidae	<i>Chaetodon faber</i>	Enxada						2			2	0,5%
Gobiidae	<i>Coryphopterus sp</i>	Amoré, Amoré de vidro		3							3	0,7%
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	Salema			10	10	2	5	10	10	47	10,9%
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	2			53	1	32	13	6	107	24,7%
	<i>Haemulon parra</i>	Biquara		1							1	0,2%
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareçã							1		1	0,2%
Labridae	<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	2			1	1	1			5	1,2%
	<i>Halichoeres sazimai</i>	Budião-do-fundo						1			1	0,2%
Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	saramunete ou beija-moça							1		1	0,2%
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i>	Peixe-frade				1					1	0,2%
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	29	26	20	5	20		4		104	24,0%
	<i>Chromis multilineata</i>	Cromis tesoura, cromis					1				1	0,2%
	<i>Stegastes fuscus</i>	peixe-donzela, donzela-café, donzela-brasileira e querê querê	21	15	23	15	32	4	16	5	131	30,3%
Sciaenidae	<i>Pareques acuminatus</i>	chapéu alto, peixe-burro, cubbyu, peixe-fita de Steindachner, peixe-fita listrado, peixe-fita listrado ou tambor listrado			1						1	0,2%
Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-Saltão					1		1	1	3	0,7%
Syngnathidae	<i>Micrognathus crinitus</i>	Peixe-cachimbo							1		1	0,2%
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Baiacu						2			2	0,5%

O levantamento de ictiofauna no ponto 1 (Tabela 6.67) resultou no avistamento de 1.049 indivíduos, distribuídos entre 12 famílias. Entre as espécies encontradas, a *Sardinella sp* da família Dorosomatidae representou 76% dos indivíduos encontrados, com 800 representantes, sendo a espécie predominante tanto no raso, quanto no fundo. A Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae é o segundo maior representante da ictiofauna local com 109 representantes, ou seja, 10% dos indivíduos encontrados.

O ponto 2 (Tabela 6.68) apresentou um total de 594 indivíduos no levantamento de ictiofauna, distribuídos entre 15 famílias. A maior fração de indivíduos, cerca de 80%, são Cocorocas (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae, cujos avistamentos superaram 450 indivíduos, sendo a espécie predominante no raso e principalmente no fundo. O Marimbá (*Diplodus argenteus*) da família Sparidae e o Peixe-donzela (*Stegastes fuscus*) da família Pomacentridae, foram as espécies mais avistadas após a Cocoroca, ainda que com frequências menores, representando cerca de 5% dos avistamentos.

O levantamento da ictiofauna no ponto 3 (Tabela 6.69) contabilizou um total de 338 indivíduos avistados, sendo identificadas entre eles 11 famílias. A Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae e o Peixe-donzela (*Stegastes fuscus*) da família Pomacentridae, foram a maioria dos indivíduos avistados, representando 53 e 33% respectivamente. A Cocoroca é a espécie predominante tanto no raso quanto no fundo, com 129 e 51 indivíduos, respectivamente.

O levantamento da ictiofauna no ponto 4 (Tabela 6.70) contabilizou um total de 433 indivíduos avistados, sendo identificadas entre eles 14 famílias. Três espécies de peixes apresentaram predominância relativamente equivalente, sendo elas o Sargentinho (*Abudefduf saxatilis*) da família Pomacentridae, a Cocoroca (*Haemulon aurolineatum*) da família Haemulidae e o Peixe-donzela (*Stegastes fuscus*) da família Pomacentridae, que representam 24, 25 e 30% do total de indivíduos encontrados, respectivamente. O Sargentinho é a espécie mais presente no raso, com 70 indivíduos, enquanto a espécie Donzela é a mais presente no fundo, com 57 indivíduos.

A Figura 6.40 mostra que a Ilha do Mar Virado segue a tendência das demais ilhas de predominância de indivíduos da família Haemulidae, nessa localidade a família representa cerca de 40% do total de indivíduos encontrados na coleta. Entretanto, a Ilha

do Mar Virado, assim como a Ilha das Couves, apresenta outras espécies com representatividade expressiva. As famílias Dorosomatidae e Pomacentridae também representam porcentagens semelhantes, com 33,14% e 20,13% do total de avistamentos, respectivamente.

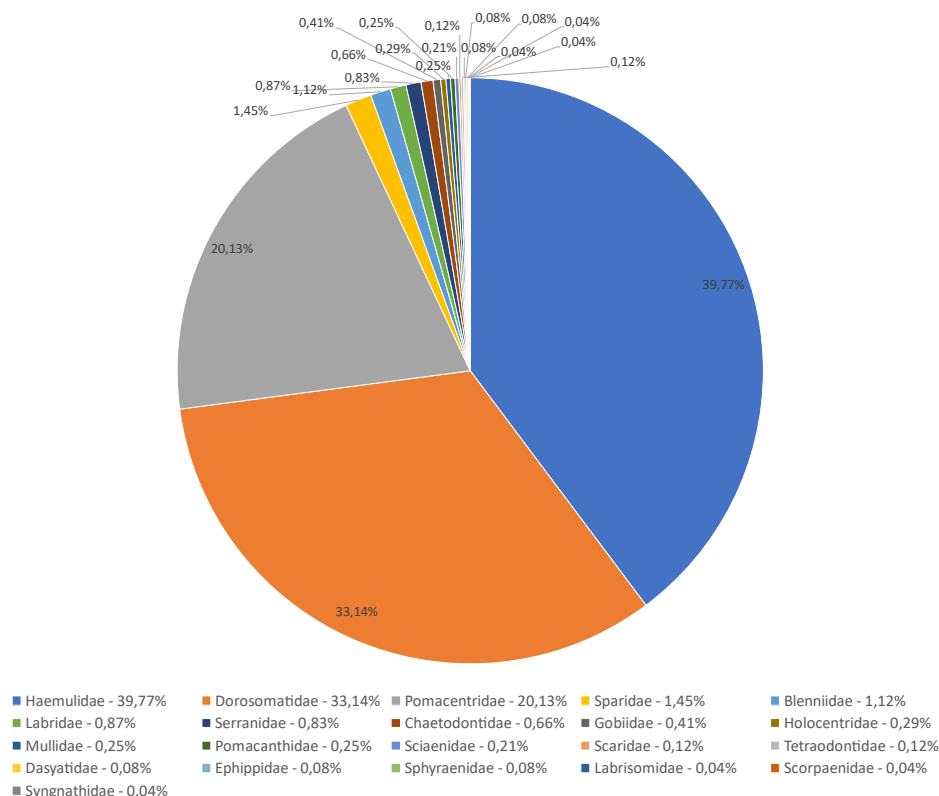


Figura 6.40 Gráfico de distribuição das famílias da ictiofauna encontradas na Ilha do Mar Virado.

6.3.3.1. Classe de Tamanho

A Figura 6.41 e a Tabela 6.71 apresentam a distribuição dos indivíduos quanto as classes de tamanho observados durante o estudo.

Observa-se que o ponto 1 é o que mais apresentou avistamentos, seguidos pelos pontos 2, 4 e 3, respectivamente. A Ilha do Mar Virado é a única que apresentou ocorrência de organismos menores que 2 cm, no ponto 2 foram avistados 350 organismos e no ponto 1 houveram 104 avistamentos, sendo que no ponto 2 foi a faixa de tamanho de peixes que mais predominou. Nos pontos 1, 3 e 4 a predominância foi de peixes que se enquadram na faixa de 2 a 10 cm. O ponto 2 foi o único que apresentou poucos

organismos maiores que 40 cm, enquanto os pontos 1 e 4 foram os únicos que apresentaram organismos de 30 a 40 cm.

Nas faixas de tamanho até 10 cm a espécie predominante foi a *Sardinella* sp., enquanto para as faixas de 10 a 20 cm e de 20 a 30 cm a espécie predominante foi *Haemulon aurolineatum* e para a faixa de 30 a 40 cm foi *Haemulon parra*.

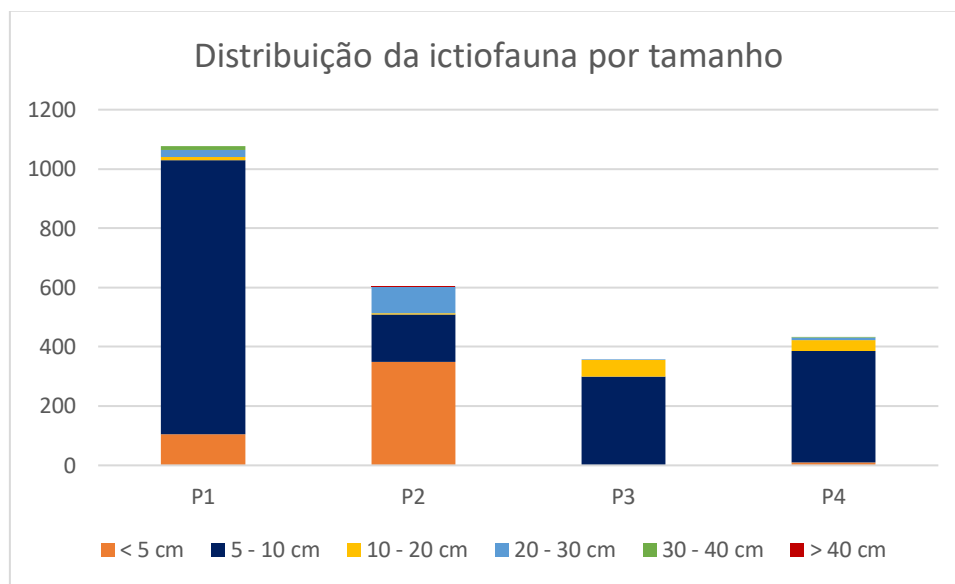


Figura 6.41 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha do Mar Virado.

Tabela 6.71 Distribuição de tamanho da ictiofauna da Ilha do Mar Virado.

Ilha do Mar Virado								
Profundidade	Ponto	Total de indivíduos	< 5 cm	5 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 30 cm	30 - 40 cm	> 40 cm
Raso	P1	346	4	328	2	12	0	0
	P2	169	0	116	3	50	0	0
	P3	245	0	188	55	2	0	0
	P4	190	2	164	18	4	2	0
Fundo	P1	726	100	594	8	13	11	0
	P2	436	350	44	0	40	0	2
	P3	113	0	111	2	0	0	0
	P4	190	2	164	18	4	2	0

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

6.3.3.2. Categoria Trófica

A Figura 6.42 e a Tabela 6.72 apresentam a classificação dos peixes registrados quanto sua categoria trófica. As espécies de peixes são classificadas em diferentes grupos tróficos, de acordo com sua dieta principal: MCAR = Carnívoros: que se alimentam de outros peixes e de grandes invertebrados como lagostas e caranguejos; MINV = Invertívoros móveis: se alimentam de pequenos invertebrados móveis e de alto valor calórico, como moluscos, pequenos crustáceos e poliquetas; SINV = Invertívoros sésseis: se alimentam de animais sésseis, geralmente de baixo valor calórico, como ascídias, corais, hidrozoários, zoantídeos e esponjas; OMIN = Omnívoros: se alimentam de uma variedade de organismos animais e vegetais; PLAN = Planctívoros: alimentam-se de macro e micro-zooplâncton; HEV = Herbívoros vagueadores: peixes não-territoriais que se alimentam de algas em tufo, macroalgas e detritos; HET = Herbívoros territoriais: com uma dieta composta principalmente de algas em tufo, defendidas vigorosamente em um território (MAArE, 2017).

Os peixes que se alimentam de pequenos invertebrados com alto valor nutricional como moluscos e crustáceos também foram maioria entre os registrados na Ilha do Mar Virado, com 42% do total, seguidos dos planctívoros, que se alimentam de macro e micro-zooplâncton, com 32% das ocorrências (Figura 6.42).

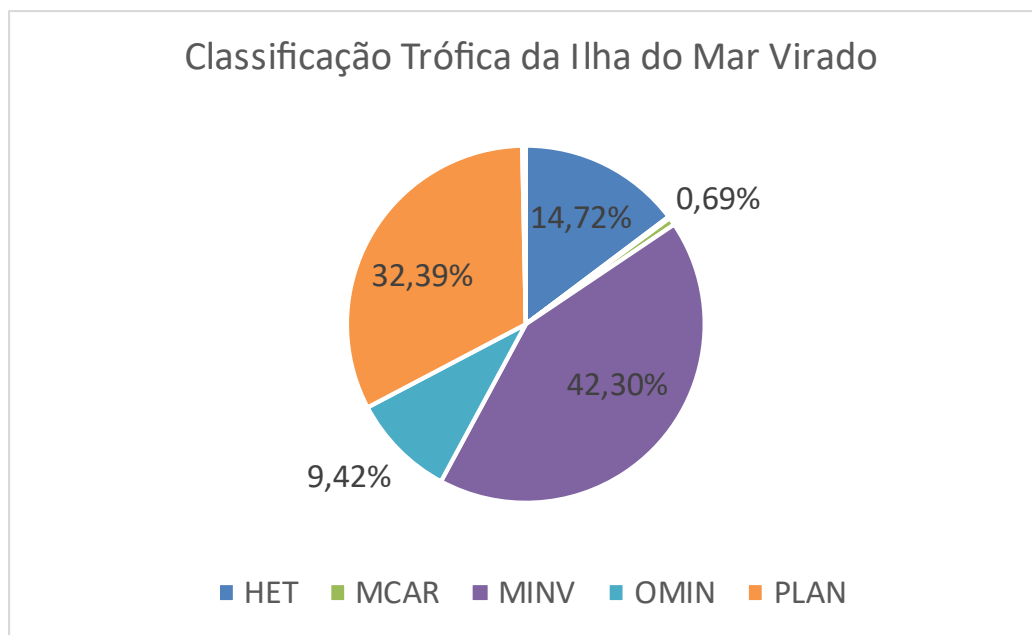


Figura 6.42 Classificação trófica da ictiofauna da Ilha do Mar Virado.

Tabela 6.72 Classificação dos peixes registrados na Ilha do Mar Virado quanto sua categoria trófica. MCAR = Carnívoros; MINV = Invertívoros móveis; SINV = Invertívoros sésseis; OMIN = Omnívoros; PLAN = Planctívoros; HEV = Herbívoros errantes; HET = Herbívoros territoriais.

Ilha do Mar Virado																																		
Espécie	Nome Popular	Classificação Trófica	Ponto 1								Ponto 2								Ponto 3								Ponto 4							
			A		B		C		D		A		B		C		D		A		B		C		D		A		B		C		D	
			Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso
<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargentinho	OMIN	5	3	6	1	4		1	8	1	10				8	5		1			12					20	29		26	4	20		5
<i>Anisotremus virginicus</i>	Salama	MINV	1			3	4	2	8	2		1				1	1				2	6				1	2			5		10	10	10
<i>Chaetodon striatus</i>	Borboleta listrada, Peixe Borboleta	SINV	1		2				2	2		3													2					2			2	
<i>Chatodipterus faber</i>	Enxada	MINV																											2					
<i>Chromis multilineata</i>	Tesourinha	PLAN																								1								
<i>Coryphopterus</i> sp	Amoré, Amoré de vidro	MINV							1									1		4									3					
<i>Dasyatis americana</i>	Raia-bicuda	MINV									1																							
<i>Dasyatis hypostigma</i>	Raia Pregó	MINV														1																		
<i>Diplodus argenteus</i>	Marimbá	OMIN									1		1	33			1																	
<i>Elacatinus figaro</i>	Neon, Neon góbi	MINV																						1										
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca, Cocoroca	MINV	51	50	1		2		1	4	1	1	3	4	50	7	330	77		30		72	50		1	27	1	2	32		13		6	53
<i>Haemulon parra</i>	Biquara	MINV							10																					1				
<i>Halichoeres poeyi</i>	Budião-rei	MINV		1	2	1	1		6				1								1			1		1	2	1					1	
<i>Halichoeres sazimai</i>	Budião de Sazima	MINV															1												1					
<i>Holocentrus adscensionis</i>	Jaguareça	MINV									1	2									1		1		1					1				
<i>Malacoctenus</i> sp	Macaquinho comum	MINV	1																1															
<i>Micrognathus crinitus</i>	Peixe-cachimbo	MINV																													1			
<i>Mycteroperca acutirostris</i>	Badejo-mira	MCAR				1			1	1	2					1										1				2			1	
<i>Mycteroperca bonaci</i>	Badejo Quadrado	MCAR									1					1																		
<i>Odontoscion dentex</i>	Pescada de Pedra	MCAR				1				1																								
<i>Parablennius</i> sp.	Maria da toca	OMIN		3								1					3			1	1				2		4		4			6	3	
<i>Pareques acuminatus</i>	Maria Nagô (adulto), Anteninha	MINV																		1					1					1				
<i>Pomacanthus paru</i>	Frade ou Paru	SINV			1						2					1						1											1	
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	Trilha, Salmonete	MINV	1								1							3											1					
<i>Sardinella</i> sp.	Sardinha	PLAN			500		100	200																										
<i>Scorpaena</i> sp	Mangangá, Peixe escorpião, Peixe pedra	MCAR												1																				
<i>Serranus balwini</i>	Mariquita Pintada	MINV		2																														
<i>Serranus flaviventris</i>	Miniquita Pirucaia	MINV		2					2	1									1	2				1	1									
<i>Sparisoma axillare</i>	Budião Batata	HEV										1	1			1		1																
<i>Sphoeroides spengleri</i>	Balacu-mirim	MINV														1													2					
<i>Sphyaena guachancho</i>	Bicuda	MCAR												1				1																
<i>Stegastes fuscus</i>	Donzela, Donzelinha	HET	3	27	4	18	3	9		4	7	4	5		11	1	7		10	16	10	19	10	35	15	14	32	21	4	15	16	23	5	15
<i>Stegastes variabilis</i>	Donzela, Donzelinha	HET																					1											

6.3.4. Bentos de Substrato Consolidado

As tabelas que seguem apresentam a abundância dos táxons registrados nos levantamentos dessa AER, tanto pelo método dos transectos (Tabela 6.73), como pela busca ativa em áreas de 4 m², para registro da ocorrência de crustáceos em fendas (Tabelas 6.74).

Tabela 6.73 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha do Mar Virado durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, utilizando a técnica de amostragem em transectos com censo visual.

Táxons	Morfotipos	Ilha do Mar Virado												
		Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3			Ponto 4			Total Mar Virado
		Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	Fundo	Raso	Total	
Cnidaria											1		1	1
	Gorgoniidae sp.										1		1	1
Crustacea					6	18	24				14	15	29	53
	Paguroidea spp.				2	13	15				10	9	19	34
	Portunidae spp.				1		1							1
	Stenorhynchus seticornis				3	5	8				4	6	10	18
Echinodermata		10	17	27		11	11	6	11	17	43	16	59	114
	Astriclypeus mannii	4		4										4
	Crinoidae spp.							3	3	6		6	6	12
	Echinaster brasiliensis	2	2	4										4
	Echinometra lucunter	3	15	18					8	8	43	9	52	78
	Linckia guildingi					11	11					1	1	12
	Stichopus hermanni	1		1										1
	Tripneus sp.							3		3				3
	Total Transectos	20	34	54	12	58	70	12	22	34	116	62	178	336

Tabela 6.74 Abundância de organismos bentônicos observados na Ilha do Mar Virado durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas, pela técnica da busca ativa por crustáceos em tocas ou fendas, em áreas de 4 m².

Metodologia Coleta	Táxons	Morfotipos	Ilha do Mar Virado		
			Raso	Fundo	Total
	Crustacea		108	135	243
B A u t s i c v a a		Brachyura spp.	3	1	4
		Clibanarius sp.	59	81	140
		Stenorhynchus seticornis	46	53	99
	Total Busca Ativa		108	135	243

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe

M. S. S.

Responsável

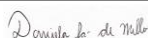
Revisão 03

07/2024

Nos costões do infralitoral do Mar Virado foram registrados, pelo método dos transectos, um total de 336 indivíduos distribuídos em 11 morfotipos. Assim como nas outras ilhas deste estudo, o ouriço-comum (*Echinometra lucunter*) foi a espécie dominante, seguidos pelos ermitões (*Paguroidea* spp.) e pelos caranguejos-aranha (*Stenorhynchus seticornis*). Em decorrência do número de indivíduos registrados de *E. lucunter*, os equinodermos foram também o filo mais abundante, apesar de haver significativa presença de crustáceos e de cnidários da família Gorgoniidae. A abundância relativa pode ser observada na tabela e figura que seguem (Tabela 6.75 e Figura 6.43).

Tabela 6.75 Abundância relativa dos animais observados nos transectos realizados na Ilha do Mar Virado.

Morfotipos	T1 Fundo	T1 Raso	T2 Fundo	T2 Raso	T3 Fundo	T3 Raso	T4 Fundo	T4 Raso	Total Ilha Mar Virado
Gorgoniidae sp.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,72%	0,00%	0,60%
Paguroidea spp.	0,00%	0,00%	33,33%	44,83%	0,00%	0,00%	17,24%	29,03%	20,24%
Portunidae spp.	0,00%	0,00%	16,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%
<i>Stenorhynchus seticornis</i>	0,00%	0,00%	50,00%	17,24%	0,00%	0,00%	6,90%	19,35%	10,71%
<i>Astriclypeus mannii</i>	40,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,38%
Crinoidea spp.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	27,27%	0,00%	19,35%	7,14%
<i>Echinaster brasiliensis</i>	20,00%	11,76%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,38%
<i>Echinometra lucunter</i>	30,00%	88,24%	0,00%	0,00%	0,00%	72,73%	74,14%	29,03%	46,43%
<i>Linckia guildingi</i>	0,00%	0,00%	0,00%	37,93%	0,00%	0,00%	0,00%	3,23%	7,14%
<i>Stichopus hermanni</i>	10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%
Tripneus sp.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,79%
Total Transectos	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

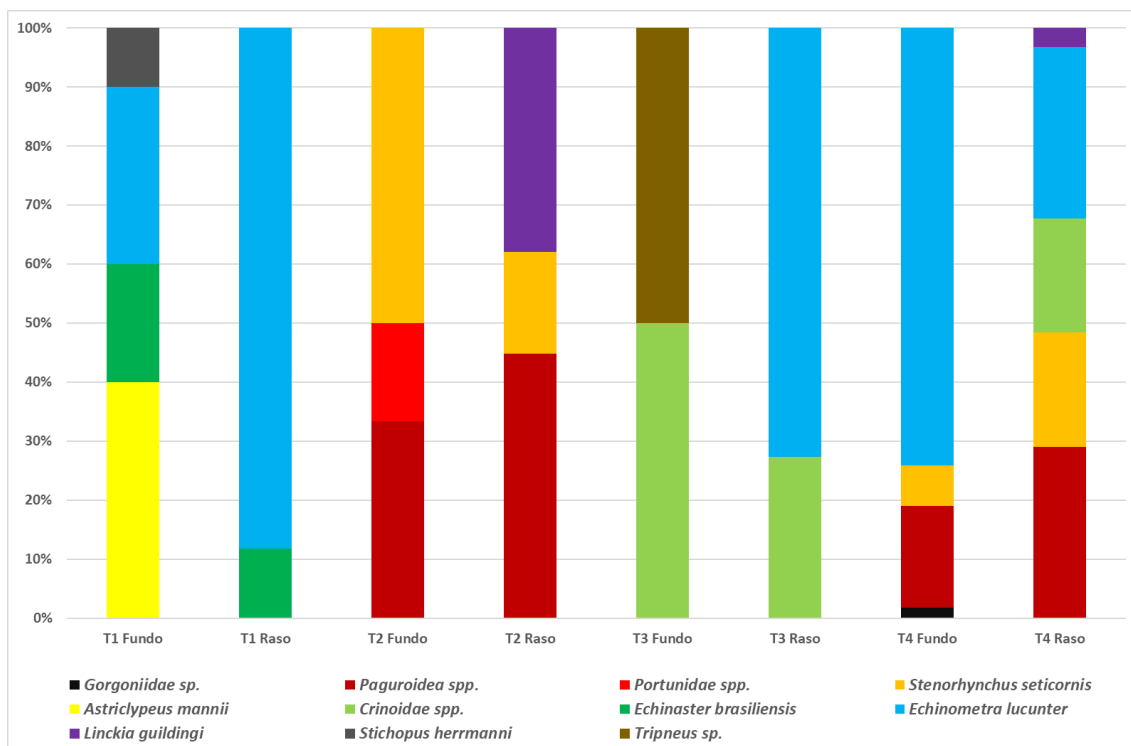


Figura 6.43 Abundância relativa dos animais observados na Ilha do Mar Virado durante o estudo.

Cabe notar que o ponto 2 da Ilha do Mar Virado, foi a única área onde não foram encontrados espécimes de *Echinometra lucunter*, local onde os crustáceos Paguroidea foram mais abundantes. Nos outros três pontos (pontos 1, 3 e 4) os ouriços foram os organismos com o maior número de indivíduos.

Considerando os padrões de densidade de organismos e sua distribuição nas profundidades, observa-se que na Ilha do Mar virado os transectos realizados no raso registraram densidade ligeiramente maior (0,06 ind./m²) que no fundo (0,05 ind./m²), totalizando de 0,055 ind./m² observados em Mar Virado. Pelo método da busca ativa, focada em crustáceos, maior densidade foi observada nos pontos do fundo (1,4 ind./m²), e menor nos pontos do raso (1,12 ind./m²), gerando num total de 1,2 ind./m² na Ilha do Mar Virado (Tabela 6.76).

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.76 Densidade específica do bentos de substrato consolidado na Ilha do Mar Virado (valores em ind./m²).

Táxons	Morfotipos	Ilha do Mar Virado		
		4 - 9 m	9 - 18 m	Total
Cnidaria		0,000	0,001	0,000
	<i>Gorgoniidae sp.</i>	0,000	0,001	0,000
Crustacea		0,021	0,013	0,017
	<i>Paguroidea spp.</i>	0,014	0,008	0,011
	<i>Portunidae spp.</i>	0,000	0,001	0,000
	<i>Stenorhynchus seticornis</i>	0,007	0,004	0,006
Echinodermata		0,034	0,037	0,036
	<i>Astriclypeus manni</i>	0,000	0,003	0,001
	<i>Crinoidae spp.</i>	0,006	0,002	0,004
	<i>Echinaster brasiliensis</i>	0,001	0,001	0,001
	<i>Echinometra lucunter</i>	0,020	0,029	0,024
	<i>Linckia guildingi</i>	0,008	0,000	0,004
	<i>Stichopus herrmanni</i>	0,000	0,001	0,000
	<i>Tripneus sp.</i>	0,000	0,002	0,001
Total Transectos		0,055	0,050	0,053

Quanto aos índices de diversidade de Simpson e de Shannon-Wiener na Ilha do Mar Virado, observou-se a mesma tendência entre ambos os índices, com maior diversidade nos transectos de fundo, nos pontos 1 e 3. A diversidade no ponto 2 foi equivalente entre as profundidades. Já o ponto 4 apresentou maior diversidade nos transectos do raso (Figuras 6.44 e 6.45).

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

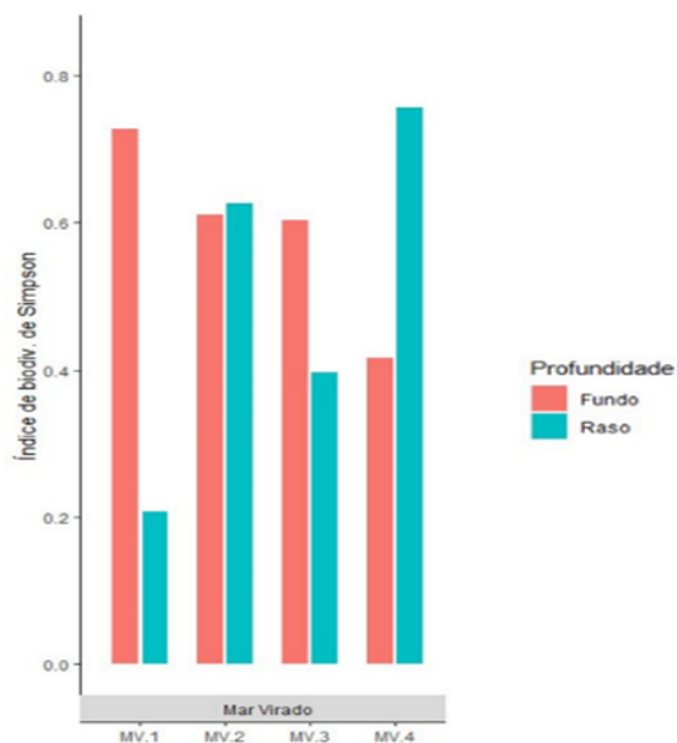


Figura 6.44 Índice de diversidade de Simpson para os dados da Ilha do Mar Virado.

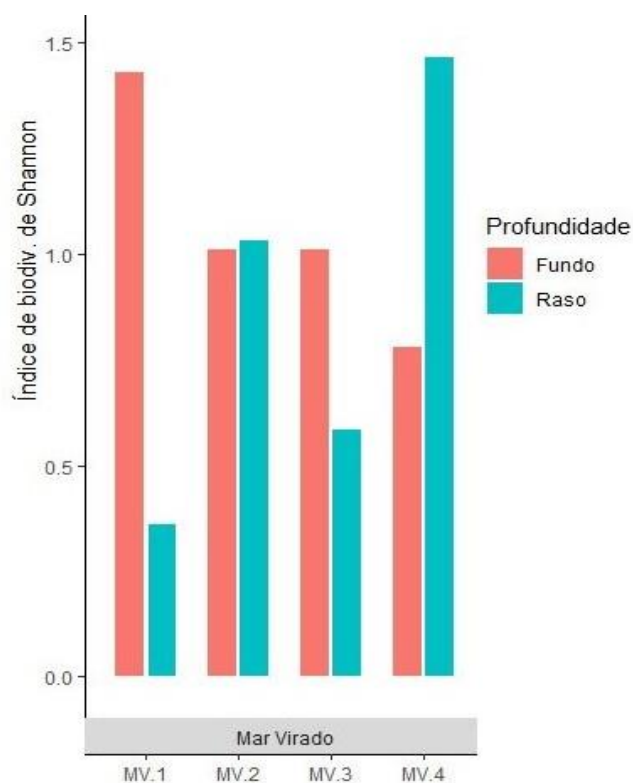


Figura 6.45 Índice de diversidade de Shannon-Wiener para os dados da Ilha do Mar Virado.

A curva de rarefação com os dados dos transectos é apresentada na figura que segue (Figura 6.46). Percebe-se tendência à assíntota, mas ainda com uma pequena inclinação ao final da curva, indicando que a ampliação do esforço amostral poderá resultar em ligeiro aumento da riqueza de espécies.

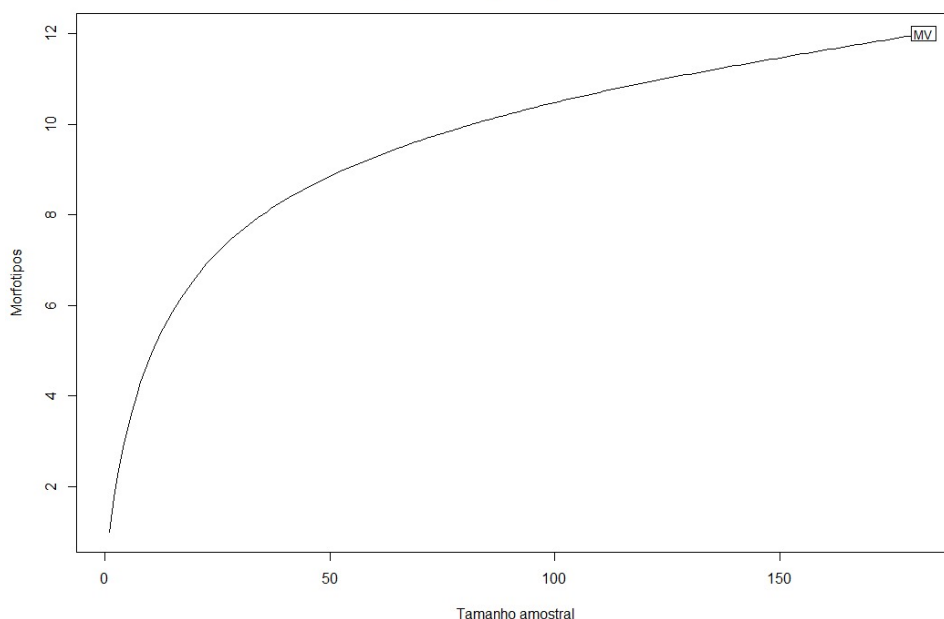


Figura 6.46 Curva de rarefação para os dados dos transectos da Ilha do Mar Virado.

6.3.4.1. Fotoquadrados

Na Ilha do Mar Virado, 95,83% dos substratos consolidados apresentaram recobrimento biológico. Foram registrados 27 morfotipos, sendo 8 de algas e 16 de invertebrados, além dos outros 3 correspondentes a “Vazio”, “Indeterminado” e o morfotipo associado “Tapete de Algas e Invertebrados” (Tabelas 6.77 e 6.78).

Os 12 morfotipos mais frequentes corresponderam a 90,42% das ocorrências. São eles, em ordem decrescente de abundâncias: *Palythoa caribaeorum*, Tapete de Corallinaceae, *Sargassum* sp., *Mussismilia* sp., Recobrimento misto de Hydrozoa e Bryozoa arborescentes, Vazio, *Demospongiae*, *Dictyotaceae*, *Tubastrea* sp., *Padina gymnospora*, *Carijoa riisei* e Anthozoa 2. Outros 17 morfotipos observados corresponderam a 9,58% das ocorrências nas amostras. Os 2 primeiros dominaram a paisagem marinha, representando 45% dos registros.

Tabela 6.77 Distribuição dos morfotipos registrados para a Ilha do Mar Virado, pela análise dos fotoquadrados.

Ilha do Mar Virado					
Morfoespécies	P1	P2	P3	P4	Total Geral
Anthozoa2	0,00%	0,00%	0,00%	5,00%	1,25%
Ascidacea	0,00%	0,00%	0,00%	5,00%	1,25%
Asparagopsis taxiformis	0,00%	0,00%	2,50%	0,00%	0,63%
Carijoa riisei	0,00%	0,00%	0,00%	5,83%	1,46%
Corallinaceae	1,67%	0,00%	0,00%	0,83%	0,63%
Corallinaceae Incrustante	0,00%	0,00%	0,83%	0,83%	0,42%
Demospongiae cor amarela	0,00%	0,00%	0,00%	1,67%	0,42%
Demospongiae cor laranja	0,83%	2,50%	0,00%	0,00%	0,83%
Desmapsamma anchorata	0,00%	3,33%	10,00%	0,00%	3,33%
Dictyota sp.	0,00%	7,50%	0,00%	2,50%	2,50%
Didemnidae	0,00%	0,00%	0,83%	0,00%	0,21%
Hydrozoa	0,00%	0,00%	0,83%	0,00%	0,21%
Hydrozoa/Bryozoa	0,83%	5,83%	11,67%	2,50%	5,21%
indeterminado	0,83%	1,67%	0,83%	0,00%	0,83%
Mussismilia sp.	5,00%	0,00%	5,00%	10,83%	5,21%
Ophiotrichidae	0,00%	5,00%	0,00%	0,00%	1,25%
Padina gymnospora	3,33%	3,33%	0,00%	0,83%	1,88%
Palythoa caribaeorum	17,50%	10,83%	42,50%	20,83%	22,92%
Porifera Demospongiae cor azul	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,21%
Rhodomelaceae	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	0,83%
Sargassum sp.	33,33%	40,00%	0,00%	0,00%	18,33%
Schizoporella sp.	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,21%
Tapete Algas/Invertebrados	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	0,83%
Tapete de Corallinaceae	29,17%	11,67%	19,17%	28,33%	22,08%
Tropiometra sp.	0,00%	0,00%	3,33%	0,00%	0,83%
Tubastrea sp.	0,00%	0,00%	0,00%	8,33%	2,08%
Vazio	5,83%	8,33%	2,50%	0,00%	4,17%

Tabela 6.78 Percentual de cobertura dos grandes grupos registrados para a Ilha do Mar Virado.

Morfotipos	Percentual de Cobertura	
	Raso	Fundo
Invertebrados	58,33	37,08
Algas	37,50	57,08
Vazio	3,33	5,00
Indeterminado	0,83	0,83

Dionata da Silva

Coordenador da Equipe

M. S. S.

Responsável

Revisão 03

07/2024

Dentre as algas, o morfotipo denominado “Tapete de Corallinaceae” dominou a paisagem marinha bentônica, correspondendo a 22,08% das ocorrências dos recobrimentos totais, com elevadas porcentagens em todos os pontos. *Sargassum* sp, com 18,33% dos registros, também apresentou elevada porcentagem de recobrimento, porém, somente nos pontos 1 e 2. O antozoário *Palythoa caribaeorum* representou 22,92% dos recobrimentos registrados, o maior dentre os invertebrados.

Quanto à profundidade, foram registrados 22 morfotipos nas transecções rasas, distribuídos entre 7 morfotipos exclusivos de algas e 12 exclusivos de invertebrados. Nas transecções profundas foram registrados 20 morfotipos, sendo 5 exclusivos de algas e 13 de invertebrados.

A Tabela 6.79 apresenta a lista de morfotipos totais, somado os pontos e profundidades, bem como sua porcentagem de recobrimento, enquanto a Tabela 6.80 apresenta somente os registros para algas.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.79 Morfotipos identificados na Ilha do Mar Virado, com suas respectivas porcentagens de recobrimento.

Morfotipos - Ilha do Mar Virado			Porcentagem de recobrimento
Alg/Inv	label	Morfoespecies	
Inv	palcar	Palythoa caribaeorum	22,92
Alg	tapcor	Tapete de Corallinaceae	22,08
Alg	sar	Sargassum sp.	18,33
Inv	muss	Mussismilia sp.	5,21
Inv	hydbry	Recobrimento misto composto por Hydrozoa e Bryozoa arborescentes	5,21
Vaz	vaz	Vazio (substrato nú, sem recobrimento biótico, podendo ser sedimento ou rocha)	4,17
Inv	demos	Demospongiae (predomina Desmapsamma anchorata)	3,33
Alg	dic	Dictyotaceae	2,50
Inv	tubsp	Tubastrea sp.	2,08
Alg	pad	Padina gymnospora	1,88
Inv	car	Carijoa riisei	1,46
Inv	ant2	Anthozoa 2	1,25
Inv	ophiu	Ophiuroidea (possivelmente gênero Ophiothrix)	1,25
Inv/Alg	tai	Tapete de algas e invertebrados	0,83
Inv	polar	Porifera cor laranja (gêneros Mycale, Haliclona, Hymeniacidon)	0,83
Inv	trop	Tropiometra sp	0,83
Alg	lau	Laurenciaeae	0,83
Ind	ind	Indeterminado	0,83
Alg	cor	Corallinaceae	0,63
Alg	asp	Asparagopsis taxiformis	0,63
Inv	poam	Porifera cor amarela (gênero Hymeniacidon)	0,42
Inv	asc	Ascidaceae	0,42
Inv	ascpt	Ascidaceae preta (gênero Didemnidae)	0,42
Inv	ascrs	Ascidaceae rosa (possivelmente Polysyncraton amethysteum)	0,42
Alg	corinc	Corallinaceae Incrustante, Rodolitos (gêneros Neogoniolithon, Sporolithon, Mesophyllum)	0,42
Inv	hyd1	Hydrozoa 1	0,21
Inv	schiz	Schizoporella	0,21
Inv	poraz	Porifera cor azul (gêneros Mycale, Haliclona, Callispongia, Niphates)	0,21
Inv	did	Didemnum sp.	0,21

Tabela 6.80 Morfotipos específico para as algas registradas nos fotoquadrados na Ilha do Mar Virado.

Morfotipos - Ilha do Mar Virado			Porcentagem de recobrimento
Alg/Inv	label	Morfoespecies	
Alg	tapcor	Tapete de Corallinaceae	22,08
Alg	sar	Sargassum sp.	18,33
Alg	dic	Dictyotaceae	2,50
Alg	pad	Padina gymnospora	1,88
Inv/Alg	tai	Tapete de algas e invertebrados	0,83
Alg	lau	Laurenciaeae	0,83
Alg	cor	Corallinaceae	0,63
Alg	asp	Asparagopsis taxiformis	0,63
Alg	corinc	Corallinaceae incrustante, rodolitos (gêneros Neogoniolithon, Sporolithon, Mesophyllum)	0,42

Dionísio da Silva

Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

A figura que segue, apresenta a curva de rarefação obtida com os dados das análises dos fotoquadrados, mostrando tendência de estabilização (Figura 6.47).

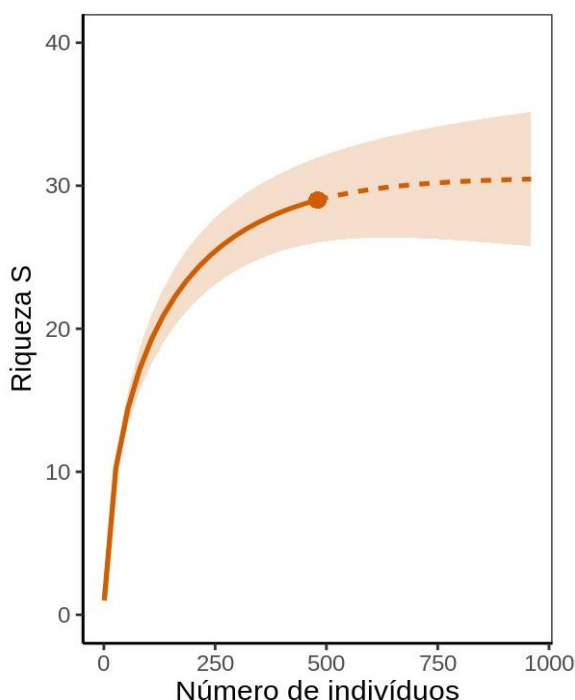


Figura 6.47 Curva de rarefação referente às análises dos fotoquadrados da Ilha do Mar Virado.

6.3.4.2. Cobertura de Substrato

Nos pontos amostrais da Ilha do Mar Virado, conforme o método de registros a cada 0,5 m nos transectos, os padrões de abundância total dos fundos marinhos permanecem semelhantes aos observados nas outras ilhas.

Presentes em 444 dos 1.280 pontos amostrais, as algas filamentosas também foram dominantes, seguidas das colônias de *Palythoa caribaeorum*, com 397 registros, pelas algas folhosas, com 245 pontos e pelos substratos arenosos em 118 pontos.

Na Ilha do Mar Virado percebe-se uma variação entre a presença marcante de algas frondosas, em substituição às algas filamentosas, mais presentes nas outras ilhas (Figura 6.48).

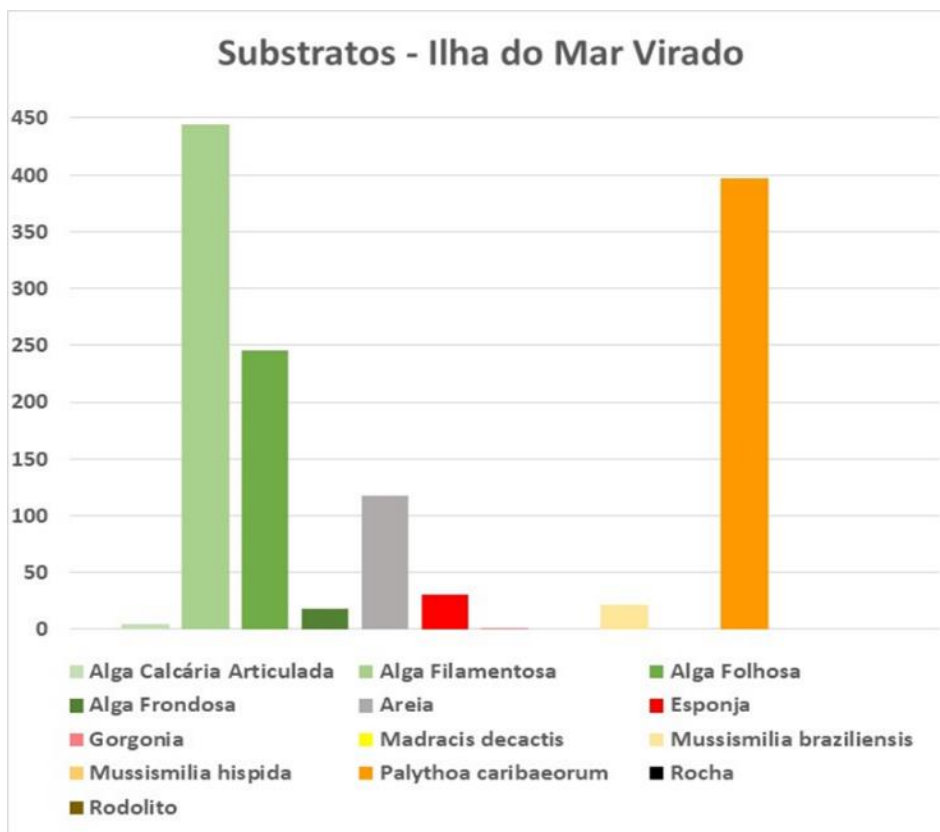


Figura 6.48 Total da abundância absoluta dos substratos amostrados na Ilha do Mar Virado.

Quanto à abundância relativa, os padrões encontrados nessa área do trabalho, são semelhantes aos resultados das outras ilhas avaliadas da APAM Litoral Norte, exceto pela ausência de substratos mais raros, como as rochas sem cobertura ou os rodolitos, além da inversão de povoamentos algais, com os *turfs* representando 34,7% dos registros, os corais-baba-de-boi 31,0%, as algas folhosas 19,1% e os substratos não consolidados arenosos 9,2% (Figura 6.49).

Além disso, assim como apontado anteriormente, as maiores diferenças na abundância relativa da área acontecem quando observados os transectos separadamente. O coral *Palythoa caribaeorum* é dominante nos pontos 1 e 3 e está quase ausente no 2 (somente 6 pontos), em que as algas folhosas são o substrato mais abundante. No ponto 4 as algas filamentosas são as mais numerosas dentre as coberturas do substrato.

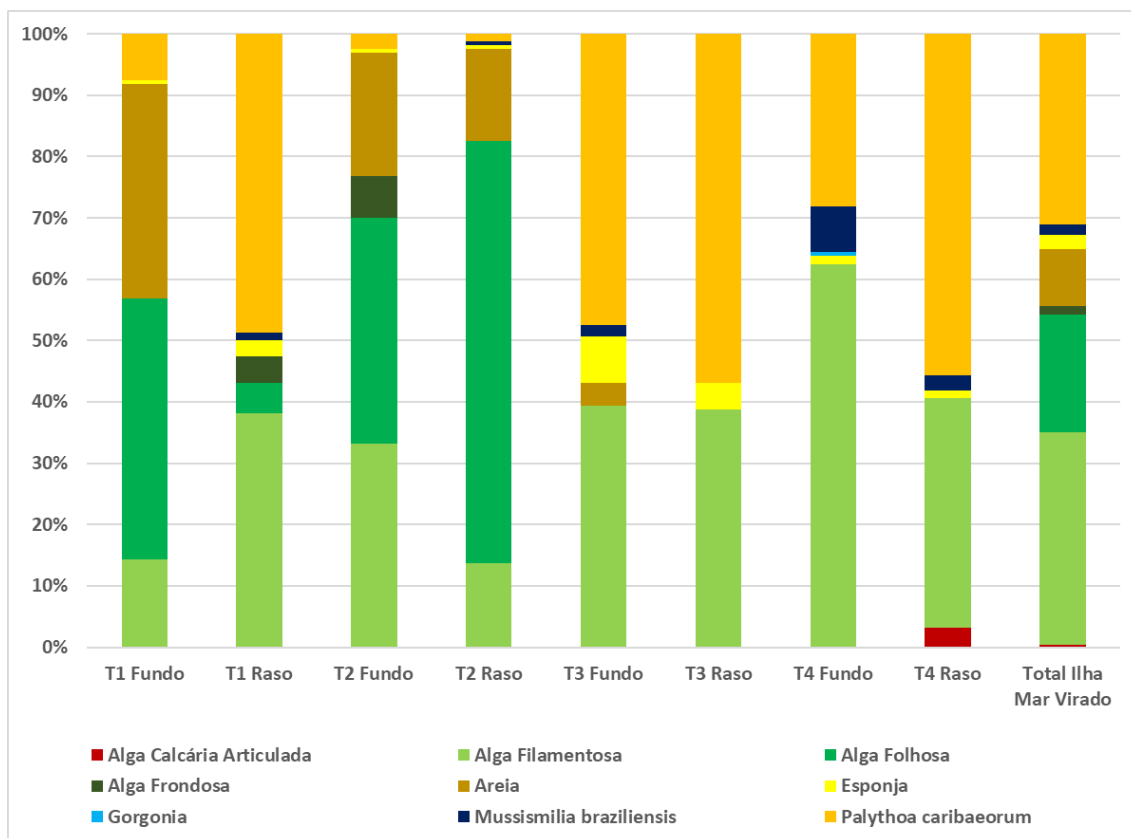


Figura 6.49 Abundância relativa dos substratos em cada um dos pontos amostrados na Ilha do Mar Virado.

6.3.5. Categoria de Substrato

Conforme detalhado no capítulo de procedimentos da AER, a complexidade do substrato em cada ponto foi estimada ao longo dos transectos, com classificação em 3 categorias (baixa, média e alta), baseadas principalmente na dimensão das rochas e na presença de tocas. A Tabela 6.81 apresenta a classificação obtida para os 4 pontos avaliados na Ilha do Mar Virado.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 6.81 Classificação do substrato na Ilha do Mar Virado, conforme categorias de complexidade.

Ilha do Mar Virado		
Ponto	Profundidade	Complexidade do Substrato
P1	raso	médio
	fundo	médio
P2	raso	médio
	fundo	médio
P3	raso	médio
	fundo	médio
P4	raso	médio
	fundo	médio

Percebe-se que todos os 4 pontos avaliados tiveram seus substratos classificados como de média complexidade, uma vez que, de modo geral, as rochas na região onde foram realizados os transectos possuíam diâmetro inferior a 1,0 m, com presença de porções arenosas e tocas.

6.3.6. Espécies Exóticas

Durante o levantamento do bentos, ao longo dos transectos, foram registradas as ocorrências de espécies exóticas, em especial, do coral-sol (*Tubastraea coccínea* e *Tubastraea tagusensis*), espécie considerada invasora em diferentes localidades do litoral brasileiro.

Os dados de extensão da área das colônias foram registrados em planilha, para posterior análise e classificação das áreas, com base em uma adaptação do Protocolo DAFOR (De PAULA e CREED, 2005; CREED e FLEURY, 2009), cujas ocorrências foram então classificadas como Dominante, Abundante, Frequente, Ocasional e Raro.

Colônias de coral-sol foram registradas ao longo dos transectos realizados na Ilha do Mar Virado. *Tubastraea sp* foram registrados no ponto 1 (fundo) e ponto 4 (raso). Muitas



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

colônias foram observadas, com adensamentos maiores e menores, mais uma vez nas faces verticais das rochas.

Estimativas durante a atividade sugerem que a área pode ser classificada como de ocorrência que varia de Frequente à Dominante (Figura 6.50).

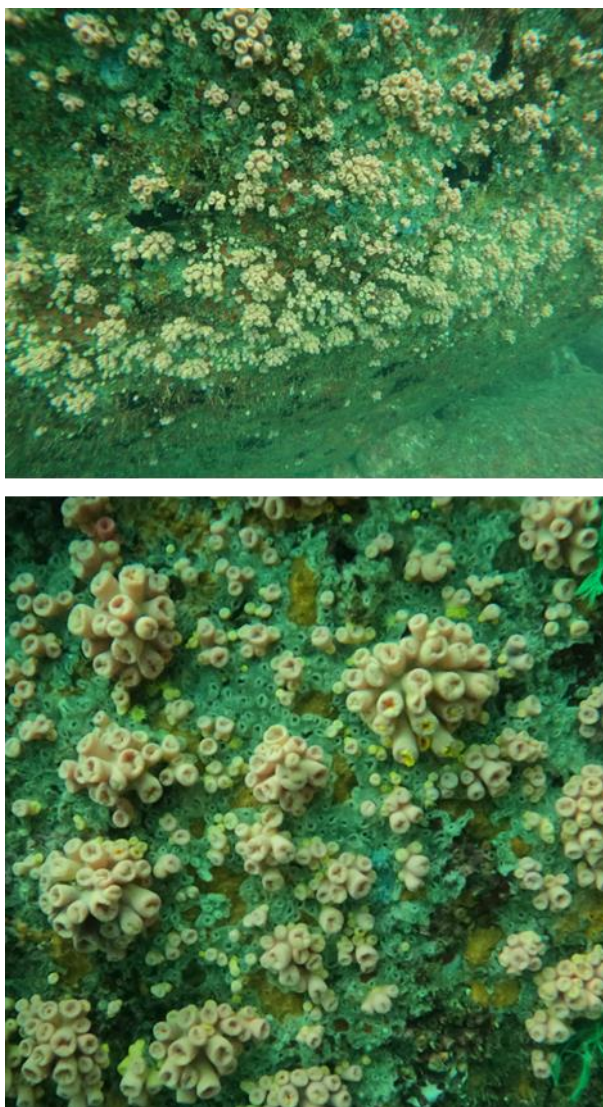


Figura 6.50 Imagens de coral-sol no ponto 4 da Ilha do Mar Virado.

Tais colônias não foram registradas nos demais pontos, todavia, os registros são suficientes para que se possa confirmar a ocorrência de coral-sol na Ilha do Mar Virado, com colônias estabelecidas em diferentes densidades. Também houve registros do briozoário exótico *Schizoporella* sp., observado nas análises dos fotoquadrados do

substrato consolidado do infralitoral da Ilha do Mar Virado. Os registros foram feitos no ponto 1, nos transectos do fundo, com ocorrência de 0,8% de cobertura no ponto.

Além disso, foram registradas colônias da espécie caribenha invasora *Carijoa riisei* na Ilha do Mar Virado, no ponto 4, com 5,8% de recobrimento, pela metodologia dos fotoquadrados.

6.3.7. Avifauna

A tabela que segue (Tabela 6.82), apresenta os resultados dos registros da avifauna avistada na Ilha do Mar Virado.

Tabela 6.82 Resultados dos avistamentos de avifauna na Ilha do Mar Virado.

Ilha do Mar Virado								
Espécies	Família	Nome Popular	Adulto Voando	Adulto Pousado	Juvenil	Filhote	Ninho	Barco de Pesca
<i>Fregata magnificens</i>	<i>Fregatidae</i>	Fragata	10	-	-	-	-	não
<i>Larus dominicanus</i>	<i>Laridae</i>	gaivotão	-	2	-	-	-	
<i>Coragyps atratus</i>	<i>Cathartidae</i>	Urubú	-	5	-	-	-	
<i>Sicalis flaveola</i>	<i>Thraupidae</i>	Canário-da-terra	4	-	-	-	-	
<i>Turdus rufiventris</i>	<i>Turdidae</i>	Sabiá-laranjeira	1	-	-	-	-	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	<i>Tyrannidae</i>	Bem-te-vi	1	-	-	-	-	
<i>Chloroceryle americana</i>	<i>Cerylidae</i>	Martim-pescador	1	-	-	-	-	
<i>Thraupis sayaca</i>	<i>Thraupidae</i>	Sanhaço-cinzento	1	-	-	-	-	
<i>Egretta caerulea</i>	<i>Ardeidae</i>	Garça-azul	-	2	-	-	-	
<i>Egretta thula</i>	<i>Ardeidae</i>	Garça-branca-pequena	-	1	-	-	-	

O levantamento de avifauna da Ilha do Mar Virado mostrou que das ilhas analisadas, essa é a que menos foram avistadas aves marinhas, contabilizando um total de 28 indivíduos. A espécie que apresentou mais representantes foi a fragata (*Fregata magnificens*) da família Fregatidae, encontradas em situação de voo, representando 36% do total de avistamentos (Figuras 6.51 e 6.52). As espécies que apresentaram as maiores abundâncias depois da fragata foram o urubu e o canário-da-terra, que apresentam hábitos terrestres, representando 18% e 14% dos avistamentos, respectivamente. Além dessas espécies, algumas outras avistadas também possuem hábitos terrestres como o sanhaço cinzento, o sabiá laranjeira e o bem te vi. De todas as espécies encontradas,

apenas 4 foram encontradas pousadas: os gaivotões, os urubus (*Coragyps atratus*) da família Carhartidae, as garças-azul (*Egretta caerulea*) e a garça-branca-pequena (*Egretta thula*), ambas da família Ardeidae.

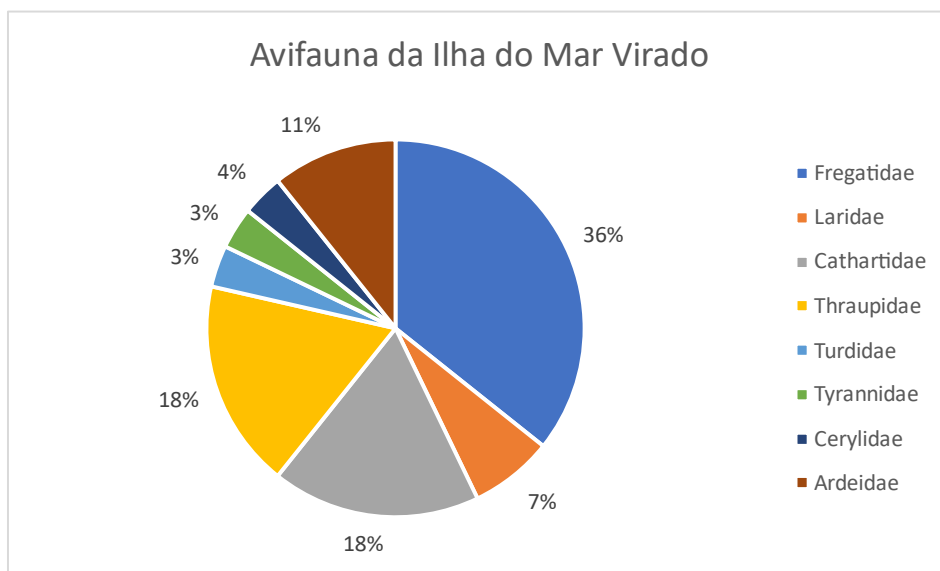


Figura 6.51 Gráfico de distribuição das famílias encontradas no levantamento de avifauna da Ilha do Mar Virado.

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024



Figura 6.52 Garça branca (*Egretta thula*) e Garça azul (*Egretta caerulea*) na Ilha do Mar Virado.

A distribuição das espécies de aves avistadas na Ilha do Mar Virado apresentou equitabilidade, apesar da dominância da família Fregatidae. A família das fragatas representa um total de 36% do total de indivíduos avistados durante a campanha, seguidos pelos 18% referentes às famílias Cathartidae, representada pelos urubus, e Thraupidae, representada pelo sanhaço-cinza e pelo canário-da-terra.

6.3.8. Caracterização Complementar

Em um levantamento da biomassa microfitobentônica em transectos nas Enseadas do Mar Virado, Fortaleza e Flamengo, todas em Ubatuba, cuja constituição predominante é por diatomáceas, além de alguns fitoflagelados e cianobactérias, Almeida (2014) encontrou valores de aproximadamente 10 mg/m² de clorofila-a e cerca de 19 mg/m² de feopigmentos em um ponto junto à Ilha do Mar Virado. Os valores de clorofila-a são

semelhantes ao encontrado na Enseada da Fortaleza e ligeiramente inferiores ao encontrado na Enseada do Flamengo.

Já os valores de feopigmentos foram ligeiramente inferiores ao observado para a enseada da Fortaleza e superiores ao encontrado na enseada do Flamengo. A biomassa, expressa em clorofila-a, varia em função da cota batimétrica e granulometria dos sedimentos.

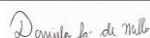
Vieitas (1995), avaliou características bióticas, de meio físico e culturais, de 23 ilhas costeiras de Ubatuba, com o objetivo de selecionar áreas prioritárias para conservação. A autora verificou que a ocupação humana nas ilhas acompanhou a continental, contando com populações pré-históricas, indígenas e caiçaras, cujo grau de alteração antrópica, conforme citado no trabalho, “está diretamente relacionada à ocupação humana e a facilidade de acesso às mesmas”.

Entre as ilhas avaliadas, 6 delas foram indicadas como prioritárias para a conservação (Ilha Anchieta, Ilha das Palmas, Ilha do Mar Virado, Ilha Rapada, Ilha dos Porcos Pequena e Ilha das Couves). O refinamento dos estudos realizados na Ilha do Mar Virado identificou “duas espécies de mamíferos terrestres, sessenta espécies de aves, seis espécies de répteis, quatro espécies de anfíbios e 161 espécies de plantas nativas”. Portanto, desde a época do estudo, já existia uma proposta de manejo para a Ilha do Mar Virado, já que ainda não havia sido implantada a APAMLN.

Godoy (2020) cita que entre os 1.651 indivíduos de *Brachyura* (Crustacea, Decapoda) coletados no substrato não consolidado na Ilha do Mar Virado, as espécies mais abundantes foram *Callinectes ornatus* e *Hepatus pudibundus* na Ilha do Mar Virado. A autora cita que o tipo de sedimento e a temperatura da água no fundo foram as variáveis mais relacionadas à abundância dos braquiúros, inferindo que o substrato não consolidado no entorno da Ilha do Mar Virado apresenta condições favoráveis para o estabelecimento de diversas espécies de braquiúros.

Em relação à avifauna, a fragata atua fortemente no controle das populações de peixes e lulas, contribuindo para o equilíbrio do ecossistema marinho, além disso atuam como dispersoras de sementes durante os seus longos voos, contribuindo para a biodiversidade local. Além disso, as fragatas podem ter um impacto significativo na

ecologia marinha através de suas interações com outras aves, como gaviotas e atobás que se beneficiam da capacidade da fragata de forçar a subida de peixes à superfície em suas investidas. Elas também são indicadoras da saúde dos oceanos e da disponibilidade de recursos alimentares, por sua grande capacidade migratória e são atrativos para atividades como o ecoturismo (OLIVEIRA, 2020a; BRANCO, 2003; Do NASCIMENTO e De AZEVEDO-JÚNIOR, 2010).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 7 Cobertura de Corais e Espécies Exóticas

A cobertura de corais nas 3 ilhas da APAM do Litoral Norte avaliadas nesta AER, ao se analisar pelo método dos registros nos transectos, foi dominada por 3 espécies principais e que possuem simbiose com zooxantelas, sendo 2 de corais pétreos da ordem Scleractinia (*Mussismilia braziliensis* e *Madracis decactis*), além de uma espécie de coral zoantídeo (*Palythoa caribaeorum*). Esse último, da ordem Zoantharia, foi o mais comumente encontrado em todas as áreas deste estudo.

Contudo, a cobertura de corais apresentou diferentes composições ao longo dos pontos amostrais. Depois da dominância do coral baba-de-boi (*P. caribaeorum*) registrada nas 3 ilhas, as espécies mais comuns na Ilha Anchieta foram *Mussismilia braziliensis* e *Madracis decactis*, respectivamente. Já na Ilhas das Couves, as colônias de *Madracis decactis* superaram as de *Mussismilia braziliensis* em abundância. Na Ilha do Mar Virado, além dos dominantes *Palythoa caribaeorum*, apenas o coral *Mussismilia braziliensis* foi registrado.

A região que apresentou maior cobertura absoluta de corais de diferentes espécies foi nas Ilhas das Couves, onde 5,5% das áreas amostradas no raso possuíam a presença desses animais, somado à 11,4% das áreas do fundo, totalizando 8,5% de cobertura. Considerando os valores totais das áreas de estudo, as Ilhas das Couves foram seguidas pela Ilha do Mar Virado (2,7% de cobertura) e pela Ilha Anchieta (2,5% de cobertura), sendo que na primeira delas a área com mais presença de corais é a mais rasa (2,9% de cobertura) e na última ocorre maior número de colônias no fundo (3,3% de cobertura) (Tabela 7.1).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 7.1 Categoria e densidades de impactos ambientais antrópicos na APAM do Litoral Norte para as duas profundidades. A densidade considera cada ocorrência em uma área de 100 m² (total de um transecto). Cobertura de corais em porcentagem por 100 m².

Área de Estudo	Tipo de Impacto	Profundidade		Total
		4 - 9 m	9 - 18 m	
Ilha Anchieta	Coral Quebrado	0.011	-	0.006
	Espécie Exótica	0.004	0.001	0.003
	Lixo de Pesca	-	-	-
	Lixo Plástico	0.005	0.054	0.029
	Cobertura de Corais (%)	1.72%	3.34%	2.53%
Ilhas das Couves	Coral Quebrado	-	-	-
	Espécie Exótica	0.003	-	0.001
	Lixo de Pesca	-	0.003	0.001
	Lixo Plástico	0.003	-	0.001
	Cobertura de Corais (%)	5.50%	11.44%	8.47%
Ilha Mar Virado	Coral Quebrado	-	-	-
	Espécie Exótica	-	0.003	0.001
	Lixo de Pesca	-	0.003	0.001
	Lixo Plástico	-	-	-
	Cobertura de Corais (%)	2.88%	2.56%	2.72%
Densidade Total	Coral Quebrado	0.003	-	0.003
	Espécie Exótica	0.001	0.001	0.002
	Lixo de Pesca	-	0.001	0.001
	Lixo Plástico	0.002	0.013	0.015
	Cobertura de Corais (%)	3.36%	5.78%	4.57%

Pelos registros obtidos na metodologia dos transectos, a única espécie exótica observada na APAM do Litoral Norte durante este estudo foi o coral azooxantelado do gênero *Tubastraea*, popularmente conhecido como coral sol, com duas espécies encontradas no litoral brasileiro, a *Tubastraea coccinea* e a *Tubastraea tagusensis*.

Esses indivíduos foram encontrados em maiores concentrações na Ilha Anchieta (total de 0,003 ocorrências/100 m²), em especial nas áreas mais rasas, onde grandes colônias foram identificadas e apresentaram pólipos saudáveis (Figura 7.1). Entretanto, a presença dessa espécie exótica foi registrada com certa variação de ocorrências e

densidades no contexto geral dos transectos realizados, visto que não foram encontradas na maioria dos pontos amostrais nessa área.

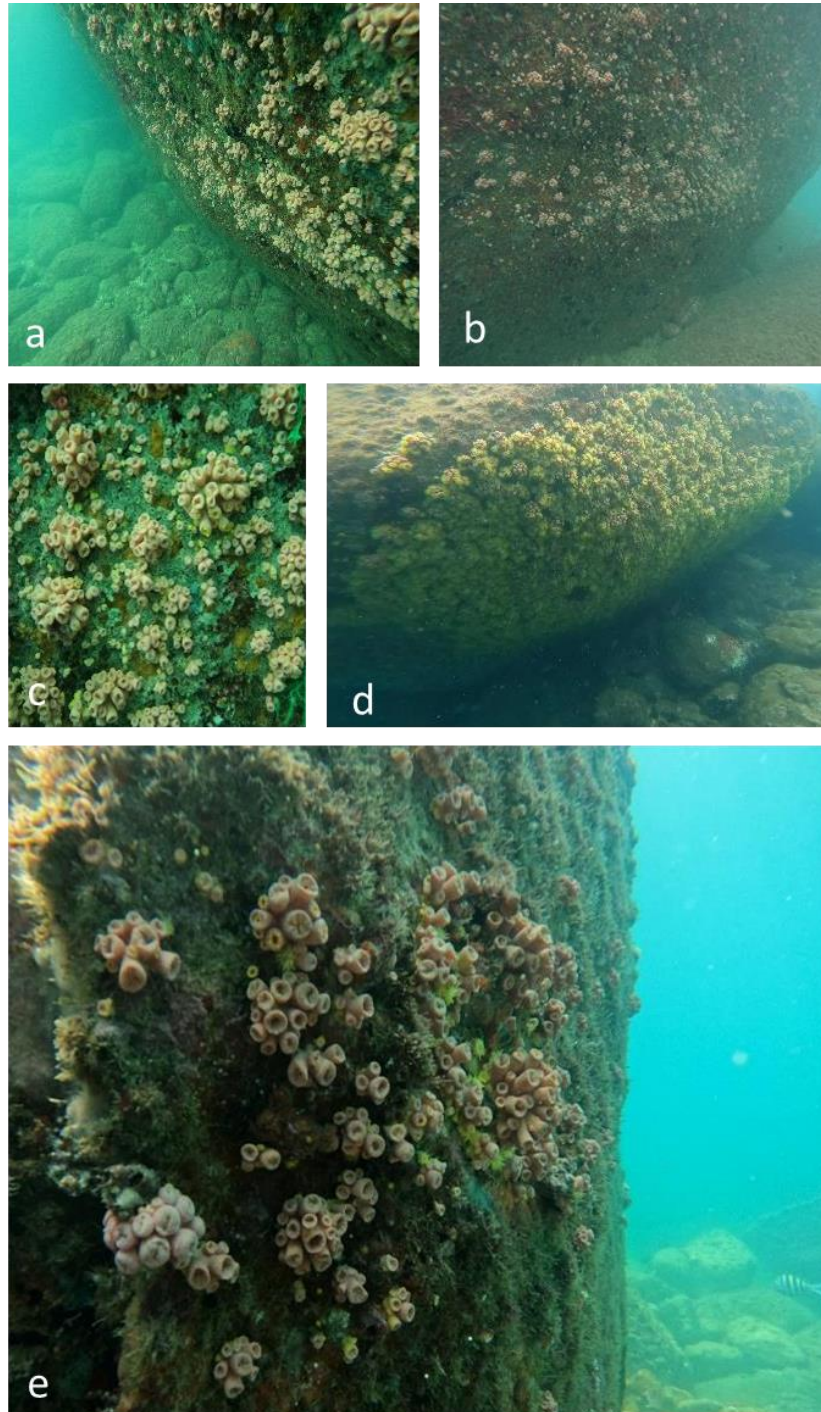


Figura 7.1 Presença de colônias de corais do gênero *Tubastraea* nas três ilhas avaliadas (a. Ilha do Mar Virado - ponto 4; b. Ilha do Mar Virado - ponto 4; c. Ilha do Mar Virado - ponto 4; d. Ilha Anchieta - ponto 1; e. Ilha Anchieta - ponto 8).

Nas Ilhas das Couves e do Mar Virado também foram registradas colônias de coral-sol nos transectos mais rasos, mas cobrindo apenas pequenas áreas do substrato na maioria das ocorrências (colonização inicial). Em um dos transectos realizados na Ilha das Couves foi registrada uma área de cerca de 2 m² de colonização por coral sol, todavia, apesar dessa ocorrência, essa espécie exótica não foi observada em todos os transectos dessas duas ilhas (total de 0,001 ocorrências/100 m²).

Já pela metodologia dos fotoquadrados, puderam também ser registradas colônias de *Carijoa Riisei* nas Ilhas Anchieta (1,67% de recobrimento no ponto 3) e do Mar Virado (5,8% de recobrimento no ponto 4).

Quanto ao lixo encontrado nas áreas amostrais, houve predominância de lixo plástico, seguido pelos lixos que tem origem na atividade náutica/pesqueira, como pneus, blocos de cimento e cabos para fundeio, além de linhas e anzóis de pesca. Em nenhum dos pontos foi detectada a presença de lixo metálico ou de vidro.

A Ilha Anchieta foi o local de estudo onde as concentrações de lixo plástico foram mais elevadas, apresentando 0,054 ocorrências/100 m² nos pontos de fundo e 0,005 ocorrências/100 m² nos rasos, gerando um total de 0,029 ocorrências/100 m² na ilha. Esse tipo de detrito também estava presente na Ilha das Couves, porém menos frequentes, totalizando 0,001 ocorrências/100 m². Não foram encontrados lixos plásticos na Ilha do Mar Virado. Contudo, os resíduos de origem da pesca foram igualmente presentes nas Ilhas das Couves e na Ilha do Mar Virado, exclusivamente nos transectos mais profundos, onde uma concentração de 0,001 ocorrências/100 m² foi observada. Já na Ilha Anchieta, não foi observada a presença de resíduos de atividade pesqueira.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 8 Riscos e Potenciais Impactos no Ambiente Costeiro

O presente capítulo pretende contribuir, em seu tema, com a identificação e avaliação de algumas ameaças e potenciais impactos identificados durante essa AER, incluindo alguns aspectos já citados no plano de manejo da APAMLN, bem como outros associados à exploração e transporte de petróleo, ou até mesmo, vazamentos menores de combustíveis de embarcações de recreio e pesca que operam em águas das Ilhas avaliadas.

Cabe considerar a alta importância ecológica das três ilhas avaliadas nesta AER, que, conforme os atributos apontados nessa análise, as identificam como ambientes relevantes para a conservação, ampliando a importância de se conhecer os potenciais impactos em que estão susceptíveis.

Impactos ambientais na zona costeira, incluindo as ilhas, podem acontecer de diversas formas, por diferentes fontes, em graus e características variadas. Derrames de petróleo e derivados, ocupação irregular de praias, dunas e restingas, lançamentos de esgoto, supressão de vegetação, aterros de manguezais, dragagens, pesca irregular, extrapolação de capacidades de suporte e introdução de espécies exóticas estão entre alguns exemplos.

A ilhas costeiras do Litoral Norte do Estado de São Paulo configuram um importante contínuo de substratos consolidados alinhados ao longo da costa, com funções ecológicas relevantes, oferecendo abrigo e áreas de descanso às espécies pelágicas, substrato às bentônicas, alimentação, área de reprodução e de dispersão de larvas e jovens.

Nesse sentido, além de sua significativa importância ecológica, da agregação da biodiversidade marinha, da beleza cênica desses ambientes e da relativa proximidade da costa, faz com que tais estejam vulneráveis à diferentes tipos de impactos.

Com base em considerações como essas, se percebe, ao longo dos anos, algumas políticas preservacionistas sendo implementadas, como criação de diferentes categorias de Unidades de Conservação, políticas de restrição de pesca e defesos, processos de

licenciamento ambiental rigorosos para empreendimentos no ambiente costeiro e marinho, estudos de deslocamento de plumas de poluentes, entre outros (ESTADO DE SÃO PAULO, 2008b; ESTADO DE SÃO PAULO, 1983; ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b; BRASIL, 2000b; PETROBRAS 2014; PETROBRAS, 2016; PETROBRAS, 2017a, PETROBRAS, 2017b).

Em função de uma série de aspectos, usos desses ambientes insulares, tipologia de empreendimentos, distância da costa, entre outros, os possíveis impactos podem se dar em magnitudes bem distintas.

Entre os possíveis aspectos e impactos relacionados às alterações da qualidade química de um ambiente insular estão as eventuais ocorrências de óleo e derivados, tanto por atividades de exploração, transporte, transbordos e refino, como também por menores ocorrências de vazamentos de óleos combustíveis ou lubrificantes de pequenas embarcações de recreio ou pesca, frequentemente observados nessas localidades. Tais vazamentos podem ser pontuais, mas crônicos, derivados da cadeia de manutenção e abastecimento de embarcações. Nessa categoria associada às alterações físico-químicas também estão os lançamentos de esgoto, tratados ou não, mas que de forma crônica, em função da hidrodinâmica local, pode contribuir para a redução da qualidade de águas e sedimentos. Em ilhas mais próximas da costa, as drenagens urbanas também podem contribuir com a introdução de contaminantes químicos. Compostos persistentes e emergentes, como alguns orgânicos, fármacos e hormônios, com potencial de desregulação endócrina ou outros efeitos ainda não conhecidos entram também nessa lista.

A poluição por plásticos, microplásticos e nanopartículas plásticas também tem ganho protagonismo nos estudos de impactos ambientais nos ambientes marinhos, independente da distância da costa ou das grandes metrópoles, justamente pela persistência do material ou pela dispersão hidrodinâmica a que eles são favorecidos. Seus impactos estão relacionados tanto à aspectos físicos como químicos, incluindo sufocamentos, complicações digestórias, desnutrição, contaminação por compostos orgânicos adsorvidos, entre outros. Trata-se de uma linha de pesquisa relativamente nova, com avanços consideráveis tanto em seu entendimento como preocupação, e que, certamente, implicará em mudanças de hábitos consolidados e políticas públicas

adequadas. Centros de pesquisa, órgãos de controle ambientais e empresas têm investido em estudos e técnicas analíticas, trazendo novas contribuições científicas sobre essa questão (BRASIL, 2019; IWANICKI e ZAMBONI, 2020).

Já entre os estressores de ação direta aos componentes biológicos insulares, além dos de efeitos químicos, podem ser citados a proliferação de espécies exóticas, a pesca irregular e a sobrepesca, o uso inadequado do solo, atividades de turismo incompatíveis com o ambiente e acima da sua capacidade de suporte, entre outros já apontados pelo plano de manejo da APAMLN (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b).

É nesse sentido que se justifica a realização de diagnósticos ambientais, bem como o mapeamento de riscos, de forma a evitar usos inadequados do ambiente, bem como criar planos de ação e de resposta no caso de acidentes, agilizando tomadas de decisão estratégicas de proteção e controle, assim como possibilitando a redução, avaliação e mitigação de impactos.

O plano de manejo da APAMLN já indicou que impactos crônicos ou agudos, podem estar mais associados aos ambientes costeiros nas proximidades do Canal de São Sebastião, em especial, pela presença do Porto (Docas de São Sebastião) e do Terminal de Petróleo da Transpetro (TEBAR) (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b).

No que se refere aos eventuais impactos por óleo no Litoral Norte⁷, podem ser citados aqueles originados na movimentação de petróleo e derivados nos dutos e cais do Terminal Almirante Barroso, da Transpetro, em São Sebastião, acidentes rodoviários com caminhões tanque, toque na costa de potenciais derrames em grande escala de plataformas de exploração, vazamentos crônicos de embarcações de recreio e pesca, a própria drenagem urbana, ou aquelas introduções de óleos lubrificantes e derivados de origem na cadeia de manutenção e abastecimento de embarcações.

Potenciais toques na costa por manchas de óleo originadas em eventuais derrames de média ou grande escala de plataformas de produção têm sido bem estudados em seus processos de licenciamento ambiental. O conhecimento da meteoceanografia, dos processos hidrodinâmicos e dos avanços das ferramentas de modelagem e simulação do

⁷ Conforme site da Companhia Ambiental de São Paulo – CETESB. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/tipos-de-acidentes/vazamentos-de-oleo/panorama-geral/>. Consulta em 08/04/2024.

deslocamento de manchas tem possibilitado entendimento com significativa previsibilidade dos possíveis impactos em áreas da costa, permitindo a elaboração de planos de emergência, assim como o estabelecimento prévio das ações de contingência, aprimorando a velocidade e efetividade das respostas às emergências.

Os robustos estudos desenvolvidos no licenciamento das atividades no pré-sal têm contribuído sobremaneira com esse conhecimento, refletindo diretamente na redução dos riscos e impactos da atividade (PETROBRAS, 2014; PETROBRAS, 2016; PETROBRAS, 2017a).

O presente projeto dá sua contribuição efetiva também nesse tema, uma vez que as informações específicas aqui obtidas agregam conhecimento à gestão e proteção desses ambientes. Toda e qualquer ação de controle, monitoramento ou respostas às emergências ambientais, são mais bem sucedidas à medida que melhor se conhece o ambiente em questão, incluído sua biota, suas peculiaridades, hidrodinâmica, e outras características.

Nesse contexto, contribuindo com o entendimento do ambiente marinho, em seus vários aspectos, tem-se uma vasta produção acadêmica nacional, além dos complexos estudos para os processos de licenciamento ambiental das atividades de óleo e gás, considerando ainda as exigências e condicionantes das licenças.

Desde a década de 70 que são elaborados mapeamento de áreas de sensibilidade ambiental, os quais tornaram uma importante ferramenta técnica e gerencial avaliação de impactos e proteção dos ambientes em casos de acidentes ou emergências ambientais, possibilitando otimizar as ações, priorizar a estratégia e logística e reduzir as consequências ambientais, já que são áreas de maiores riscos para a biota e socioeconomia. Os mapas auxiliam no direcionamento dos recursos disponíveis de resposta a um derrame de óleo para áreas onde a atuação dessa resposta venha a ser a mais eficaz dentro dos condicionamentos presentes (PETROBRAS, 2002).

Nesse sentido, as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo (Cartas SAO), desenvolvidas pelo Ministério do Meio Ambiente, são um conjunto de diretrizes para o planejamento de contingência no caso de incidentes de poluição por óleo, através



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

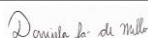
07/2024

da implementação de um sistema de prioridades entre áreas de maior necessidade de proteção e eventuais áreas de sacrifício.

Esse tema é aqui trazido, mesmo não se tratando de estudo específico para um porto ou terminal de petróleo, pelo fato da importância da Cartas SAO, mesmo considerando a pequena possibilidade de ocorrências com volumes consideráveis na região das ilhas avaliadas neste estudo. Os assuntos específicos de capacidade de resposta são também tratados nos processos de licenciamento, incluindo diferentes planos e programas, como o Plano de Emergência Individual (PEI) e outros documentos elaborados nas fases anteriores do licenciamento ambiental.

Assim, o principal objetivo de uma resposta adequada aos derramamentos, além da proteção da vida humana, é o aumento da eficiência das estratégias de contenção do óleo para a mitigação das consequências ambientais do vazamento, objetivos esses que as Cartas SAO visam colaborar. A Carta SAO inclui três tipos de informação: a sensibilidade ambiental do litoral ao óleo, a presença de recursos biológicos sensíveis ao óleo e as atividades socioeconômicas que podem ser afetadas pelo derramamento.

A classificação das áreas ecologicamente sensíveis das Cartas SAO é realizada de acordo com as características geomorfológicas (grau de exposição à energia de ondas e marés, declividade do litoral e tipo de substrato), sensibilidade a derramamento, persistência natural do óleo e condições de limpeza e remoção da seção do litoral em questão. O Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) varia em uma escala de 1 a 10, com grau crescente de sensibilidade (Tabela 8.1). Essas características são fundamentais para entendimento da permanência e impacto do óleo, procedimentos de limpeza, assim como, compreender qual comunidade poderá ser afetada (BRASIL, 2004; ARAUJO et al., 2002; MILANELLI, 2003).



Coordenador da Equipe













Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 8.1 Descrição dos Índices de Sensibilidade do Litoral (ISL) (BRASIL, 2004).

COR	ÍNDICE	CÓDIGO			TIPOS DE COSTA
		R	G	B	
	ISL 1	119	38	105	<ul style="list-style-type: none"> Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos Falésias em rochas sedimentares, expostas Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas
	ISL 2	174	153	191	<ul style="list-style-type: none"> Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.)
	ISL 3	0	151	212	<ul style="list-style-type: none"> Praias dissipativas de areia média a fina, expostas Faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo "long beach") Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos Campos de dunas expostas
	ISL 4	146	209	241	<ul style="list-style-type: none"> Praias de areia grossa Praias intermediárias de areia fina a média, expostas Praias de areia fina a média, abrigadas
	ISL 5	152	206	201	<ul style="list-style-type: none"> Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação Recifes areníticos em franja
	ISL 6	0	149	32	<ul style="list-style-type: none"> Praias de cascalho (seixos e calhaus) Costa de detritos calcários Depósito de tálus Enrocamentos ("rip-rap", guia corrente, quebra-mar) expostos Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas)
	ISL 7	214	186	0	<ul style="list-style-type: none"> Planície de maré arenosa exposta Terraço de baixa-mar
	ISL 8	225	232	0	<ul style="list-style-type: none"> Escarpa / encosta de rocha lisa, abrigada Escarpa / encosta de rocha não lisa, abrigada Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados Enrocamentos ("rip-rap" e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados
	ISL 9	248	163	0	<ul style="list-style-type: none"> Planície de maré arenosa / lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas Terraço de baixa-mar lamoso abrigado Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais
	ISL 10	214	0	24	<ul style="list-style-type: none"> Deltas e barras de rio vegetadas Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado; apicum Marismas Manguezal (mangues frontais e mangues de estuários)

Deve-se considerar que o ISL é desenvolvido para a faixa entremarés (PETROBRAS, 2002), enquanto essa AER foi realizada no infralitoral, sendo, entretanto, trazida aqui para complementação das avaliações. Os Índices de Sensibilidade das três ilhas avaliadas nessa AER estão representadas nas figuras que seguem (Figuras 8.1 a 8.3), cuja cor da delimitação dos perímetros de cada ilha indica seu ISL. Embora o Projeto MAREM indique em seu site que a referência a ser utilizada para citação deva ser 2016, cabe informar que versão apresentada para o ISL passou por atualização em 2023, na qual a linha de costa foi atualizada e remodelada a partir de imagens de satélite ESRI atuais (MAREM, 2016).

Conforme os polígonos de caracterização da linha de costa para as ilhas alvo desta AER, disponibilizados pelo MAREM, foram observados os ISL 1, 2, 4, 5 e 6, entre as 10 categorias contempladas, conforme a descrição que segue (MAREM, 2016):

ISL 1 - Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos; Falésias em rochas sedimentares, expostas; Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas (Cor fúcsia);

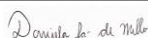
ISL 2 - Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos; Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.) (Cor lilás);

ISL 4 - Praia de areia grossa; Praia intermediária de areia fina a média, exposta; Praia de areia fina a média, abrigada (Cor azul claro);

ISL 5 - Praia mista de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais; Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação; Recifes areníticos em franja (Cor verde claro);

ISL 6 - Praia de cascalho (seixos e calhaus); Costa de detritos calcários; Enrocamentos (rip-rap, guia corrente, quebra-mar) expostos; Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas) (Cor verde escuro).

As feições da linha de costa observadas nas três ilhas são basicamente compostas por costões rochosos, ocorrendo faixas de praias arenosas nas Ilhas das Couves e Anchieta. Os costões rochosos, todavia, podem apresentar diferentes características, como observado nas ilhas, conforme as categorias contempladas pelo ISL.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024



Figura 8.1 Indicação do ISL da Ilha das Couves (Fúcsia: ISL=1; Lilás: ISL=2; Verde Claro: ISL=5; Verde Escuro: ISL=6)
(Fonte: MAREM, 2016).



Figura 8.2 Indicação do ISL da Ilha Anchieta (Lilás: ISL=2; Azul Claro: ISL=4; Verde Claro: ISL=5; Verde Escuro: ISL=6)
(Fonte: MAREM, 2016).

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024



Figura 8.3 Indicação do ISL da Ilha do Mar Virado (Lilás: ISL=2; Verde Escuro: ISL=6) (Fonte: MAREM, 2016).

Na Ilha das Couves pode ser observado que o lado voltado para o continente (Oeste) é basicamente marcado como ISL 6 – verde escuro, que conforme a descrição, trata-se de um depósito de tálus (no caso, costões com matacões). Há ainda duas praias arenosas e região de depósito de cascalho, com ISL 5 – verde claro. Na face volta para Leste, para o mar aberto, o ISL é indicado como 2 (lilás), tipologia essa que inclui os costões rochosos lisos e expostos. Em sua ilhota, à Sudoeste, há ainda um trecho com ISL 1 – fúcsia, caracterizado pela presença de costões rochosos lisos, de alta declividade e expostos.

Na Ilha Anchieta também podem ser observadas 4 categorias de ISL. Sua faixa Oeste, voltada para o continente, é marcada na maior parte como ISL 6 - verde escuro, costões rochosos com matacões, mas também pode ser notada uma pequena praia arenosa (Praia de Sul). Grande parte da Ilha Anchieta, em suas porções Nordeste, Leste e Sudeste, tem-se o ISL 2 – lilás, caracterizado por longos trechos de com costões rochosos lisos, de declividade média a baixa e expostos. Em sua enseada principal, com face Norte, onde estão as maiores praias arenosas da ilha, além de região de depósito de cascalho, com ISL 4 (azul claro) e 5 (verde claro).

Já a Ilha do Mar Virado é caracterizada por uma predominância do ISL 2 (lilás), cuja tipologia inclui os costões rochosos lisos e expostos, tanto a Norte, Leste e Sul. Sua face voltada para o continente (Oeste) é integralmente marcada como ISL 6 – verde escuro, a qual se caracteriza por depósitos de tálus (costões com matacões).

Independentemente do método e eficiência de limpeza, todos esses ambientes são colonizados por fito e zoobentos, os quais podem ser impactados caso o óleo atinja a linha de costa das ilhas.

Da mesma forma, é importante inferir, que elevada sensibilidade ambiental está associada aos ISL mais altos, manguezais ou planícies de maré da região, uma vez que costões rochosos são classificados com menor sensibilidade ao óleo, em especial, aqueles mais lisos, localizados em ambientes com elevado hidrodinamismo e sujeitos à energia das ondas incidentes (MMA, 2007).

Pode-se entender, assim, que um ambiente é tido como sensível quando sua fragilidade, associada à sua importância ecológica, é elevada, enquanto a vulnerabilidade está associada a probabilidade do ambiente ser atingido no caso de vazamentos. Complexidade do substrato, dificuldade de limpeza, riqueza biológica, resiliência, direção das correntes e do vento, entre outros aspectos, estão associados na questão.

As cartas de sensibilidade – Cartas SAO, foram elaboradas para emprego em todos os níveis de incidentes de poluição por óleo. Para que o planejamento estratégico possa atender todas as escalas de resposta e impacto ambiental, foram desenvolvidas cartas em três escalas (DIAS-BRITO et al., 2014; PETROBRAS, 2002).

As Cartas Estratégicas constituem de uma unidade cartográfica associada ao estudo de uma bacia marítima e contempla uma classificação simplificada da sensibilidade da linha de costa, com três níveis de sensibilidade associados. As Cartas Táticas estão, em geral, associadas aos derramamentos de porte médio, constituindo uma escala intermediária que cobre todo o litoral da bacia mapeada (Figura 8.4). Já as Cartas Operacionais caracterizam o planejamento de contingência em escala local e orienta pontualmente o plano de ação em caso de derramamento.

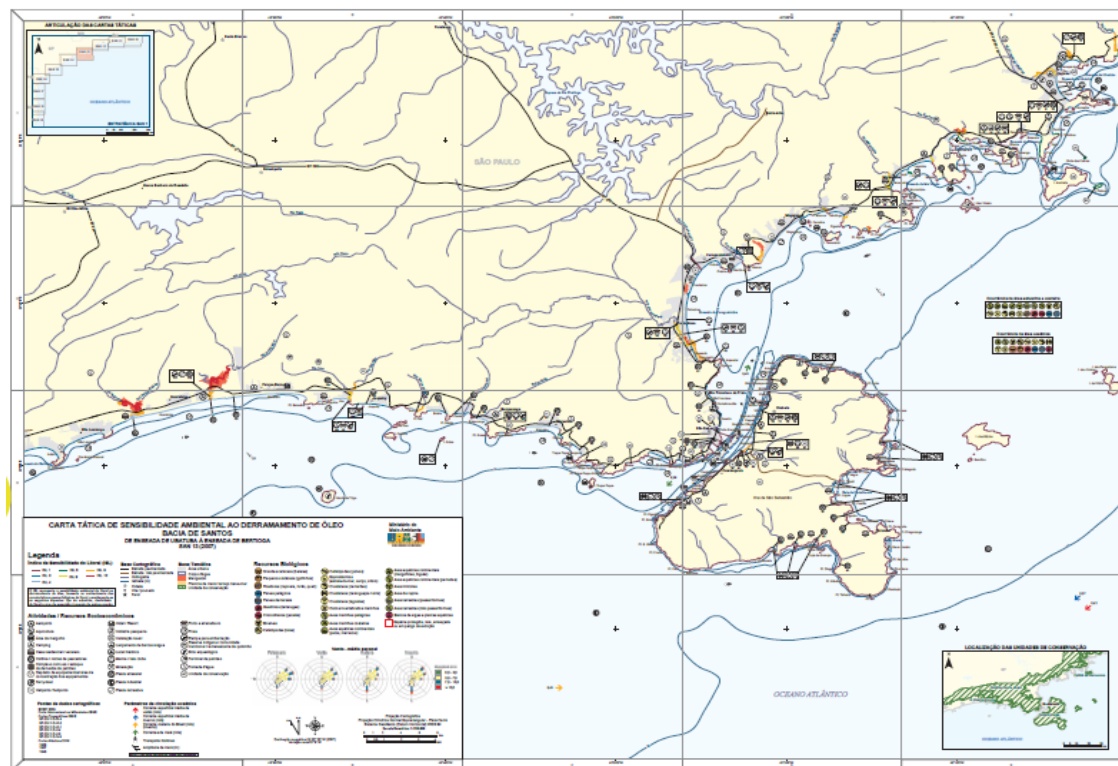


Figura 8.4 Exemplo de uma Carta Tática, para o Litoral Norte do Estado de São Paulo (Fonte: Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima de Santos).

Este documento torna-se, portanto, essencial para que os empreendimentos do setor se mantenham orientados e preparados para incidentes associados ao vazamento de óleo, bem como fornece uma série de dados e informações a respeito das características ambientais do ambiente costeiro do Litoral Norte, que, ao seu modo, contribuem com a gestão das ilhas de interesse deste estudo.

Poletto e Batista (2008) desenvolveram um mapeamento de sensibilidade ambiental a vazamentos de óleo para as ilhas do Município de Ubatuba, no Litoral Norte do Estado de São Paulo, com base na metodologia das cartas de sensibilidade a derrames de óleo (Cartas SAO) do Ministério do Meio Ambiente. Cada segmento avaliado recebeu um Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), atribuído com base no hidrodinamismo e nas características geomorfológicas. As cartas incluíram informações referentes à sensibilidade (ISL), recursos biológicos e socioeconômicos. Tal material representa importante base de consulta específica para os ambientes insulares e fornece diretrizes para as ações de resposta. A Carta Operacional abaixo, representa um dos produtos do estudo (Figura 8.5).

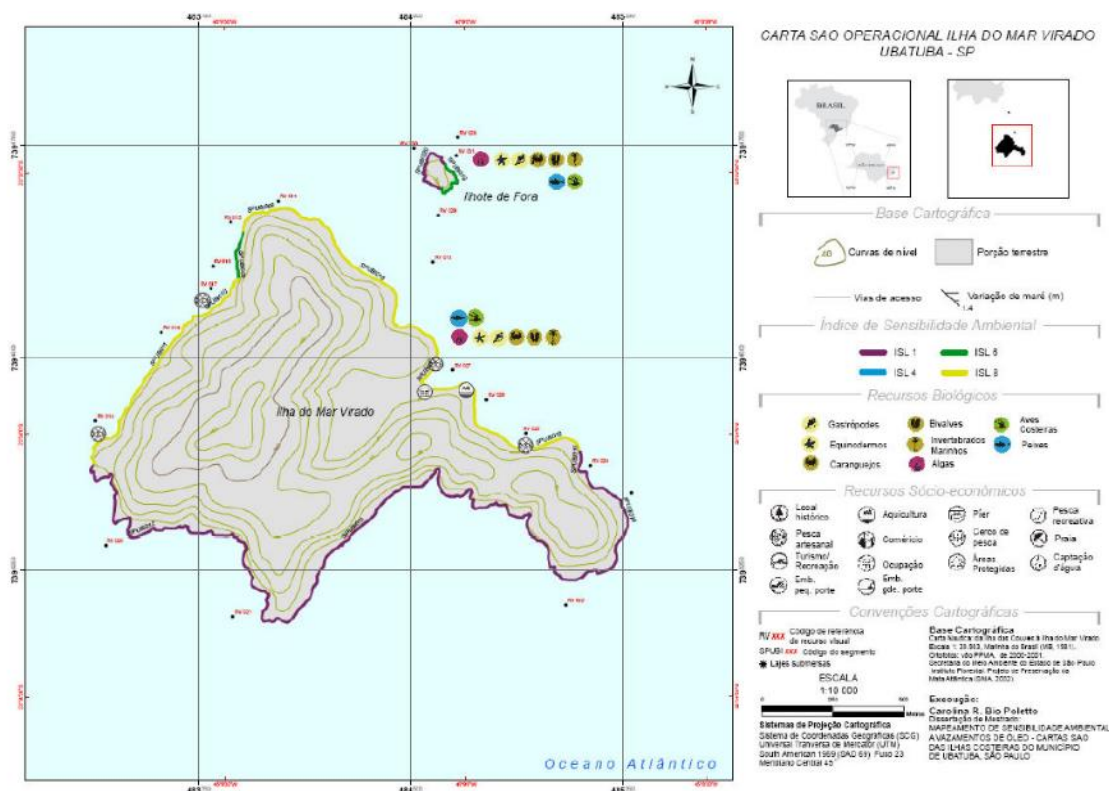


Figura 8.5 Carta Operacional da Ilha do Mar Virado. Carta de sensibilidade ambiental a derrames de óleo. Escala 1:10.000 (Fonte: Poletto e Batista, 2008).

Daniela da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

Ilhas como a Anchieta ou do Mar Virado estão próximas o suficiente do TEBAR, em São Sebastião, para incluí-las como potenciais pontos de atenção para o destino de manchas, ou fragmentos de manchas, de petróleo originadas no Canal de São Sebastião. Tal fato pôde ser verificado em 2003, na ocorrência com o Navio Nordic Marita (POLETO e BATISTA, 2008).

O estudo citado ainda atribuiu um índice de sensibilidade 4 para todas as praias insulares, em especial, pelo fato delas serem abrigadas em relação as correntes e ondas. Quanto aos costões, aproximadamente 47% foram classificados com ISL 8 e cerca de 32% foram classificados como de baixa sensibilidade (ISL 1 – costões lisos, com alta declividade e expostos). De modo geral, grande parte das ilhas mapeadas (aproximadamente 45% delas) foi classificada com índice de sensibilidade 8, com trechos mais abrigados caracterizando elevado grau de sensibilidade, apesar de cerca de 30% delas terem sido classificadas como ISL 1, devido aos costões expostos (POLETO E BATISTA, 2008).

No que se refere à classificação dos tipos de óleo, de uma maneira geral, pode-se afirmar que todos os óleos têm gravidade específica menor que 1. Processos de intemperismo podem alterar as propriedades do óleo tornando-o mais denso provocando seu afundamento na água, destacando que este processo pode ser alterado conforme a origem do óleo seja óleo cru, ou refinado. A solubilidade de um óleo em água é muito baixa (CETESB, 2024; GESAMP, 1991; NRC, 2003; MMA, 2007).

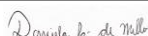
Cabem aqui breves considerações no que se refere às transformações que o óleo sobre ao atingir o ambiente marinho, iniciando seu processo de intemperismo, podem ser citados diferentes processos (texto extraído do site do instituto Almirante Paulo Moreira, da MARINHA DO BRASIL⁸):

- “Espalhamento: é um dos processos mais importantes nas primeiras horas após o derramamento, originando a mancha de óleo. É controlado pela viscosidade e tensão superficial. Quanto mais severas as condições ambientais, mais rápido

⁸ Extraído de: <https://www.marinha.mil.br/ieapm/content/processos-de-intemperismo#:~:text=%2D%20Dissolu%C3%A7%C3%A3o%3A%20consiste%20na%20parti%C3%A7%C3%A3o%20de,e%20da%20taxa%20de%20dispers%C3%A3o.>

serão o seu espalhamento, evaporação e, dependendo das características iniciais do produto, a dissolução daqueles compostos relativamente solúveis em água. O espalhamento é um processo físico que induz a ocorrência de outros processos, os quais irão promover a dissipação da mancha oleosa;

- Evaporação: consiste na transferência de compostos leves e médios do óleo da fase líquida para a atmosfera, sendo influenciada também pela taxa de espalhamento e por condições meteoceanográficas, a depender, principalmente, da volatilidade do óleo, função da sua composição. É responsável pelas mudanças mais importantes ocorridas na composição do óleo, com ação marcante nos primeiros dias após um derrame;
- Dispersão: quando a mancha de óleo atinge espessuras de cerca 0,1 mm, desagrega-se em manchas menores que podem permanecer suspensos na coluna d'água e ficar disponíveis para que outros processos naturais ocorram, tais como dissolução, biodegradação e sedimentação. Depois da evaporação, é o processo mais significativo a promover o desaparecimento de uma mancha;
- Emulsificação: refere-se ao processo de mistura de dois fluídos imiscíveis, como o óleo e a água, promovida pela mistura física causada pela turbulência na superfície do mar, onde gotas de água ficam suspensas no óleo. A emulsão formada, popularmente referida como “mousse”, é normalmente muito viscosa e mais persistente do que o produto original. A emulsificação dificulta a ação de outros processos que poderiam dissipar o óleo, não só aumentando a permanência da mancha como também proporcionando um aumento significativo no seu volume;
- Dissolução: consiste na partição de substâncias presentes no óleo entre as fases oleosa e aquosa. Depende da composição do óleo, da temperatura, composição química da água e de processos físicos como o grau de espalhamento da mancha e da taxa de dispersão. Como o petróleo e seus derivados são pouco solúveis em água, normalmente a dissolução é um dos processos menos importantes, pois os



Coordenador da Equipe



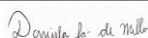
Responsável

Revisão 03

07/2024

poucos compostos que são solúveis em água tendem a evaporar antes de se dissolverem;

- Oxidação: substâncias que compõem a mancha de óleo podem oxidar-se, gerando produtos solúveis em água. A oxidação depende principalmente da composição inicial do petróleo e de reações fotoquímicas, controladas pela exposição à luz solar. Os produtos de oxidação são mais solúveis na água do que os compostos do óleo original. A oxidação de camadas grossas de óleo de alta viscosidade ou em “mousses”, favorece sua persistência no ambiente, dificultando sua degradação. As bolas de piche (tarballs) encontradas nas praias são exemplos típicos deste processo. Os produtos solúveis da foto-oxidação tendem a ser mais tóxicos que os presentes no óleo cru;
- Afundamento e Sedimentação: poucos óleos crus são suficientemente densos para afundar. No entanto, alguns óleos biodegradados, produtos refinados como o asfalto ou resíduos da queima de óleos derramados (uma das possíveis ações resposta a derramamentos de óleo), podem sofrer afundamento. O processo de sedimentação depende da adsorção do óleo ao material particulado em suspensão. Como poucos óleos e derivados possuem densidade maior que a da água do mar (que varia pouco em torno de $1,03 \text{ g/cm}^3$), poucos compostos sedimentariam naturalmente sem estarem associados ao material particulado. Em mar agitado, óleos densos podem ser recobertos pela água do mar (*overwashing*) e passarem um tempo considerável abaixo da superfície, o que dificulta sua observação no mar. Este fenômeno, às vezes, é confundido com o seu afundamento, mas, em condições de mar mais calmo (como quando a mancha oleosa se aproxima da costa), o óleo retorna à superfície e passa a ser detectado;
- Biodegradação: consiste na degradação do óleo pela ação de bactérias e outros organismos naturalmente presentes no ambiente, principalmente na interface óleo-água. A taxa de biodegradação depende do tipo de produto derramado, de sua solubilidade em água e de fatores ambientais como a temperatura, o teor de oxigênio e a disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo.”



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

A mesma fonte acima citada (site Marinha do Brasil/IEAPM) ainda informa que as propriedades do óleo derramado, associado às características meteoceanográficas, afetam esses processo, e por consequência, seu comportamento e persistência no mar. Alguns de seus derivados leves e voláteis, como a gasolina, tendem a evaporar e dissipar rapidamente, enquanto que os óleos brutos estão sujeitos à sequência dos processos de intemperismo acima descritos, tornando-os mais persistentes e exigindo eficientes processos de contingência.

Considerando a presença do óleo no ambiente marinho, mesmo em diferentes graus de intemperismo, o óleo pode entrar em contato com a biota aquática, provocando diferentes tipos de efeitos crônicos e agudos.

Assim, no que se refere ao impacto do óleo em comunidades biológicas, duas vias principais de efeito podem ser citadas: efeito físico (recobrimento) e efeito químico (toxicidade do óleo).

No que se refere aos efeitos físicos, óleos com densidade e viscosidade elevadas (classes IV e V), possuem características específicas que resistem ao intemperismo, causando o recobrimento físico dos animais e plantas presentes naquele ambiente. Este fator pode causar asfixia por contato com brânquias ou tecido cutâneo, impossibilitando a realização de trocas com o ambiente, ou ainda, pode causar alteração da temperatura corporal, impedir funções excretoras, reprodutivas, absorção de água ou locomoção. Em organismos dependentes de fotossíntese, o recobrimento leva ao branqueamento de tecidos e consequentemente morte (GESAMP, 1991; SANTELICES et al., 1977; MILANELLI, 2003).

Quanto aos possíveis impactos sobre os grupos da biota aquática, em especial, junto às áreas costeiras, alvo dessa AER, em áreas tão biodiversas, deve-se considerar as peculiaridades, como as diferenças de hábitos alimentares, a teia trófica ou o compartimento do meio físico associado a cada grupo.

Alguns grupos, como a ictiofauna planctófaga, por exemplo, estão sujeitos à efeitos subletais associados à teia trófica, uma vez que o plâncton que ingere minúsculas partículas com óleo, transferindo-as e ocasionalmente promovendo acumulação ao

longo da cadeia (CETESB, 2007). Organismos filtradores de costão rochoso, como moluscos bivalves ou cracas, entre outros, estão sujeitos à mesma dinâmica. Para o processo aqui citado, os efeitos se manifestam na biota da zona entremarés, assim como na de substratos do infralitoral ou mesmo de coluna d'água.

Os organismos planctônicos das camadas mais superficiais tendem a estarem mais expostos ao óleo, tanto às frações hidrossolúveis quanto à mancha propriamente. Espécies do fito e zooplâncton podem ser muito sensíveis ao óleo, assim como as fases larvais ali encontradas, com potencial de impactos à teia trófica e aos recrutas e ciclo das espécies. Por outro lado, o plâncton tende a ter rápida recuperação (CETESB, 2007).

O bentos do infralitoral, tanto de substratos consolidados com inconsolidados, estão mais sujeitos a esses efeitos fisiológicos, diferentemente daqueles táxons mais sujeitos ao recobrimento físico, como o bentos da zona entremarés, aves, quelônios ou cetáceos, cujos hábitos os expõem à superfície da água, e, portanto, à eventuais manchas de óleo não contidas por ocasião dos vazamentos.

Entre os peixes, aqueles pelágicos com maior mobilidade podem ser menos susceptíveis do que aqueles recifais, territoriais e demersais costeiros, visto a diferença comportamento e exposição às frações hidrossolúveis e mesmo emulsificadas. Todavia, peixes estão sujeitos à efeitos fisiológicos, narcotizantes e perturbação nos sentidos. Efeitos bioacumulativos também podem ocorrer, visto seus hábitos alimentares, acarretando tanto efeitos sobre esse grupo biológico, como também para o risco do consumo humano do pescado contaminado (CETESB, 2007).

Para quelônios e cetáceos, os impactos estão associados ao ato de subirem à superfície para a respiração, ao dano nas mucosas, ingestão de alimento contaminado, ou como pior cenário para as tartarugas, ocorrer um vazamento com óleo chegando às praias em época e local de desova.

As aves marinhas são também especialmente sensíveis, já que a superfície marinha com óleo pode trazer efeitos de recobrimento físico, interferindo na regulação térmica e na capacidade de voo, na busca por alimento e mesmo, na ingestão de alimento contaminado.

Apesar de não serem esperados grandes eventos de vazamento de óleo atingindo a região, as possibilidades existem, associadas, ainda, às possibilidades de pequenos vazamentos de embarcação de recreio e pesca. Assim, os costões das zonas entremarés e do infralitoral da região, assim como a coluna d'água no entorno das ilhas estudadas são passíveis de contaminação, podendo levar, por sua vez, à diferentes graus de impactos sobre a biota.

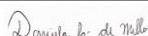
No sentido de resumir informações relativas ao risco de toque na costa de hipotéticas ocorrências de vazamento em plataformas do pré sal, o IBAMA exige que as modelagens de deslocamento das possíveis manchas sejam simuladas, em atendimento ao conteúdo mínimo dos Planos de Emergência Individual, conforme a Resolução Conama nº 398/2008, possibilitando avaliações acerca da viabilidade ambiental dos projetos em processo de licenciamento, à época.

Na década de 1950 já ocorriam as operações de transbordo (*ship-to-ship*) no Canal de São Sebastião, mesmo antes da implantação do Terminal (TEBAR). As ações de resposta e emergência da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) teve início no final dos anos 1980, em São Sebastião, quando o Navio Brasilan Marina, após chocar com rochas na entrada do Canal de São Sebastião, vazou 6.000 ton de óleo no mar, atingindo muitas praias de Ubatuba⁹. No site da CETESB é possível encontrar 131 ocorrências de vazamentos de petróleo no Litoral Norte do Estado, entre 1978 e 2010, que atingiram o ambiente aquático, com detalhes das localidades, volumes, causas e outras informações¹⁰.

Poffo (2000) cita que somente uma pequena parcela do petróleo vazado é decorrente de perdas acidentais, sendo a grande maioria originada de fontes operacionais da cadeia produtiva ou outras descargas. Medidas preventivas, como a legislação nacional (ex. Lei

⁹ Conforme o documento “Histórico das Principais Ocorrências no Litoral Paulista (1950 – 2010). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/tipos-de-acidentes/vazamentos-de-oleo/panorama-geral/>.

¹⁰ <https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

do óleo¹¹) ou convenções internacionais (ex.: MARPOL¹² 73/78) fizeram efeito e contribuíram para as ocorrências, todavia, não foram suficientes para a eliminação do problema. A autora cita relatos de pequenos vazamentos no Litoral Norte de São Paulo (Canal de São Sebastião) desde 1955, sendo na década de 1970 os primeiros casos registrados de grandes vazamentos¹³ na região. Nos últimos 25 anos do século XX, a autora agrupou 13 vazamentos de óleo no litoral brasileiro como sendo os principais, dos quais, 8 deles aconteceram no Litoral Norte de São Paulo. Entre 1990 e 1994, a autora cita 91 casos, com mais de 4.200 m³ de óleo vazado no mar, no Litoral Norte de São Paulo, totalizando 220 ocorrências entre 1994 e 1999. Dessas, 70% tiveram origem em navios, enquanto 6% ligado ao píer, 4% ao Terminal, 1,3% a oleoduto. Todo um tratamento de dados foi realizado no estudo citado, incluindo volumes, motivo das ocorrências, magnitude, consequências, falhas, legislação, entre outras análises.

Cabe considerar que mesmo que tais acidentes tenham ocorrido no Canal de São Sebastião, com a maior parte das ações de emergência se dando em escala local, há possibilidade de o deslocamento das manchas eventualmente atingirem algumas ilhas localizadas no Município de Ubatuba.

Uma análise de vulnerabilidade foi elaborada como parte integrante do Plano de Emergência Individual para Incidentes de Poluição por Óleo, para o processo de licenciamento ambiental do sistema de produção e escoamento do Campo de Mexilhão, na Bacia de Santos (PETROBRAS, 2014), tomando como base os resultados dos diferentes cenários de modelagem de vazamento do condensado. Foram realizadas simulações probabilísticas tanto na plataforma como nos dutos, incluindo *blowout*, com vazamento contínuo por 30 dias (pior caso).

Não há toques na costa para acidentes na plataforma, todavia, foram verificados cenários com possibilidade de toque na costa para os piores cenários em um ponto na

¹¹ Lei nº 9.966/2000, que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19966.htm.

¹² International Convention for the Prevention of Pollution from Ships – Organização Marítima Internacional (IMO). Convenção Internacional para a Prevenção de Poluição de Navios, modificada pelo Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78). Anexo I Disponível em: https://www.ccaimo.mar.mil.br/ccaimo/sites/default/files/marpol_anexo1-11ago_0.pdf.

¹³ Navios Petroleiros Takimya Maru (1974) e Brazilian Marina (1978).

faixa de dutos, levando-se em consideração que nenhum tipo de contenção seja utilizado (Figuras 8.6 e 8.7).

As simulações de verão apresentam maior possibilidade de toque na costa, no Litoral Norte, mas, com probabilidades inferiores a 10%. O Relatório de análise de vulnerabilidade (PETROBRAS, 2014) aponta que para o pior cenário, a probabilidade de toque é de 1% na Ilha das Couves, em Ubatuba, levando ao menos 34 horas para o toque, com um volume máximo de condensado na costa de 0,00575 m³/m. Para a Ilha Anchieta, a probabilidade de toque chega a 2%, levando ao menos 20 horas para o toque, com um volume máximo de condensado na costa de 0,0301 m³/m. Já para a Ilha do Mar Virado, a probabilidade de toque também é de 1%, com ao menos 34 horas para o toque, podendo chegar um volume máximo de condensado na costa de 0,03949 m³/m.

Com tais informações, o citado estudo estimou a vulnerabilidade por ponderação da possibilidade de toque do condensado, associado à sensibilidade ambiental e suscetibilidade do ambiente em questão, sendo identificado como alta vulnerabilidade os cetáceos, aves marinhas e quelônios, além das atividades de pesca e rotas de transporte. Por outro lado, praias e costões, foram classificados como baixa vulnerabilidade, muito em função dos seus índices de sensibilidade. Já o plâncton, peixes, manguezais e comunidades tradicionais foram classificadas como vulnerabilidade média.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

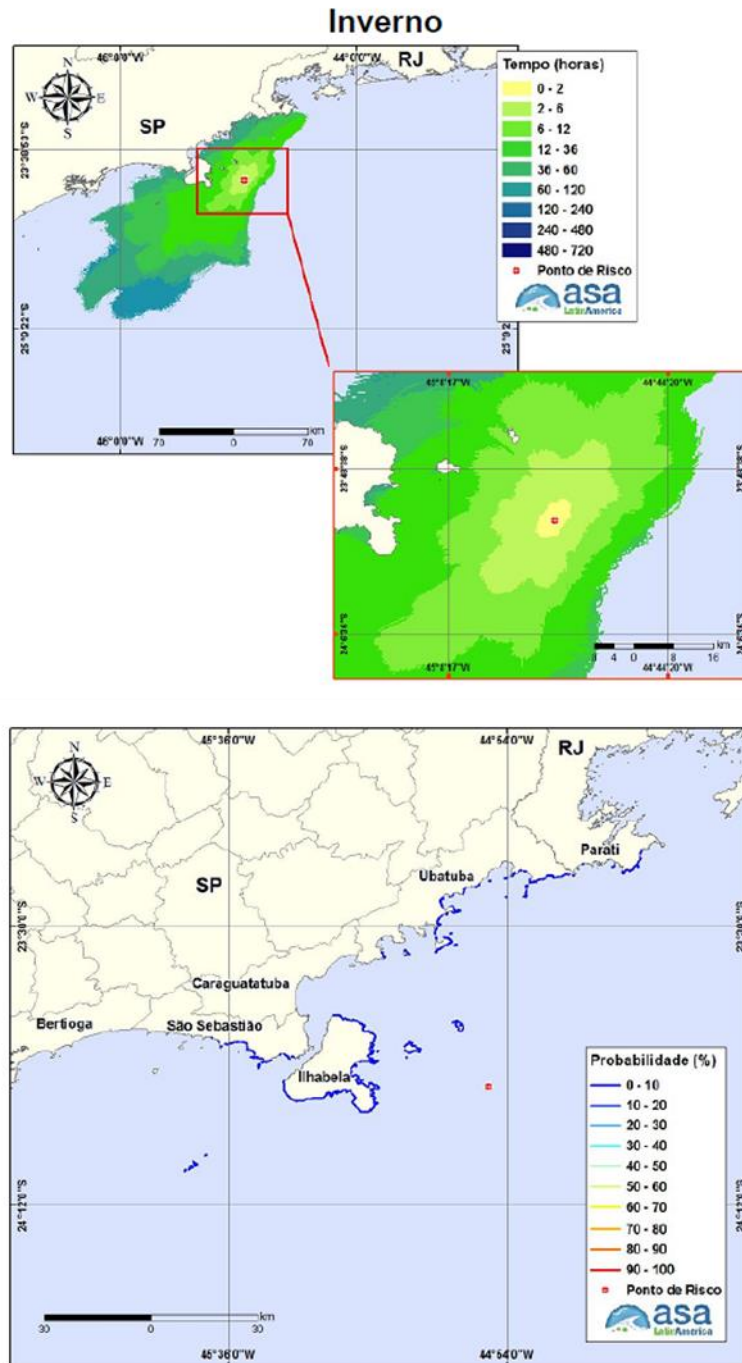


Figura 8.6 Resultado de simulações para acidente em duto (pior caso), para o inverno, mostrando o tempo e probabilidade de toque na costa (Litoral Norte de SP) (Fonte: Petrobras, 2014).

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

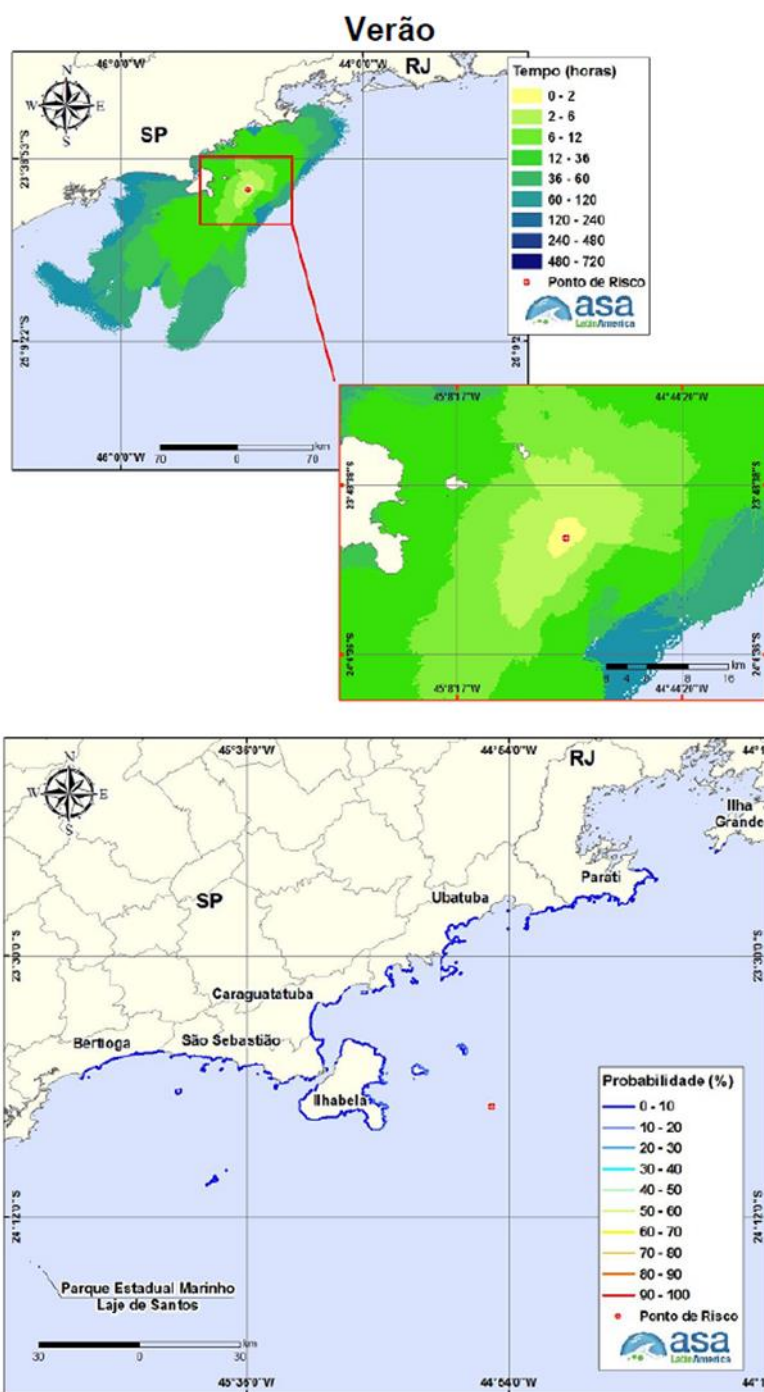


Figura 8.7 Resultado de simulações para acidente em duto (piores caso), para o verão, mostrando o tempo e probabilidade de toque na costa (Litoral Norte de SP) (Fonte: Petrobras, 2014).

Deve ficar claro que as simulações realizadas para avaliação de potenciais toques da mancha de óleo na costa consideram grandes volumes vazados, de frequência remota de ocorrência, e que após um possível vazamento nenhuma ação de resposta e contingência seja adotada pela Petrobras (PETROBRAS, 2017b).

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

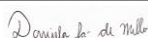
07/2024

Assim, é importante considerar que tais informações devem ser analisadas em conjunto com toda a estrutura e ações de resposta previstas nos Planos de Emergência Individual, em especial no Plano de Emergência para Vazamento de Óleo na Área Geográfica da bacia de Santos – PEVO-BS (PETROBRAS, 2017a), o qual prevê uma série de ações de contingência, dimensionamento de materiais, da forma a contenção, recolhimento ou dissipação do óleo derramado, reduzindo significativamente as probabilidades de toque na costa. O documento traz ainda estratégias, contatos, equipe, instalações de prontidão, os procedimentos de mobilização e para as respostas aos diferentes cenários possíveis.

Especificamente no que se refere ao projeto da etapa 3 do Pré-sal da Bacia de Santos, seu licenciamento considerou um agrupamento de diferentes empreendimentos, como testes de longa duração, sistemas de produção antecipada, piloto de curta duração, além de projetos de produção e escoamento. Ocorrência de vazamentos ou acidentes podem acontecer em diferentes atividades desses projetos, como durante a produção, transferência do óleo, em seu transporte por navios, conforme identificação e avaliação de impactos realizadas no licenciamento. Vale considerar que a maior parte das embarcações da Etapa 3 utilizará os portos do Rio de Janeiro (PETROBRAS, 2017b).

Matrizes de avaliação de impactos identificam os impactos ambientais de cada empreendimento, para suas áreas de influência, indicando os projetos ambientais e de emergência associados. O EIA/RIMA da Etapa 3 avaliou os impactos nas fases de planejamento dos empreendimentos, implantação, operação e descomissionamento, categorizando diferentes atributos para cada impacto identificado (PETROBRAS, 2017b).

Uma matriz de impactos para a produção, por exemplo, separa os impactos em efetivos (que de fato ocorrerão, como: interferência na pesca e no turismo, alteração da paisagem, perturbação na biota marinha) e potenciais (de ocorrência possível; ex.: alteração da qualidade da água e interferência nos ecossistemas devido ao vazamento de óleo no mar). A mesma matriz pode associar planos e programas ambientais a esses impactos, como Plano de Emergência individual (PEI), Plano de Proteção à Fauna (PPAF), Plano de Controle de Poluição (PCP), Plano de Compensação da Atividade Pesqueira



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

(PCAP), Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos (PAIC) e diferentes projetos de monitoramento¹⁴.

No que se refere à Unidades de Conservação (UC), o Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) da Etapa 3 considerou em sua avaliação 242 UCs na área de influência dos empreendimentos licenciados, das quais, 53% são de uso sustentável e 47% de proteção integral. As três ilhas avaliadas nessa AER estão em áreas consideradas como de alta importância biológica e alta prioridade de ação de resposta pela análise feita no EIA/RIMA (PETROBRAS, 2017b).

O EIA/RIMA considerou a ocorrência de quelônios, cetáceos, recursos pesqueiros, aves marinhas, corais e outros grupos biológicos em sua análise. O estudo também diagnosticou o meio socioeconômico dos 24 municípios da área de influência dos empreendimentos. No que se refere à pesca artesanal, o RIMA considerou a possibilidade de interferência com as embarcações de apoio dos empreendimentos, além das áreas de atenção em caso de vazamento de óleo, citando que: *“As comunidades de pesca artesanal que poderão ser afetadas pelo trânsito de embarcações de apoio são aquelas que pescam próximo das bases de apoio marítimo do Projeto Etapa 3, localizadas na Baía de Guanabara. Segundo o estudo realizado, as comunidades pesqueiras afetadas pela rota das embarcações de apoio pertencem aos municípios de Angra dos Reis, Itaboraí, Magé, Niterói, Rio de Janeiro, São Gonçalo e Paraty.”* Portanto, não incluindo nesse tipo de impacto, as comunidades de pesca artesanal de Ubatuba, fato que é subsidiado pela citação: *“Em São Paulo, os pescadores artesanais relatam a captura de espécies associadas aos ambientes marinhos e estuarinos, de acordo com cada época. Entre as mais citadas estão corvina, anchova, camarões, garoupa, sororoca, tainha, bagre e caranguejo--uçá. Como o Projeto Etapa 3 será realizado em águas profundas e afastado da costa, não foram identificadas atividades de pesca artesanal nessa área.”* (PETROBRAS, 2017b).

¹⁴ Informações extraídas da matriz de impactos de produção, sem referência, disponibilizada no portal Comunica Bacia de Santos. Disponível em: <https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br/>. Diversas informações sobre licenciamentos, estudos ambientais, empreendimentos, impactos, programas ambientais e outras informações, como a matrizes de impactos aqui citadas estão disponíveis para consultas no portal.

Cabe, no entanto, considerar que o fato dos pescadores artesanais do litoral Norte de São Paulo não pescarem nas águas profundas, onde se localiza a exploração do Projeto Etapa 3, não traz correlação com o óleo vazado atingir uma área de pesca desses pescadores, em águas costeiras ou de profundidades intermediárias.

O mesmo RIMA indica que: *“As áreas de pesca que poderiam ser afetadas por um possível vazamento de óleo são as correspondentes às localidades de Maricá, Niterói, São Gonçalo e Paraty.”* Vale considerar que o documento apresenta uma análise da sobreposição das áreas susceptíveis de impactos por vazamento de óleo, com as áreas de pesca dos citados municípios do Rio de Janeiro. Percebe-se que os pescadores artesanais dessas localidades, em especial, de Paraty e Niterói e São Gonçalo, pescam em águas do estado de São Paulo, em localidades indicadas com probabilidade maior que 30% de chegada de óleo em até 7 dias, em áreas que, em tese, poderiam também estar sendo utilizadas por pescadores de Ubatuba, estendendo aos pescadores desse município, os potenciais impactos de um vazamento de óleo (PETROBRAS, 2017b).

O Estudo de Impactos Ambientais avaliou que as atividades desenvolvidas na Etapa 3 podem gerar 139 diferentes tipos de impactos, sendo 82 efetivos e 57 potenciais. Os impactos sobre o meio físico e biótico são de natureza negativa, enquanto que sobre o meio socioeconômico apresenta 11 impactos positivos. Em referência ao meio biótico, 42% dos impactos foram considerados de grande importância (PETROBRAS, 2017b).

Alguns dos impactos efetivos citados no EIA/RIMA para o meio biótico são (PETROBRAS, 2017b):

- Para a Fase de Instalação: Perda de habitat bentônico pela ancoragem dos FPSOs e linhas de dutos; perturbação na comunidade bentônica por ressuspensão de sedimentos; perturbação ao nécton, devido a geração de ruídos, luminosidade e instalação dos sistemas de cabos e dutos e perturbação às aves pela luminosidade gerada. Vale verificar que para a fase de instalação, os impactos identificados para o meio biótico parecem se restringir ao ambiente offshore, salvo os dutos que chegam à costa, todavia, não na área das três ilhas avaliadas nesta AER;

- Para a Fase de Operação: Perturbações às comunidades bentônicas, planctônicas, nectônicas e às aves pelo lançamento de efluentes sanitários e de água produzida, ruído e luminosidade. Novamente são impactos aparentemente restritos às águas oceânicas.

Cabe considerar que alguns impactos efetivos identificados ao meio físico refletem diretamente sobre as comunidades biológicas, a saber: alteração da qualidade de água oceânica por ressuspensão de sedimentos e por descarte de efluente, todavia, mais uma vez restrita às águas oceânicas (PETROBRAS, 2017b).

Já no que se refere aos impactos potenciais, o EIA/RIMA identificou uma maior quantidade de impactos de grande importância sobre aqueles do meio biótico (61% dos 33 impactos avaliados), associados à fase e operação e todos de natureza negativa. Assim, para o licenciamento da Etapa 3 foram identificados os seguintes impactos potenciais:

- Para o Meio Biótico: Perturbação ao nécton pela colisão de embarcações, disseminação de espécies exóticas (coral sol e outras), perturbação ao nécton e plâncton pelo vazamento de óleo e de combustível, perturbação aos ecossistemas costeiros, como manguezais, praias e costões rochosos pelo vazamento de óleo;

- Para o Meio Físico: Alteração da qualidade da água por vazamentos de produtos químicos, combustível ou óleo;

- Para o Meio Socioeconômico: Colisão com embarcação de pesca, danos em petrechos de pesca, interferência na pesca pelo vazamento de óleo no mar, interferência no turismo pelo vazamento de óleo no mar.

Para o caso específico das unidades de conservação, foram identificados 9 impactos efetivos aos meios biótico e físico das UCs. O Estudo cita que: *“É importante ressaltar que estas interferências estão baseadas em impactos decorrentes do trânsito de embarcações de apoio e não propriamente associados às atividades dos FPSOs do Projeto Etapa 3, visto que estas ocorrem a cerca de 200 quilômetros da costa. Os demais impactos ocorrem somente nas imediações dos FPSOs e não interferem em Unidades de Conservação.”* (PETROBRAS, 2017b).

Já no que se refere aos impactos potenciais, aqueles associados à acidentes com vazamentos, por exemplo, 31 impactos foram identificados como potencialmente interferentes nas diferentes UCs de toda a área de influência do projeto da Etapa 3. Nesse contexto o RIMA cita que: *“Dentre estes impactos, aqueles relacionados ao vazamento acidental de óleo no mar são os que poderão afetar o maior número de UCs (92), de acordo com os resultados da Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar. Apesar do grande número de UCs suscetíveis aos potenciais vazamentos de óleo, as modelagens indicaram que somente na APA da Baleia Franca e no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (ambas situadas em Santa Catarina) a probabilidade de toque de óleo é de 35%. Nas demais unidades de conservação as chances de toque de óleo são ainda mais baixas.”* (PETROBRAS, 2017b).

Assim, para o caso dos impactos potenciais, percebe-se que a área costeira onde estão inseridas as ilhas avaliadas nessa AER pode ser afetada por toque da mancha na costa, ainda que em baixa probabilidade, a considerar as modelagens de transporte do óleo realizadas.

Em caso de vazamentos, é de se esperar acionamento imediato dos planos de emergência e ações de resposta efetivas, interferindo diretamente nas probabilidades simuladas. Tais ações de contingência refletem em diretamente nas probabilidades de toques na costa, visto os procedimentos previstos no PEVO-BR (PETROBRAS, 2017a), todavia, não se pode entender como uma eliminação total de eventuais impactos sobre o bentos dos costões rochosos da zona entremarés, principalmente por recobrimento físico. Estende-se essa possibilidade de contato físico com o óleo os quelônios, cetáceos, pinípedes e aves marinhas, cujo potencial deletério pode apresentar diferentes efeitos na locomoção, respiração, alimentação, manutenção térmica, danos por ingestão e outros.

Impactos ecotoxicológicos também podem ocorrer, no sentido de frações do óleo dissolver na água e afetar aspectos metabólicos e reprodutivos de espécies nectônicas, planctônicas ou mesmo bentônicas, entretanto, conforme citado anteriormente nos processos de intemperismos, as frações voláteis e mais tóxicas, tendem a ser perder, de modo que até a mancha chegar às ilhas, elas podem estar em baixas concentrações, ou

mesmo ausentes. Tal fato não exclui essa possibilidade de impacto, mas reduz sua efetividade em locais muito distantes do ponto de vazamento, onde os efeitos por impactos físicos diretos podem ser mais prováveis.

A depender dos processos de intemperismos sofrido, a mancha pode não se restringir a superfície do mar, atingindo também, em função de sua densidade, aquelas comunidades biológicas do substrato consolidado do infralitoral avaliadas nesta AER. Cabe considerar, nesse sentido, que muitos equipamentos de resposta foram desenvolvidos para atuar em manchas na superfície do mar, como barreiras de contenção e absorventes, *skimmers* e outros equipamentos recolhedores de diferentes portes.

A partir na análise de cada impacto, seus atributos (abrangência espacial, duração, reversibilidade, magnitude, entre outros) e meios de controle, mitigação, compensação, monitoramentos e planos e programas associados à condicionantes de implantação e operação, é que o órgão ambiental consolida um entendimento sobre a viabilidade ambiental dos empreendimentos alvos do processo de licenciamento em conjunto.

Todavia, não somente os grandes empreendimentos de Exploração e Produção de Petróleo são os responsáveis por potenciais impactos à biota por óleo. Há inúmeras outras eventuais formas de derivados de petróleo, como óleo diesel, gasolina ou óleos lubrificantes, alcançar a biota marinha em ambientes costeiros. Elas ocorrem em escala menor que os grandes vazamentos, mas, eventualmente, podem ocorrer de forma crônica, difusa e não necessariamente desencadear o acionamento de órgão de controle ou as devidas ações de resposta, como é o caso das manchas órfãs, originadas em pequenas embarcações, estaleiros, postos de abastecimento ou atracadouros. É de difícil identificação da origem e imputação de responsabilidade. Em geral, são óleos leves, e apesar de degradar e volatilizar rapidamente, apresentam toxicidade à biota aquática¹⁵. Vale lembrar que uma mancha órfã pode também ser considerada crime ambiental,

¹⁵ Conforme a página de emergências químicas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/tipos-de-acidentes/vazamentos-de-oleo/manchas-orfas/#:~:text=O%20termo%20E2%80%9Cmancha%20C3%B3rf%C3%A3E2%80%9D%20vem,fontes%20terrestres%20e%20de%20embarca%C3%A7%C3%B5es.>

podendo ser enquadrada tanto perante a Lei nº 9.605/1998, como também pela Lei nº 9.966/2000, conhecida como Lei do Óleo (BRASIL, 1998; BRASIL, 2000a). Do ponto de vista socioambiental, o aparecimento de uma mancha órfã torna uma praia imprópria para o banho, impactando a cadeia do turismo, da aquicultura e da comercialização do pescado.

Resgatando o Estudo de Impactos Ambientais da produção de Gás e Condensado do Campo de Mexilhão, percebe-se que entre seus impactos potenciais está o vazamento de condensado por ruptura do duto, em seu ponto de enterramento, na isóbata de 70 m, ao largo de Ilhabela. A modelagem matemática realizada aponta a inexistência de toques nas ilhas alvo dessa AER, conforme observado na Figura 8.8, a qual traz as porcentagens de alcance da pluma de condensado, com volume de 3.202 m³, equivalente a vazão máxima do duto no tempo entre a ruptura e interrupção do fluxo após detecção (PETROBRAS, 2006).

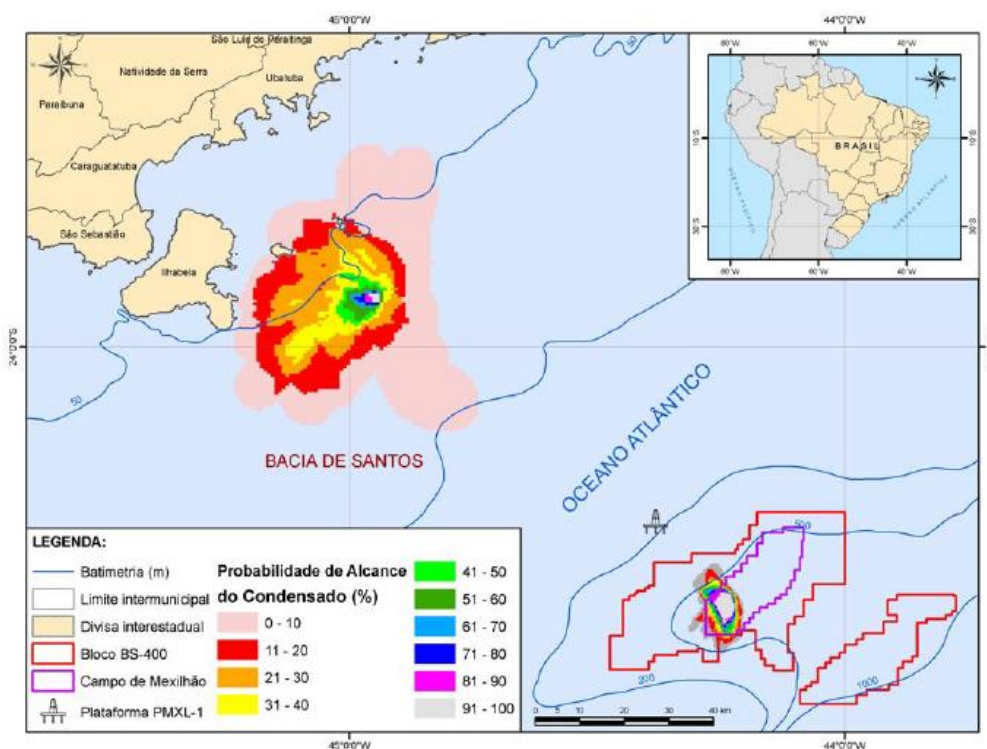


Figura 8.8 Probabilidade de alcance da pluma de condensado, resultante de simulações para acidente com rompimento do duto e vazamento de condensado do Campo de Mexilhão (Fonte: Petrobras, 2006).

Dionísio da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024

Para o caso de vazamentos de condensado do Campo de Mexilhão, foram identificados possíveis impactos para o bentos, organismos associados aos costões rochosos, o plâncton e comunidades nectônicas. Implantação de Programa de Gerenciamento de Riscos, Plano de Contingência e Plano de Emergência Individual foram apontados como medidas consideradas para atenuação dos possíveis impactos.

Em síntese, ao se referir aos impactos potenciais do vazamento de condensado do Campo de Mexilhão, o RIMA cita que: *“Todos os impactos identificados a partir de uma ocorrência acidental são de natureza negativa. Entretanto, tais impactos apresentam-se como temporários e reversíveis em 70% dos casos, já que, uma vez contido o derramamento, o ambiente irá voltar às condições originais”* (PETROBRAS, 2016).

Por fim, vale considerar que o estudo de impactos desse empreendimento já havia identificado potenciais impactos relevantes da introdução de espécies exóticas através da incrustação ou águas de lastro (PETROBRAS, 2006).

8.1. Impactos do Turismo

Mesmo não sendo escopo desta AER, não tendo sido realizados levantamentos de dados primários sobre visitação nas ilhas, é importante abordar aspectos ligados aos possíveis impactos do turismo e trazer procedimentos para diagnósticos e monitoramentos no ambiente aquático, em especial para unidades de conservação. Diferentes autores têm se dedicado ao tema e apontado preocupação com aspectos ligados aos possíveis impactos do setor. Nesse sentido, o presente item trata de alguns aspectos relacionados diretamente às 3 ilhas alvo dessa AER, buscando contribuir, de alguma maneira, com a discussão do tema, afeto à gestão da APAMLN.

No que se refere a preocupação com impactos originados pelo turismo acima da capacidade de suporte, o que aconteceu na Ilha das Couves por alguns anos foi fato notório, tanto pela Fundação Florestal, como pela Prefeitura, Ministério Público, SPU, Polícia Militar Ambiental, IBAMA, pesquisadores e imprensa. As praias da ilha foram intensivamente utilizadas por visitantes em períodos de feriados e nos meses de verão, oportunidades essas que podem ter deflagrados diferentes impactos pelo turismo de massa no local.

Propostas de turismo sustentável para o local foram então debatidas em diferentes fóruns, bem como o desenvolvimento de regramento e planejamento para seu controle. Propostas de usos sustentável e gestão por comunidades tradicionais locais foram discutidas.

Belgamo et al. (2020) deixou claro que a Ilha das Couves representa um exemplo de ambiente natural com fluxo de turismo acima do suportado, tratando-o como over-turismo¹⁶. Diversos potenciais impactos podem ser relatados, tanto no meio biótico, como físico ou mesmo socioeconômico.

Vinha ficando claro a necessidade de definição de competências, gestão do turismo no local, limitação de visitantes à números dentro da capacidade de suporte, regulamentação da navegação e pontos de fundeio, gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, regramento para usos e atividades não permitidas, entre outros pontos.

Nesse sentido, a Fundação Florestal, gestora da APAMLN, a qual a Ilha das Couves está inserida, publicou a Portaria Normativa FF/DE nº 315/2019, que dispõe sobre a “capacidade de carga da Ilha das Couves e do seu ordenamento turístico emergencial para a temporada de verão de 2020”, limitando sua capacidade de suporte em 177 pessoas simultâneas na ilha, estabelecendo horários de visita, meios de transporte, origem e cadastramento de operadores para acesso à ilha, dando preferência às comunidades tradicionais das praias da região, como Picinguaba, Estaleiro, Almada e Ubatumirim. A Portaria também informa sobre a instalação de seu posto de vigilância local, demanda a instalação de demarcação para embarque e desembarque, retirada dos resíduos sólidos e o envio do relatório de visitantes, instituindo, ainda, um Grupo Emergencial de Gestão Compartilhada, para apoio às ações de ordenamento da visita na Ilha das Couves.

A Portaria Normativa FF nº 323/2020 trouxe ligeiras alterações de horários e origem para a visita, cadastro dos operadores, bem como cita em seu Art. 1º, parágrafo único, que: “Com a implantação de infraestrutura de saneamento ambiental, pesquisa e

¹⁶ Segundo a autora, “Over-turismo é um conceito recente que está sendo discutido especialmente nas principais capitais do turismo mundial. O termo significa excesso de turismo e tem como efeito os danos ao meio ambiente”.

monitoramento de aspectos físicos e biológicos indicadores de qualidade ambiental na Ilha das Couves, o número mencionado para capacidade de suporte poderá ser revisto.”

Já a Portaria Normativa FF nº 350/2022 traz o ordenamento para o período de abril de 2022 a março de 2023. Por fim, a Portaria Normativa FF nº 387 de 09/08/2023, “Dispõe sobre a capacidade de carga da Ilha das Couves e do seu ordenamento turístico durante o período de 09 de agosto de 2023 a 09 de agosto de 2024”, após reuniões do GT, manteve a capacidade de suporte em 177 visitantes simultaneamente na Ilha das Couves, ampliando em 40 visitantes em horário específico, como usuários do “restaurante” que opera na ilha. Ficam proibidos desembarque de animais domésticos e equipamentos de som, fomenta atividades de educação ambiental pelos operadores cadastrados, bem como traz um anexo denominado Operações Turísticas na Ilha das Couves – Documento Base, o qual visa estabelecer as diretrizes para as operações turísticas na Ilha das Couves, tratando do gerenciamento das operações, cadastramento, zoneamento marítimo, procedimentos de navegação, boas práticas de operação, manifestações e sanções.

Nesse sentido, parece que a questão tem sido adequadamente conduzida, cujos resultados observados desde a imposição do limite de visitação ampliam o conhecimento e contribuem com o aprimoramento das ferramentas de gestão, já que o tema é complexo, relevante e ainda vem sendo amadurecido.

O monitoramento das fisionomias de substratos pode ser uma ferramenta interessante para avaliação desses impactos, incluindo aqueles eventuais impactos motivados por visitação em unidades de conservação ou mesmo outras áreas com potencial de atração turística subaquática. Áreas naturais com grande atratividade turística podem sofrer com uso excessivo e não apropriado de seus recursos e espaços. Sendo cada vez mais visitadas, tais áreas necessitam de estudos e monitoramentos para avaliação de capacidade de carga, monitorias para o uso ambientalmente adequado e outras ações para garantir a manutenção de seus atributos ecológicos. Pisoteio, uso de cosméticos e protetores solares, contato por manuseio indevido da biota, afugentamento de espécies, ruído, número excessivo simultâneo de visitantes, ressuspensão de sedimentos, indução da alteração de hábitos alimentares e outros fatores podem ser citados como estressores de sistemas naturais aquáticos sensíveis. Muitos são os estudos que buscam entender a

relação de visitação e impactos. Em uma publicação de diretrizes de visitação de unidades de conservação, o Ministério do meio Ambiente indica orientações para o mergulho recreacional consciente, basicamente apostando no regramento da atividade, incluindo ações para gestores, operadores e visitantes (MMA, 2006).

Augustowski e Francine Jr. (2002) se preocuparam em trazer diretrizes técnicas para o minimizar eventuais impactos das atividades de mergulho recreacional, apoiando gestores de unidades de conservação marinhas no estabelecimento do regramento da atividade. Desenvolvido com ampla discussão participativa em diferentes setores, o estudo buscou apresentar os potenciais impactos e as medidas mitigadoras que podem ser aplicadas para que a crescente atividade, já identificada na época do trabalho, mantivesse alinhamento às práticas de sustentabilidade e conservação marinha. Grupos de trabalhos e tópicos de discussão foram criados, como orientação para debates e questionamentos, com diretrizes elaboradas em um *workshop*. Cientes do crescimento e importância uso das unidades de conservação marinhas como pontos de mergulhos, estas UCs necessitam da conciliação de suas funções de conservação e conscientização do visitante interessado nos atrativos que esses ambientes oferecem, através da adoção de medidas que minimizem constantemente os potenciais impactos da visitação. O resultado desse trabalho culminou com a elaboração da “Carta da Ilha Anchieta para o mergulho recreacional em Unidades de Conservação”, aproveitado na publicação do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006), anteriormente citada. Foi elaborada uma matriz de impactos, considerando diferentes tipos de atividades, em diferentes ambientes, com quantificação do grau de impacto. Indicadores ambientais e respectivas medidas de prevenção e mitigação também foram apontadas no estudo, culminando com uma série de apontamentos e ações objetivas de planejamento e gestão, incluindo capacitações, regulamentações, integração dos setores envolvidos, entre outros.

Spelta (2011) utilizou a abordagem das fisionomias para avaliar alterações da estrutura de comunidade bentônicas em função da visitação, em um ponto da Ilha Anchieta de grande atratividade turística, sendo comparado os dados com áreas de referência, não visitadas pelos turistas que chegam à Ilha Anchieta. Avaliação de recobrimento por análise de povoamentos pode ser um método rápido e eficiente para estudos dessa natureza. A análise dos dados de povoamentos não mostrou diferenças estatísticas entre

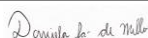
o ponto de grande concentração de visitantes e as áreas de referência, apresentando elevada similaridade entre elas, não evidenciando impactos da visitação.

Todavia, a autora cita que os resultados impossibilitam concluir a inexistência de impactos, já que a metodologia pode não ter detectado alterações, recomendando novos estudos para aprimoramento metodológico para esse fim. O fato da comparação entre áreas ter partido de um momento em que a visitação já estava instalada na área pode também trazer interferentes ao estudo, já que eventuais impactos poderiam já ter sido iniciados, caso houvesse dados temporais anteriores à visitação, ao passo que alterações sutis podem estar ocorrendo, inclusive, em níveis específicos, ou outros indicadores não captados pela metodologia.

De forma complementar, a contribuição deste estudo não se resume à avaliação de impactos realizada na época, mas disponibiliza dados coletados há mais de 12 anos, com descrição dos povoamentos nas áreas, úteis para comparações com dados recentes de continuidade do monitoramento, possibilitando o acompanhamento de longo prazo, inclusive, para a verificação de recuperação ou novos impactos com eventuais variações na gestão de uso da área do estudo. Todavia, tais comparações devem se dar com extremo cuidado, visto ocasionais diferenças metodológicas, em especial, nas unidades operacionais e escalas dos povoamentos e fisionomias.

A implantação de trilhas subaquáticas monitoradas, controle e limitação do acesso à Ilha Anchieta, a educação ambiental dada aos visitantes, monitoramentos para identificação antecipada de sinais de impactos de áreas específicas, entre outras ações, são ferramentas que reduzem os potenciais impactos da visitação no ambiente em questão.

Nessa mesma linha, Pedrini e colaboradores (2008), também estudaram o substrato consolidado sob a ótica da avaliação de impactos da visitação ao Parque Estadual da Ilha Anchieta, especificamente, no caso, para avaliação da redução de impactos promovida pelo projeto de trilha subaquática implantada no parque. Foram avaliados indicadores de impactos da visitação por mergulhos livres em situação em que o visitante era acompanhado por monitores ambientais, comparados aos cenários de visitação sem o acompanhamento de monitores, sendo registrados como fatores de impacto o toque na biota, pisoteio, arrancamento e ressuspensão de sedimentos.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Houve registro dos indicadores de impacto para ambos os grupos de visitantes, ou seja, tanto os acompanhados de monitores como os não acompanhados. Os indicadores por ação voluntária e por ação involuntária foram significativamente inferiores para as visitas monitoradas, em especial, as ações voluntárias, como o toque em algas e ressuspensão de sedimentos, cujos números de registros mostram enorme diferença de conduta entre os grupos, no que se refere aos indicadores contabilizados. Os pesquisadores apontam como curiosa ação voluntária o toque em algas, especialmente Sargassum, visto a tradicional prevalência de interesse do visitante pela fauna.

Os autores concluíram que o projeto de trilha subaquática gera redução significativa de impactos, recomendando a adoção de estratégias para o manejo da atividade de mergulho e a ampliação da abrangência da aplicação de programas de educação ambiental com os envolvidos em ecoturismo no ambiente aquático.

Poletto e Batista (2008) concluíram que “... as ilhas de Ubatuba estão em excelentes condições de conservação e que os impactos antrópicos ainda são poucos e localizados. No entanto, observa-se um aumento de impactos potenciais ligados à urbanização acelerada, à especulação imobiliária, à atividade turística descontrolada, à caça e à pesca predatória e aos vazamentos de óleo.” Não fica claro, todavia, o grau de especulação imobiliárias nas ilhas estudadas, nem mesmo os eventuais impactos de vazamentos de óleo, muito pouco frequentes ou efetivos nas ilhas de Ubatuba.

É nesse sentido que a gestão dos aspectos relacionados aos possíveis impactos do turismo também é relevante para as unidades de conservação, sendo, portanto, discutido aqui alguns pontos para reflexão e eventual consideração, em alinhamento ao que já foi apontado no plano de manejo da APAMLN (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 9 Importância Ecológica

Como pode ser observado em cartas náuticas (BRASIL, 2022) inúmeras ilhas costeiras do Estado de São Paulo podem ser consideradas como um importante corredor ecológico marinho, já que se encontram relativamente alinhadas ao longo da costa, em faixas batimétricas equivalentes, oferecendo abrigo, área de alimentação, área de reprodução e reposição de recrutas, entre outros aspectos que os substratos consolidados oferecem. Por esses e outros motivos, tais ambientes ganham relevante importância ecológica.

Considerando que o presente estudo complementa outras Avaliações Ecológicas Rápidas desenvolvidas nas Áreas de Manejo Especial das APAs Marinhas do Estado de São Paulo já desenvolvidas (PETROBRAS, 2021), é adequado que o presente relatório adote as mesmas premissas do estudo anterior, de modo que seus resultados possam ser equivalentes.

Nesse sentido, julgou-se por bem manter um alinhamento metodológico, buscando-se replicar os critérios empregados aos ambientes anteriormente avaliados, permitindo interpretações comparativas e cruzadas em igualdade de condições.

A importância ecológica pode ser definida por diferentes critérios e abordagens, onde mesmo se adotando procedimentos objetivos, a análise guarda alguma subjetividade.

Os critérios aqui empregados tiveram seus descritores de categorização definidos a partir de análise dos dados quali-quantitativos obtidos nas expedições de campo específicas para as ilhas alvo deste projeto, bem como nas referências que são citadas em seguida. Foram considerados 7 critérios, com base no projeto anterior que avaliou outras ilhas do Estado de São Paulo, como descrito:

- **Ocorrência de Espécies Ameaçadas:** Ocorrência de espécies ameaçadas de invertebrados bentônicos, da ictiofauna e avifauna, em diferentes graus, conforme a publicação Fauna Ameaçada de Extinção do Estado de São Paulo (ESTADO DE SÃO PAULO, 2009) e a Portaria nº 148/2022 do Ministério do Meio Ambiente, que alterou as Portarias nº 443/2014, nº 444/2014, e nº 445/2014, atualizando a Lista Nacional de Espécies

Ameaçadas de Extinção, além da lista de Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo (ESTADO DE SÃO PAULO, 2009);

- **Cobertura de Corais:** critério referente a cobertura do substrato por corais, com áreas de cobertura de 100 m², acima de 15% (PETROBRAS, 2021);
- **Ocorrência de Espécies que possuem período de Defeso:** Entram nessa categoria aquelas áreas em que foram registradas, nos trabalhos de campo, espécies que tenham períodos de defeso de captura legalmente definidos, com abrangência para o Estado de São Paulo;
- **Sedimentos Não Contaminados:** Áreas com sedimentos cujas concentrações dos compostos analisados estejam abaixo dos valores de referência de contaminação. Foram utilizados como valores de referência aqueles indicados como TEL e ISQG, conforme tradicionalmente empregado como referências para qualidade de sedimentos. Os valores de referência ISQG (*Interim Freshwater Sediment Quality Guidelines*) são adotados pela CETESB, com base na legislação Canadense (CCME, 2001). O ISQG apresenta equivalência ao TEL (*Threshold Effect Level*). Tais valores também estão nas tabelas de referência Americanas da NOAA (*Screening Quick Reference Table – Squirt, da National Oceanic and Atmospheric Administration*), cujas base de dado pode ser comum (CETESB, 2022; CCME, 2001; BUCHMAN, 1999). Não há necessidade de comparação aos valores de PEL (*Probable Effect Level*), pois estes referem-se necessariamente a valores acima do ISQG/TEL;
- **Áreas Prioritárias para Conservação:** Entram nesse critério aquelas áreas indicadas como relevantes ou prioritárias para a proteção e conservação da biodiversidade. Tal classificação considera tanto a base de dados do Mapeamento Ambiental para Resposta à Emergência no Mar (MAREM), como também as Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade,

indicada pelo Ministério do Meio Ambiente¹⁷. O Ministério do Meio Ambiente, conduz a iniciativa Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade, incluindo os biomas brasileiros e a Zona Costeira e Marinha. Trata-se de um mapeamento de regiões de especial interesse por sua biodiversidade, de modo a dar subsídios aos gestores para tomada de decisão, apoio ao planejamento e adoção de medidas relacionadas à recuperação, criação de unidades de conservação, licenciamento ambiental e uso sustentável do ambiente. É um instrumento de caráter participativo, com validações técnicas, de atualização periódica, alinhado à Convenção sobre Diversidade Biológica, ao Plano de Ação para Implementação da Política Nacional de Biodiversidade e ao Plano Nacional de Áreas Protegidas, instituído pelo Decreto nº 5758 de 13/04/2006 e atualizado pela Portaria nº 463/2018. Já o MAREM se caracteriza por um grande banco de dados resultante da integração do Projeto de Proteção e Limpeza de Costa e do Projeto de Proteção à Fauna, ambos elaborados no âmbito de um Acordo de Cooperação Técnica assinado entre o IBAMA e o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, visando a “capacitação e o aprimoramento do processo de avaliação de impactos ambientais e o aperfeiçoamento da gestão ambiental, relacionados às atividades de exploração e produção de petróleo e gás”¹⁸;

- **Presença de Espécies na Lista PAN de Corais:** Este critério foi considerado conforme empregado na avaliação das outras ilhas do Estado de São Paulo, em projeto anterior (PETROBRAS, 2021). A lista PAN de Corais guarda semelhança ao critério Espécies Ameaçadas, já que também utiliza a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção, listadas pela Portaria nº 445/2014 (ICMBio/MMA, 2017);

¹⁷ Consulta realizada em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/areas-prioritarias/2a-atualizacao-das-areas-prioritarias-para-conservacao-da-biodiversidade-2018>.

¹⁸ Conforme informações do site do projeto, disponível em: <http://www.marem-br.com.br/>.

- **Sobreposição com UCs:** A presente análise considerou o critério de sobreposição de distintas unidades de conservação nas 3 ilhas avaliadas nesta AER. Algumas ilhas podem estar inseridas em outras Unidades de Conservação, além da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte, configurando sobreposição por ao menos dois instrumentos legais que instituem as UCs.

Assim, com base nos 7 critérios de enquadramento das áreas considerados nesta AER, diante dos dados de campo ou indicadores de referência citados, é possível elaborar o quadro de classificação das áreas do Litoral Norte (Tabela 9.1)

Tabela 9.1 Classificação das áreas avaliadas quanto a importância ecológica.

Áreas Avaliadas	Critérios							Totalização
	Ocorrência de Espécies Ameaçadas	Cobertura de Corais	Ocorrência de Espécies com Período de Defeso	Sedimentos Não Contaminados	Áreas Prioritárias para Conservação	Sobreposição de Unidades de Conservação	Presença de espécies da Lista PAN de Corais	
Ilha das Couves	x	-	x	x	x	-	x	5
Ilha Anchieta	x	-	x	x	x	-	x	5
Ilha do Mar Virado	x	-	x	x	x	-	x	5

Dessa forma, e com base na classificação de cada área, diante dos critérios considerados, pode-se adotar o enquadramento que segue (PETROBRAS, 2021):

- **Importância Ecológica Baixa:** Área que preencheu somente 1 a 2 dos critérios;
- **Importância Ecológica Média:** Área que preencheu 3 a 4 critérios;
- **Importância Ecológica Alta:** Área que preencheu 5 ou mais critérios.

Assim, conforme os critérios adotados por este estudo para determinação da importância ecológicas das áreas, chega-se à seguinte conclusão:

- **Ilha das Couves** - Importância Ecológica Alta;
- **Ilha Anchieta** - Importância Ecológica Alta;
- **Ilha do Mar Virado** - Importância Ecológica Alta.

Avaliando os indicadores que permitiram tal classificação, observa-se igualdade da classificação das 3 ilhas avaliadas, com todas sendo consideradas de alta importância ecológica. Em todas as 3 ilhas foram registradas espécies ameaçadas, na lista PAN de corais e com defeso decretado, além de serem áreas prioritárias para a preservação e não ter sido encontrada contaminação em seus sedimentos, com base nas análises realizadas. Já a cobertura de corais registrada ficou abaixo de 15% para as 3 ilhas.

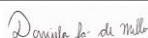
Vale discutir aqui, entretanto, ao que se refere à sobreposição de unidades de conservação. Cabe considerar que o polígono do núcleo Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar não alcança a Ilha das Couves. Nenhuma outra categoria de UC, além da APAMLN abrange também a Ilha do Mar Virado. Somente a Ilha Anchieta poderia pontuar nesse critério, uma vez que a ilha é coberta por outra categoria de unidade de conservação, ou seja, o Parque Estadual da Ilha Anchieta - PEIA (além de estar inserida na APAMLN). Todavia, cabe considerar que a área do PEIA contempla apenas o ambiente terrestre da Ilha Anchieta, incluindo seus costões e praias, porém, não incluindo o ambiente marinho do infralitoral. Já a APAMLN contempla justamente o ambiente marinho, limitado pela linha de costa em premar. Nesse sentido, apesar da Ilha Anchieta estar inserida na APAMLN e ser Parque Estadual, não há, tecnicamente, sobreposição de polígonos das duas unidades de conservação. Vale lembrar que a pesca é proibida no entorno da Ilha Anchieta, mas por força da Portaria SUDEPE nº N-56/1983, e não por fazer parte da unidade de conservação de proteção integral (o PEIA). Por fim, e de todo modo, mesmo que uma interpretação divergente dessa pudesse pontuar a Ilha Anchieta no critério de sobreposição de UCs, isso não mudaria sua classificação final.

Portanto, as três ilhas da APAMLN avaliadas nesta AER foram classificadas como de importância ecológica Alta, pontuando, coincidentemente, para os mesmos 5 critérios dos 7 considerados neste estudo. Os únicos indicadores que não levaram pontuação foram a cobertura de corais e a sobreposição de unidades de conservação.

Cabe pontuar que o IBAMA instituiu, através da instrução normativa nº 206/2008, o período de defeso para as espécies de lagosta *Panulirus argus* (Lagosta-vermelha) e *Panulirus laeviscauda* (Lagosta-verde). Mesmo que não tenham sido registradas nas planilhas do levantamento da AER, a equipe observou lagostas do gênero *Palinurus* durante os mergulhos em todas as ilhas avaliadas, porém, fora da faixa dos transectos,

de forma que, por um caráter conservador foi considerada sua ocorrência nessas ilhas. Ademais, foram identificados, na Ilha do Mar Virado, indivíduos do gênero *Sardinella*, cuja espécie *Sardinella brasilliensis*, também apresenta período de defeso de acordo com as instruções normativas nº 15/2009 e nº 16/2009 instituídas pelo IBAMA, analogamente ao padrão considerado para lagostas, foi considerado que a ilha apresentava período de defeso também para esses organismos.

No que se refere à ocorrência de espécies ameaçadas, em todas as ilhas foram registrados o peixe *Elacatinus figaro* (Gobiídeo), além de ter sido registrado o serranídeo *Mycteroperca bonaci* (Badejo quadrado) na Ilha do Mar Virado. Na Ilha Anchieta e no Mar virado foram registrados a estrela *Linkia guildingi*, enquanto o ouriço *Lytechinus variegatus* foi registrado nas 3 ilhas.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 10 Análise Integrada

O presente capítulo busca entender a relação existente entre os dados obtidos nesta AER, explorando-os de forma a extrair informações que contribuam com o diagnóstico das ilhas avaliadas.

Considerando as diferentes linhas de evidências avaliadas no presente estudo, é possível inferir sobre associações e correlações entre os resultados obtidos. A relação entre qualidade físico-química dos sedimentos pode ser diretamente relacionada aos efeitos ecotoxicológicos notados nos ensaios, entretanto, não necessariamente o entendimento do efeito torna-se claro. A relação entre esses descritores e as comunidades bentônicas possibilitam o desenvolvimento de análises baseadas na tríade de informações para avaliação global da qualidade dos sedimentos (análises químicas – ensaios ecotoxicológicos – estrutura das comunidades bentônicas), entretanto, essa relação se dá ao se avaliar a macrofauna do substrato inconsolidado. Compostos, ao serem lançados nos corpos d'água, sofrem alterações e partição entre a água e os particulados suspensos, com parte desta carga podendo ser assimilada pela biota local. Os efeitos e fatores de interferência às comunidades dos costões estão muito associados às características hidrodinâmicas, tipo de fundo e qualidade da água, entre outros aspectos (ABESSA, 2002; MOREIRA, 2013; TILMAN, 1999; ZARONI, 2006).

Alguns metais são considerados essenciais no ponto de vista biológico, entretanto mesmo eles podem causar impactos negativos a ecossistemas aquáticos sob condições e concentrações específicas. A concentração desses elementos nos sistemas aquáticos, assim como agrotóxicos, e outros compostos orgânicos pode ser associada diferentes fontes, podendo ter sido depositados localmente ou distante da região amostrada, tendo sofrido dispersão atmosférica ou mesmo transportado por água, com deposição associada à adsorção a partículas finas de sedimentos em suspensão (AZEVEDO e CHASIN, 2003).

Neste estudo foram utilizados diversos valores de referência. Basicamente, segundo a Resolução CONAMA 454/12, o nível 1 é a referência de valor de um composto, abaixo do qual não são esperados efeitos ecotoxicológicos. Já o valor indicado para o nível 2

sugere que, a partir deste, são esperados tais efeitos. O ISQG (*Interim Sediment Quality Guidelines*) e PEL (*Probable Effect Level*) seguem a mesma lógica. Já o AET (*Apparent Effects Threshold* ou Limiar de Efeitos Aparentes) indica a concentração no sedimento de um composto que a partir do qual pode implicar em efeito ecotoxicológico ou algum impacto na infauna bêntica, indicando, essencialmente a maior concentração de efeito não observado (BUCHMAN, 1999). O ERL (*Effects Range Low*) representa as concentrações que apresentam efeito ecotoxicológico no percentil inferior a 10% dos valores de toxicidade de amostras de sedimentos, podendo indicar valores iniciais de efeito em espécies mais sensíveis, enquanto os valores de ERM (*Effects Range Median*) indicam uma concentração média em amostras com toxicidade.

As tabelas que seguem (Tabelas 10.1 a 10.3), encontra-se um resumo integrado dos resultados das análises das amostras coletadas durante as campanhas. Os resultados apontam que os sedimentos coletados apresentam baixa porcentagem de lama em sua composição, sendo os pontos 4 e 6 da Ilha Anchieta (Tabela 10.2) os que mais apresentaram sedimentos finos, ainda assim essa porcentagem encontra-se distante da classificação de sedimento lamoso. A capacidade de adsorção de compostos é característica justamente de sedimentos compostos por menores granulometrias, fazendo com que haja a acumulação tanto de compostos orgânicos, quanto inorgânicos no sedimento (ABESSA, 2002; SILVÉRIO, 1999). Consequentemente, a grande presença de amostras que foram quantificadas abaixo do limite de detecção do método pode ser resposta tanto à granulometria, quanto à ausência desses compostos.

Tabela 10.1 Resumo dos resultados analíticos do estudo de contaminação da Ilha das Couves (Legenda: T=Tóxico; NT=Não Tóxico; <LQ=Menor que o Limite de Quantificação Analítico; > ou <VR= Maior ou Menor que o Valor de Referência).

	Ilha das Couves									
	Granulometria		Ecotox	Parâmetros Químico-Físicos				Hidrocarbonetos		Metais
	Lama	Areias		Matéria Orgânica	Fósforo Total	NKT - Nitrogênio Kjeldahl Total	pH	HPA	TPH	
P1	12	88	NT	0,9	317,9	447,6	8,7	<LQ	<LQ	>VR*
P2	10	90	NT	<0,43	208,0	259,7	8,5	<LQ	<LQ	<VR
P3	7	93	NT	0,9	282,5	365,6	8,3	<LQ	<LQ	<VR
P4	9	91	NT	0,5	115,0	523,0	8,5	<LQ	<LQ	<VR

* Somente para a concentração de Manganês = 290 mg/kg. Valor de Referência = 260 mg/kg (AET - Limiar de Efeitos Aparentes).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 10.2 Resumo dos resultados analíticos do estudo de contaminação da Ilha Anchieta (Legenda: T=Tóxico; NT=Não Tóxico; <LQ=Menor que o Limite de Quantificação Analítico; > ou <VR= Maior ou Menor que o Valor de Referência).

	Parque Estadual da Ilha Anchieta									
	Granulometria		Ecotox	Parâmetros Químico-Físicos				Hidrocarbonetos		Metais
	Lama	Areias		Matéria Orgânica	Fósforo Total	NKT - Nitrogênio Kjeldahl Total	pH	HPA	TPH	
P1	17	83	NT	1,0	112,2	529,6	8,3	<LQ	<LQ	<VR
P2	5	95	NT	0,7	69,9	136,1	8,3	<LQ	<LQ	<VR
P3	6	94	NT	<0,43	135,9	223,1	8,4	<LQ	<LQ	<VR
P4	20	80	NT	<0,43	60,6	231,5	8,6	<LQ	<LQ	<VR
P5	5	95	NT	<0,43	93,3	151,2	8,7	<LQ	<LQ	<VR
P6	20	80	NT	1,1	1128,7	1046,6	8,6	<LQ	<LQ	<VR
P7	9	91	NT	0,5	103,2	167,3	8,6	<LQ	<LQ	<VR
P8	15	85	T	0,7	102,9	216,5	8,4	<LQ	<LQ	<VR

Tabela 10.3 Resumo dos resultados analíticos do estudo de contaminação da Ilha do Mar Virado (Legenda: T=Tóxico; NT=Não Tóxico; <LQ=Menor que o Limite de Quantificação Analítico; > ou <VR= Maior ou Menor que o Valor de Referência).

	Ilha do Mar Virado									
	Granulometria		Ecotox	Parâmetros Químico-Físicos				Hidrocarbonetos		Metais
	Lama	Areias		Matéria Orgânica	Fósforo Total	NKT - Nitrogênio Kjeldahl Total	pH	HPA	TPH	
P1	9	91	NT	3,5	99,7	365,3	8,6	<LQ	<LQ	<VR
P2	6	94	NT	<0,43	196,9	293,2	8,5	<LQ	<LQ	<VR
P3	13	87	NT	<0,43	152,1	413,8	8,5	<LQ	<LQ	<VR
P4	4	96	NT	<0,43	<14,9	124,8	8,5	<LQ	<LQ	<VR

Neste estudo, somente o manganês apresentou concentração superior à dos valores de referência aqui empregados (AET - Limiar de Efeito Aparente = 260 mg/kg, conforme Buchman, 1999), com o valor da amostra coletada no ponto 1 da Ilha das Couves (Tabela 10.1), ficando em 290 mg/kg. Ademais 100% dos resultados de hidrocarbonetos ficaram abaixo do limite de quantificação e 98% dos resultados de metais se encontraram dentro dos valores de referência estabelecidos ou abaixo dos limites de quantificação/detecção.

No que se refere aos resultados dos ensaios ecotoxicológicos conduzidos nesta AER, somente a amostra de sedimento do ponto 6 da Ilha Anchieta apresentou efeito tóxico agudo/crônico.

No primeiro caso, a presença de manganês pode estar associada à maior quantidade de matéria orgânica encontrada na amostra.

A Figura 10.1 apresenta o gráfico da matéria orgânica de todas as amostras coletadas nas três ilhas. Observa-se que a análise correspondente ao ponto 1 da Ilha do Mar Virado

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

WV

Responsável

Revisão 03

07/2024

foi caracterizado estatisticamente como um *outlier*, correspondendo a aproximadamente 6 vezes o valor da média de quantidade de matéria orgânica obtido sem esse dado. Esse fator pode ser consequência da proximidade do ponto à área de maior urbanização da região, entretanto esta não é uma afirmativa definitiva, uma vez que se baseia em uma única amostra com esta característica.

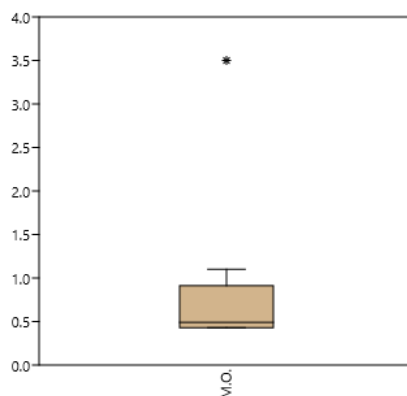


Figura 10.1 Gráfico Box-Plot associado às análises da quantidade de matéria orgânica nos 16 pontos analisados nas ilhas do Litoral Norte de São Paulo.

Em relação à toxicidade apresentada nos ensaios toxicológicos do ponto 6 da Ilha Anchieta, pôde-se observar que esse ponto apresentou valores mais elevados para os parâmetros de NKT, fósforo total e matéria orgânica (Figura 10.2). O aumento de nutrientes detectado na região pode estar associado a esse resultado, indicando uma possível influência de fonte de matéria orgânica, esgoto, detergentes, ou outra fonte de fósforo e nitrogênio, novamente, não sendo possível uma conclusão inequívoca com as amostras deste estudo.

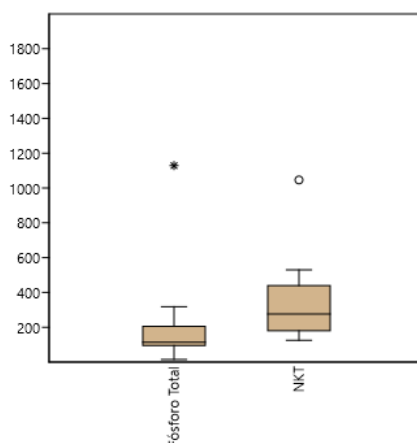


Figura 10.2 Gráfico Box-Plot associado às análises da quantidade de fósforo total e nitrogênio Kjeldahl total nos 16 pontos analisados nas ilhas do Litoral Norte de São Paulo.

A correlação entre esses parâmetros (matéria orgânica, fósforo total e NKT) e a granulometria, mostrou-se positiva entre suas concentrações e as frações finas (silte e argila somadas), ficando mais forte a correlação só com argila. Para uma análise mais representativa, com maior n amostral, foram plotados os dados dessas três substâncias para os 16 pontos das 3 ilhas do estudo, correlacionando-os com as frações granulométricas. Foi possível observar uma tendência de maiores concentrações dos parâmetros nos sedimentos que apresentaram maiores porcentagens das frações granulométricas finas (Figura 10.3).

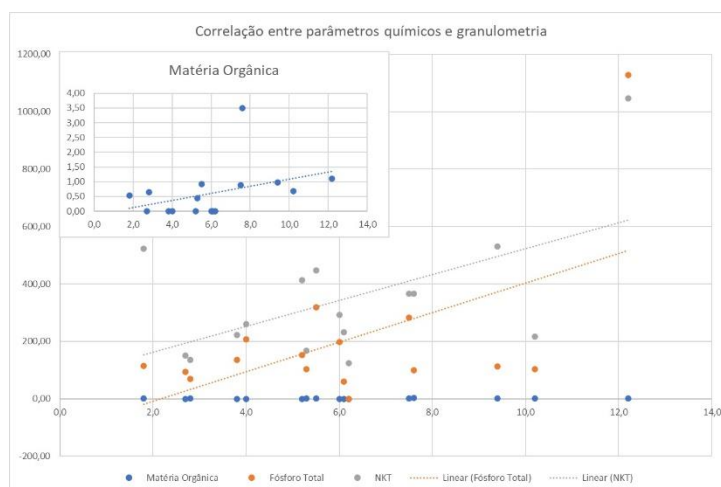


Figura 10.3 Correlação entre as frações granulométricas mais finas (silte e argila) e as concentrações de matéria orgânica, fósforo total e nitrogênio Kjeldahl total nos 16 pontos analisados nas ilhas do Litoral Norte de São Paulo.

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

Estudos sobre os padrões das comunidades de organismos e sua biodiversidade também podem indicar quão saudável um habitat está. Um exemplo disso é a teoria que associa produtividade primária com diversidade de espécies, que afirma que a quantidade de energia disponível no ambiente (comida) é relacionada positivamente com a biodiversidade, assim como ambientes onde o estresse sobre as populações é maior estão relacionados negativamente com a diversidade local (TILMAN, 1999). Entender tais processos e conhecer a diversidade local são pontos importantes para a conservação, tomada de decisões e gestão de áreas marinhas.

Conforme observado na análise integrada do plano de Manejo da APAMLN¹⁹, áreas críticas ou degradadas foram identificadas pela aplicação dos biocritérios, sendo o Saco da Ribeira, em Ubatuba, a Enseada das Palmas da Ilha Anchieta, o infralitoral próximo à Ilha das Couves, e o infralitoral próximo à praia de Pereque-Açú. Desses, as duas ilhas foram alvos do presente estudo.

No que se refere aos organismos bentônicos de substrato consolidado registrados no presente levantamento, o táxon mais abundante foi o dos equinodermos, especialmente devido a abundância do ouriço-comum, *Echinometra lucunter*, dominante em todos os pontos onde o censo visual foi feito ao longo dos transectos de coleta. Este fato não é novidade na costa brasileira, sendo que no Sudeste do país esse animal é muito abundante, utilizado frequentemente como indicador da transição entre infralitoral-mesolitoral (TOMMASI, 1966; FERNANDES et al., 2002), esse sucesso em águas brasileiras ocorre pela dieta variada desse ouriço, que se adapta as áreas de ocorrência, podendo apresentar hábitos de herbivoria ou de predação (McCLANAHAN e MUTHIGA, 2007).

O segundo grupo com maior representatividade foram os crustáceos, tendo sido, todavia, registrados tanto pelo método dos transectos como pela busca ativa. Em sequência foram registrados os grupos Porifera, Mollusca e Cnidaria. A abundância e a riqueza total registradas podem ser observadas na tabela que segue (Tabela 10.4).

¹⁹ Quadro 2.3.2.2.6-4 Compilado de informações sobre a Ilha das Couves - Área de Manejo Especial - AME Tamoios existentes no Diagnóstico Técnico da APAMLN.

Tabela 10.4 Abundância de organismos bentônicos observados durante o estudo na APAMLN, para as duas profundidades amostradas e utilizando as técnicas distintas de amostragem de transectos para censo visual e busca ativa por crustáceos em tocas e fendas.

Metodologia Coleta	Táxons	Morfotipos	Ilha Anchieta			Ilha das Couves			Ilha do Mar Virado			Total Geral
			4 - 9 m	9 - 18 m	Total	4 - 9 m	9 - 18 m	Total	4 - 9 m	9 - 18 m	Total	
T r a n s e c t o s	Cnidaria			2	2					1	1	3
		<i>Gorgoniidae sp.</i>		2	2					1	1	3
	Crustacea		235	220	455	16	33	49	33	20	53	557
		<i>Brachyura spp.</i>				2	2	4				4
		<i>Paguroidea spp.</i>	218	201	419	1		1	22	12	34	454
		<i>Portunidae spp.</i>	7		7					1	1	8
		<i>Stenorhynchus seticornis</i>	10	19	29	13	31	44	11	7	18	91
	Echinodermata		6238	3617	9855	237	139	376	55	59	114	10345
		<i>Astriclypeus mannii</i>				2	17	19		4	4	23
		<i>Crinoidae spp.</i>	15	12	27	1	2	3	9	3	12	42
		<i>Echinaster brasiliensis</i>				27	34	61	2	2	4	65
		<i>Echinometra lucunter</i>	6178	3476	9654	181	70	251	32	46	78	9983
		<i>Eucidaris tribuloides</i>	9	33	42	10	7	17				59
		<i>Holothuria atra</i>				2		2				2
		<i>Linckia guildingi</i>	9	49	58				12		12	70
		<i>Lytechinus variegatus</i>	9	12	21	8	2	10				31
		<i>Ophiuroidea sp.</i>					3	3				3
		<i>Stichopus herrmanni</i>	18	35	53	2	4	6		1	1	60
		<i>Tripneus sp.</i>				4		4		3	3	7
	Mollusca		5	12	17							17
		<i>Mollusca spp.</i>	5	2	7							7
		<i>Pectinidae spp.</i>		10	10							10
	Porifera					27	36	63				63
		<i>Porifera spp.</i>				27	36	63				63
	Total Transectos		6478	3851	10329	280	208	488	88	80	168	10985
B A u t s i c v a a	Crustacea		382	319	701	150	222	372	108	135	243	1316
		<i>Brachyura spp.</i>	7		7	11	4	15	3	1	4	26
		<i>Clibanarius sp.</i>	354	296	650	67	162	229	59	81	140	1019
		<i>Stenorhynchus seticornis</i>	21	23	44	72	56	128	46	53	99	271
	Total Busca Ativa		382	319	701	150	222	372	108	135	243	1316

Em números absolutos de indivíduos, a área com maior registro de organismos foi na Ilha Anchieta, todavia, nesta foram realizados transectos em 8 pontos, impossibilitando a comparação pelo maior esforço amostral nessa ilha. A Ilhas das Couves apresentou a segunda maior abundância, seguida pela Ilha do Mar Virado, ambas com 4 pontos amostrais. Esse padrão manteve-se em ambas as técnicas de amostragem. Quando consideradas ambas as profundidades, a maioria dos organismos foram observados nos transectos na Ilha Anchieta e na Ilhas das Couves, mas eram mais abundantes em zonas mais profundas na Ilha do Mar Virado. Considerando a busca ativa por crustáceos, os animais foram relativamente mais abundantes nos pontos mais profundos na Ilha das Couves e na Ilha do Mar Virado, enquanto o padrão observado nos transectos se manteve na Ilha Anchieta (Figura 10.4). *Echinometra lucunter* apresenta ocorrência



Coordenador da Equipe

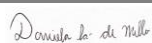


Responsável

Revisão 03

07/2024

expressiva em todas as localidades, aparecendo em proporções muito maiores que as outras espécies, por isso a abundância de *E. lucunter* foi excluída da Figura 10.4 de forma a possibilitar melhor visualização dos dados.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

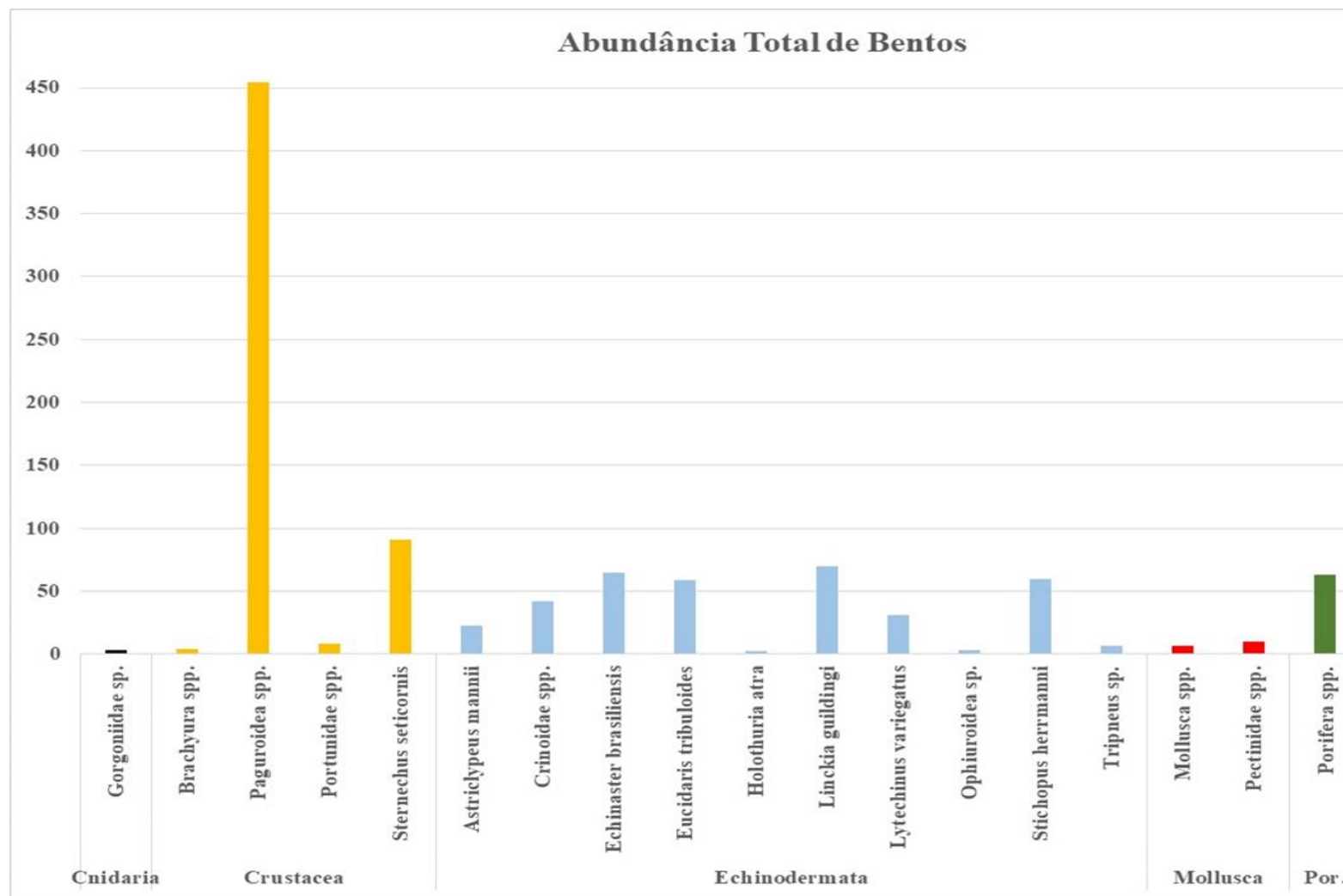


Figura 10.4 Abundância total dos animais, divididos em grandes grupos, observados no censo visual realizado em transectos nas ilhas do estudo (excluído *E. lucunter*).

Observa-se que *Echinometra lucunter* é a espécie com mais ocorrências em todas as regiões estudadas (Figura 10.5). A dominância dessa espécie reflete na grande presença do filo Echinodermata em todas as ilhas. Na Ilha Anchieta o filo se destaca com 48% de predominância em relação aos demais, seguidos pelos filos Crustacea e Mollusca, com 2,2 e 0,08%, respectivamente. A Ilha das Couves e a Ilha do Mar Virado apresentaram abundância de Echinodermata na casa dos 30%. A Ilha das Couves se destaca por uma presença significativa do filo Porífera (6,45%), diferentemente das demais ilhas, além de apresentar 5% de abundância para os crustáceos. Já a Ilha do Mar Virado apresentou 16% de abundância de crustáceos. A abundância de Echinodermata é predominante em um aspecto geral para toda a região, sendo *E. lucunter* a espécie mais encontrada.

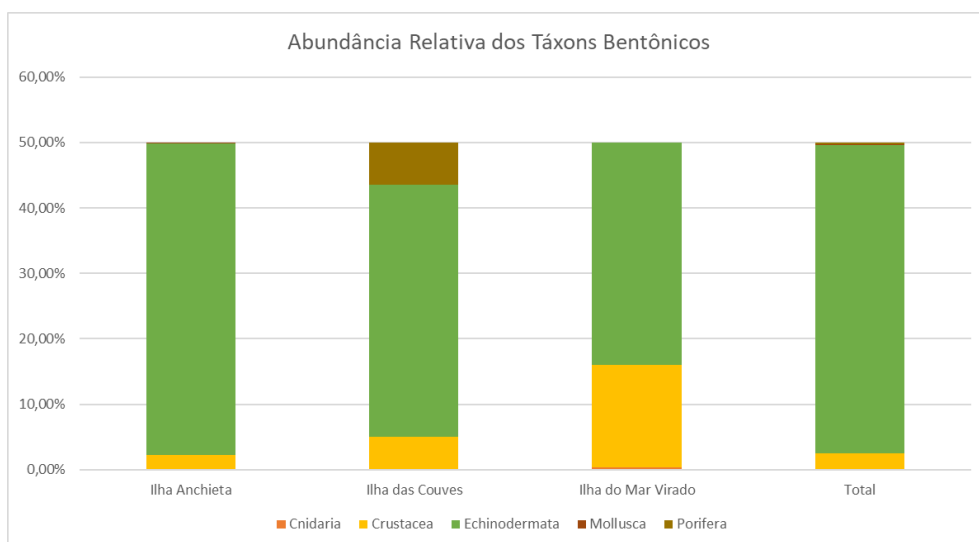


Figura 10.5 Abundância relativa dos grandes grupos de animais bentônicos observados no censo visual realizado na APAM do Litoral Norte.

Contudo, para que análises de biodiversidade pudessem ser realizadas nas áreas deste estudo, foram considerados apenas os registros do censo visual dos transectos, como forma de padronização do esforço amostral para garantir a qualidade das análises. Fica clara a diferença nos números de Crustacea quando somados os dados das buscas ativas em tocas e fendas, mas esse esforço foi exclusivo para esse grupo, sendo assim, seria relevante utilizar esse mesmo tipo de técnica para contabilizar todos os animais bentônicos em trabalhos futuros.

Por fim, os *Echinometra lucunter*, foram retirados das análises de abundância total e relativa para que fosse possível a visualização em gráficos desses resultados (Figura 10.6).

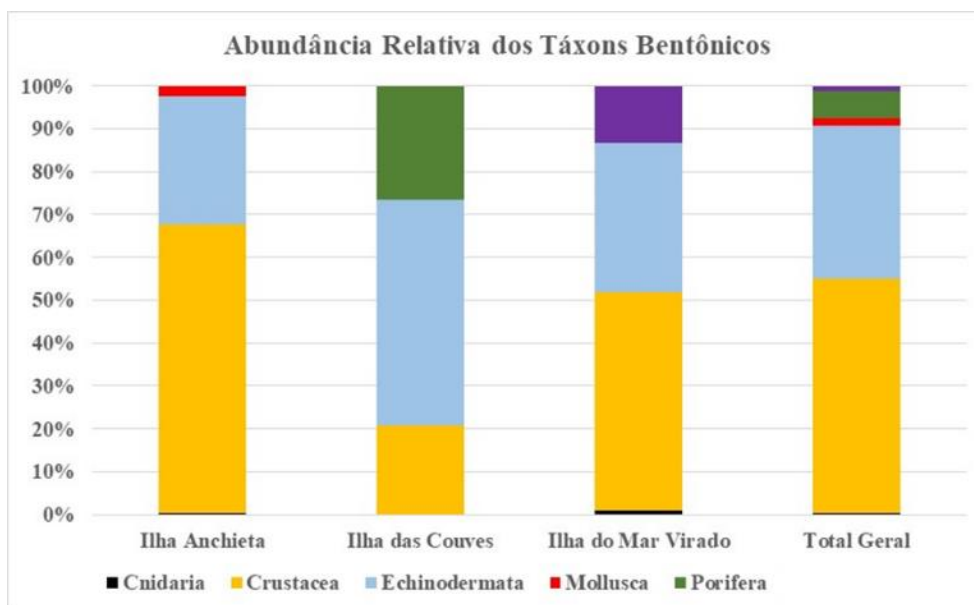


Figura 10.6 Abundância relativa dos grandes grupos de animais bentônicos observados no censo visual realizado na APAM do Litoral Norte (excluído *E. lucunter*).

Em relação à abundância relativa dos organismos bentônicos registrados nas ilhas da APAM do Litoral Norte excluindo os *E. lucunter*, pode-se observar que os crustáceos foram maioria, representando cerca de 55% do total dos animais observados, seguidos pelos equinodermos, com cerca de 35%. Esse mesmo padrão é observado na Ilha Anchieta, onde o subfilo Crustacea representou quase 70% do total de organismos registrados e o filo Echinodermata representou quase 30% desses valores. Na Ilha do Mar Virado, esses artrópodes também representaram mais de 50% da biodiversidade observada, seguidos pelos equinodermos. Observa-se que mesmo após a exclusão dos *Echinometra lucunter*, os equinodermos ainda foram os grupos mais abundante nas Ilhas das Couves (~ 50%), seguidos dos poríferas (~ 27%) e dos crustáceos (~ 20%).

Na Tabela 10.5 é possível observar que a densidade de indivíduos registrados na Ilha Anchieta apresentou uma densidade total de organismos de aproximadamente 6,5

org./m² pela metodologia dos transectos e cerca de 1,8 org./m² pela busca ativa, com ambas as metodologias indicando maior densidade nas áreas rasas.

Para a Ilha das Couves, a densidade total de organismos registrados nos transectos foi de 0,61 org./m², com valor mais elevado para as áreas rasas, enquanto a densidade total para a busca ativa ficou em cerca de 1,94 org./m² pela busca ativa, apresentando essa, maior densidade nas áreas mais profundas (2,3 org./m² no fundo e 1,6 org./m² nas áreas mais rasas).

Já a Ilha do Mar Virado, a densidade dos transectos das áreas rasas e profundas são similares (0,22 e 0,20 org./m², respectivamente) para os dados registrados pelos transectos. Pela busca ativa, a densidade ficou em 1,41 org./m² para os transectos nas áreas rasas e 1,27 org./m² para as mais profundas

Tabela 10.5 Densidade de organismos bentônicos (em org./m²) observados durante o estudo na APAM Litoral Norte, para as duas profundidades amostradas e utilizando duas técnicas distintas de amostragem, utilizando transectos para censo visual e busca ativa por animais em tocas ou fendas.

Metodologia Coleta	Táxons	MorfoTipos	Ilha Anchieta			Ilha das Couves			Ilha do Mar Virado			Densidade Geral
			4 - 9 m	9 - 18 m	Total	4 - 9 m	9 - 18 m	Total	4 - 9 m	9 - 18 m	Total	
T r a n s e c t o s	Cnidaria		0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
		Gorgoniidae sp.	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
	Crustacea		0,073	0,069	0,071	0,010	0,021	0,015	0,021	0,013	0,017	0,044
		Brachyura spp.	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
		Paguroidea spp.	0,068	0,063	0,065	0,001	0,000	0,000	0,014	0,008	0,011	0,035
		Portunidae spp.	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
		Stenorhynchus seticornis	0,003	0,006	0,005	0,008	0,019	0,014	0,007	0,004	0,006	0,007
	Echinodermata		1,949	1,130	1,540	0,148	0,087	0,118	0,034	0,037	0,036	0,808
		Astriclypeus mannii	0,000	0,000	0,000	0,001	0,011	0,006	0,000	0,003	0,001	0,002
		Crinoidae spp.	0,005	0,004	0,004	0,001	0,001	0,001	0,006	0,002	0,004	0,003
		Echinaster brasiliensis	0,000	0,000	0,000	0,017	0,021	0,019	0,001	0,001	0,001	0,005
		Echinometra lucunter	1,931	1,086	1,508	0,113	0,044	0,078	0,020	0,029	0,024	0,780
		Euclidaris tribuloides	0,003	0,010	0,007	0,006	0,004	0,005	0,000	0,000	0,000	0,005
		Holothuria atra	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
		Linckia guildingi	0,003	0,015	0,009	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,004	0,005
		Lytechinus variegatus	0,003	0,004	0,003	0,005	0,001	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002
		Ophiuroidea sp.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
		Stichopus hermanni	0,006	0,011	0,008	0,001	0,003	0,002	0,000	0,001	0,000	0,005
		Tripneus sp.	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,002	0,001	0,001
	Mollusca		0,002	0,004	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
		Mollusca spp.	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
		Pectinidae spp.	0,000	0,003	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
	Porifera		0,000	0,000	0,000	0,017	0,023	0,020	0,000	0,000	0,000	0,005
		Porifera spp.	0,000	0,000	0,000	0,017	0,023	0,020	0,000	0,000	0,000	0,005
	Total Transectos		2,024	1,203	1,614	0,175	0,130	0,153	0,055	0,050	0,053	0,858
B A u t s i c v a a		Brachyura spp.	0,036	0,000	0,018	0,115	0,042	0,078	0,031	0,010	0,021	0,034
		Clibanarius sp.	1,844	1,542	1,693	0,698	1,688	1,193	0,615	0,844	0,729	1,327
		Stenorhynchus seticornis	0,109	0,120	0,115	0,750	0,583	0,667	0,479	0,552	0,516	0,353
	Total Busca Ativa Crustacea		1,990	1,661	1,826	1,563	2,313	1,938	1,125	1,406	1,266	1,714

Donata da Mello

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

Outros índices de biodiversidade foram analisados para melhor entender a dinâmica das comunidades bentônicas nas ilhas estudadas. Nesses indicadores todas as espécies foram levadas em consideração.

Nesse estudo foram utilizados o índice de biodiversidade de Simpson (Figura 10.7), que considera tanto a abundância total quanto a riqueza de espécies e é um índice de dominância, pois reflete a chance de em uma amostra aleatória de dois indivíduos serem da mesma espécie, nesse caso quanto maior o resultado (que varia de 0 a 1) maior a dominância e menor a diversidade (maior a chance de os indivíduos serem da mesma sp.). Contudo, por ser contraintuitivo, é consenso que o resultado seja descontado de 1 ($1-D$ – sendo D o resultado inicial) para que resultados maiores reflitam maior diversidade (SIMPSON, 1949; HE e HU, 2005).

Também foi estimado o índice de biodiversidade de Shannon-Wiener (Figura 10.8), que assim como a análise anterior considerada riqueza e abundância em um índice que reflete a dominância na biodiversidade, mas através do cálculo do grau de incerteza em prever se um espécime escolhido aleatoriamente pertence a um morfotipo específico. Quanto menor o valor desse índice, menor a incerteza e, portanto, menor a diversidade (SHANNON e WIENER, 1949).

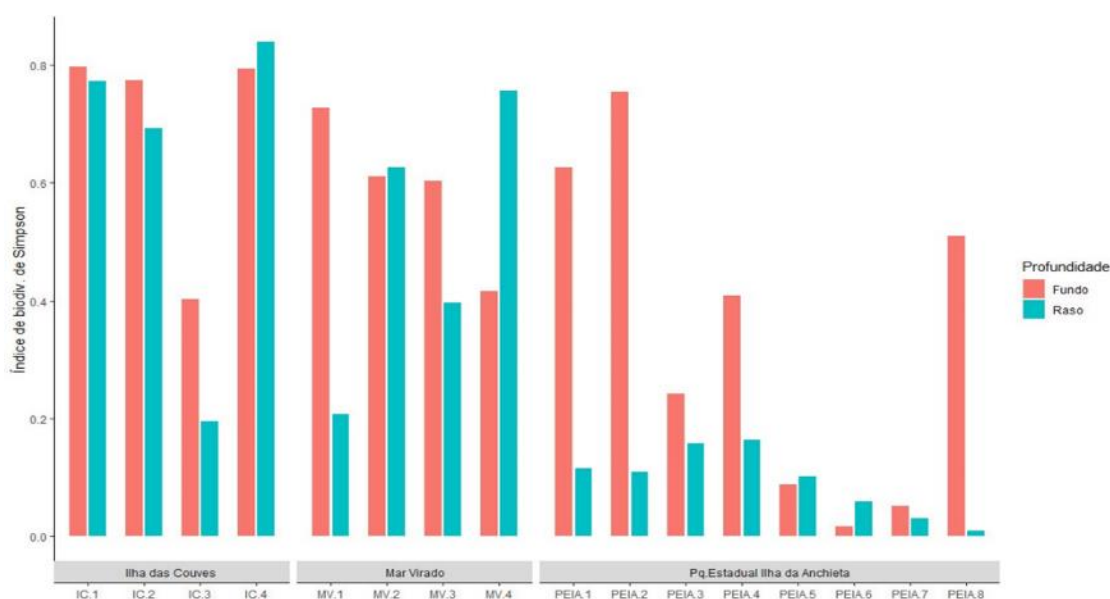


Figura 10.7 Índice de Biodiversidade de Simpson ($1 - D$) nas duas profundidades das áreas amostradas.

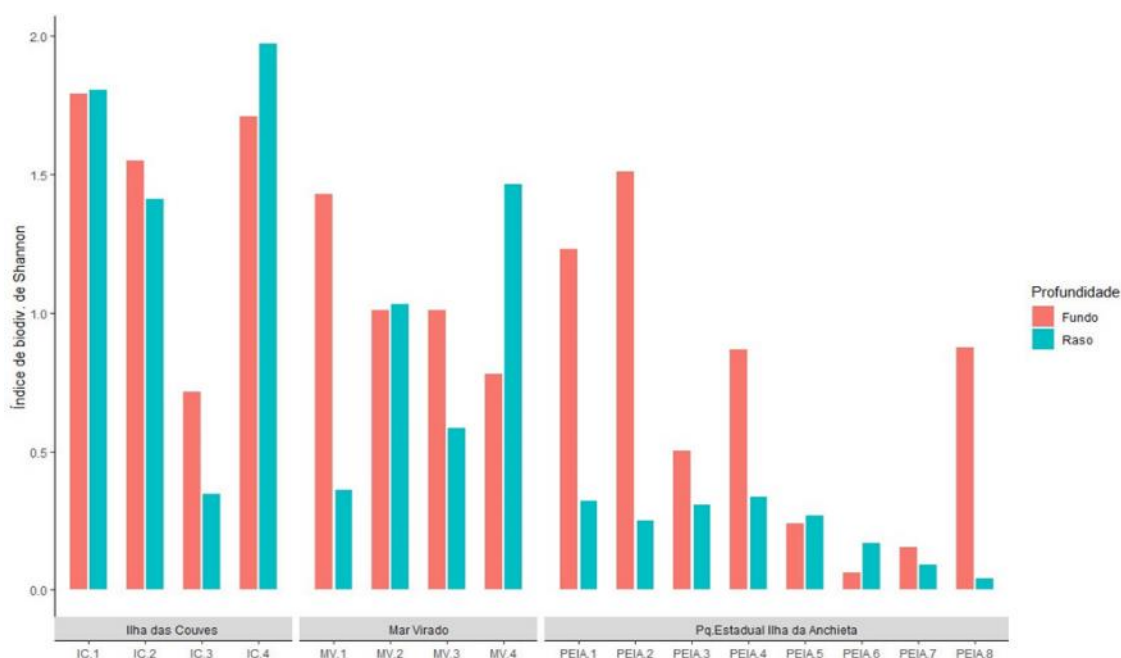


Figura 10.8 Índice de Biodiversidade de Shannon-Wiener nas duas profundidades das áreas amostradas.

Os resultados de ambos os índices nas ilhas da APAM do Litoral Norte desta AER mostraram que a maior biodiversidade foi encontrada nos pontos coletados nas Ilhas da Couves, seguido da Ilha do Mar Virado e pela Ilha Anchieta. Nessa última, houve maior abundância de indivíduos de ouriço-comum, alterando significativamente ambos os resultados de biodiversidade.

De maneira geral, as áreas de fundo apresentaram maior diversidade do que as águas mais rasas em todas as ilhas alvo deste estudo, alinhado ao fato de existir maior riqueza de espécies nos transectos mais profundos.

O escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS - *Nonmetric Multidimensional Scaling*) também foi utilizado considerando a riqueza e abundância das espécies observadas no bentos. Nessa análise quanto mais próximos os pontos distribuídos no gráfico, mais similares a composição da comunidade em cada um deles, consequentemente, quanto mais afastados, maior é a dissimilaridade. O *stress* é a métrica da análise em relação aos dados originais da tabela, sendo que quanto menor esse valor maior sua confiabilidade (idealmente, $p < 0,05$, $stress < 0,1$) (FISHER, 1936).

Nessa análise de agrupamento, considerando tanto as áreas de interesse, quanto as profundidades distintas que foram realizados os transectos para o censo visual, podem

ser observados padrões, assim como o stress dos dados permaneceu confiável (aproximadamente 0,05).

Claramente houve um agrupamento entre as ilhas individualmente, mostrando que cada uma tem sua peculiaridade das comunidades bentônicas. Todavia, a Ilha do Mar Virado pode ser considerado um habitat com características intermediárias entre a Ilha das Couves e a Ilha Anchieta, que estão isoladas quando comparadas entre si. Contudo, quando observadas as duas profundidades amostradas, não é possível observar padrões nos resultados alcançados, indicando que as comunidades bentônicas sofrem maior influência das áreas de coleta, ou seja, das ilhas, do que da profundidade em que estão estabelecidas as comunidades (Figura 10.9).

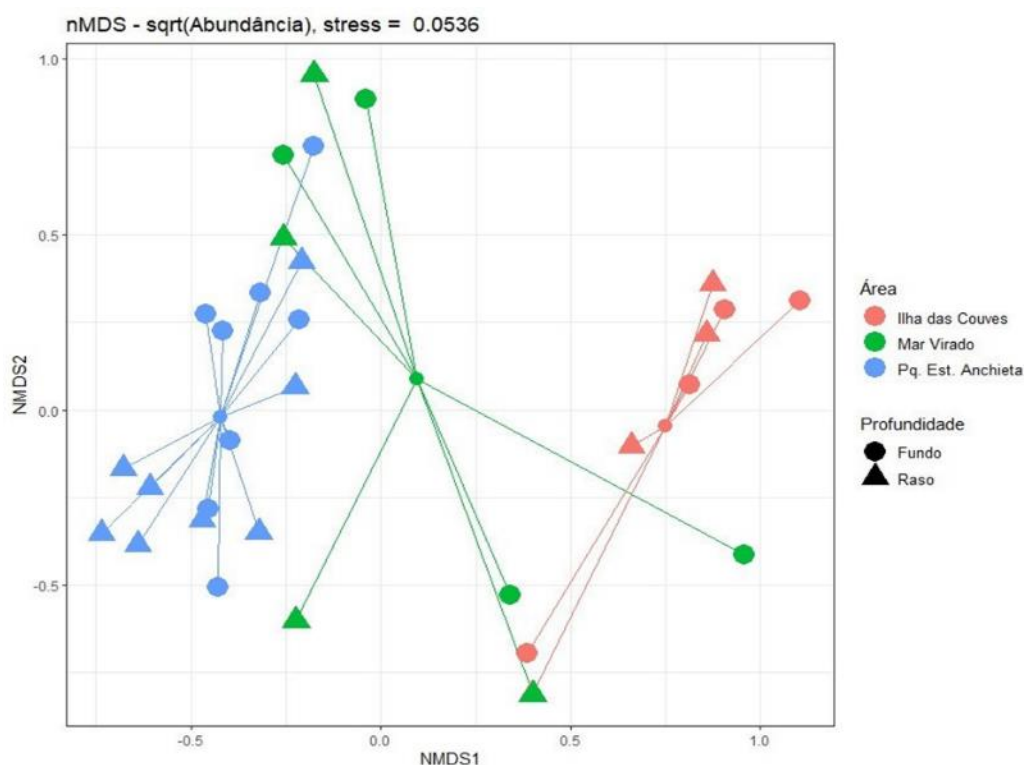


Figura 10.9 Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) dos pontos de coleta dos organismos bentônicos da APAM Litoral Norte, considerando as áreas e as profundidades amostradas neste estudo.

Por fim, foram realizadas as curvas de rarefação e de acúmulo de espécies, considerando os valores totais da fauna bentônica coletada ao longo das áreas de estudo. Uma interpretação aponta que quando a curva se estabiliza no gráfico, formando um patamar, foi atingido um número amostral suficiente para caracterização daquele ponto, implicando que um eventual aumento do n amostral não necessariamente agregaria

novas espécies ao levantamento. O inverso também é verdadeiro, onde a curva em ascendência vertical indica que a riqueza de espécies pode ser ampliada com aumento do esforço amostral.

Conforme observado nos capítulos que contemplam os resultados deste estudo para cada ilha, a curva de rarefação para os transectos realizados na Ilha Anchieta já foram suficientes para boa caracterização, indicando suficiência para que se conheça a composição da fauna bentônica de substrato consolidado dessa localidade, ao passo que nas Ilhas das Couves e do Mar Virado, futuros esforços amostrais podem ser relevantes e provavelmente levaria a uma maior riqueza de espécies.

No que se refere aos corais, não há dúvidas sobre a importância estrutural dos recifes de coral no mundo todo, dando suporte a uma enorme biodiversidade associada direta e indiretamente, quer seja pelo fornecimento de substrato, abrigo e área de alimentação e reprodução, como também pela atenuação hidrodinâmica que permite o desenvolvimento de ecossistemas complexos em áreas costeiras por eles protegidas. Sua importância socioeconômica é vital, desde o fomento à pesca como de atividades ligadas ao turismo, entre outras (MMA, 2018; ADEY, 2000; LEÃO et al., 2016; MOBERG e FOLKE, 1999; HOEGH-GULDBERG et al., 2000; ZILBERBERG et al., 2016). Muitas formações coralinas foram registradas nessa AER, com 3 espécies representando abundância desse grupo.

Diferentes fatores ambientais e antrópicos podem atuar como estressores de corais, interferindo em sua saúde e promovendo interferência na relação com as zooxantelas, dinoflagelados simbiotes responsáveis pelo fornecimento parcial da energia consumida pelos corais, levando-os ao desenvolvimento do branqueamento, o que pode impactar significativamente os corais. Fatores como alteração da qualidade da água motivadas por aportes terrígenos e lançamentos diversos, elevação da temperatura, mudanças na carga de sedimentos em suspensão e impactos físicos diversos (ex.: pisoteio) estão entre os fatores de impactos (MMA, 2018; LEÃO et al., 2016; ZILBERBERG et al., 2016). É nesse sentido que se tem a importância do monitoramento de corais, com a busca pela identificação dos fatores de impactos, branqueamento e, sendo possível, com o apontamento de medidas mitigadoras para o problema.

Foi na Ilha das Couves em que ocorreu a maior presença de colônias de *Madracis decactis* dentre as áreas desse estudo. Ao considerar a abundância relativa dos substratos, foi observado também na Ilha das Couves maior diferença em relação aos demais dados para as outras duas ilhas da APAMLN avaliadas nesta AER, cujo resultado é decorrente da presença considerável de rodolitos e do coral *Madracis decactis*, que representaram 7% e 5% dos substratos, respectivamente.

No que se refere à cobertura dos substratos encontrados na APAM Litoral Norte como um todo, analisando integradamente as 3 ilhas avaliadas pela metodologia dos transectos, percebe-se que os valores absolutos dos povoamentos de algas filamentosas, ou *turfs*, foram a cobertura dominante, representando mais de 42% dos pontos amostrais (2.165 pontos), seguidas pelos corais moles da espécie *Palythoa caribaeorum*, popularmente conhecidos como coral-baba-de-boi, representando mais de 24% da abundância total (1.236 pontos). Outros grupos abundantes foram as algas folhosas (quase 5%) e frondosas (7,73%), ambas podendo indicar condições adequadas de luminosidade, hidrodinâmica e nutrientes disponíveis. Ambientes dominados por sedimento arenoso (9,14%) também ocorreram de forma significativa entremeando os costões (Tabela 10.6 e Figura 10.10).

Tabela 10.6 Ocorrência de tipos de substratos nos pontos amostrados em cada uma das áreas amostrais e o total encontrado durante o estudo.

Substrato	Ilha Anchieta			Ilha das Couves			Ilha do Mar Virado			Total Substratos
	Raso	Fundo	Total	Raso	Fundo	Total	Raso	Fundo	Total	
Alga Calcária Articulada	59	45	104	12	11	23	5	0	5	132
Alga Filamentosa	506	644	1150	284	287	571	205	239	444	2165
Alga Folhosa	8	1	9	0	0	0	118	127	245	254
Alga Frondosa	187	131	318	38	22	60	7	11	18	396
Areia	86	160	246	32	72	104	24	94	118	468
Esponja	35	30	65	24	43	67	14	16	30	162
Gorgonia sp.	0	4	4	0	0	0	0	1	1	5
Madracis decactis	0	4	4	7	57	64	0	0	0	68
Mussismilia braziliensis	23	45	68	15	10	25	7	15	22	115
Palythoa caribaeorum	360	215	575	223	41	264	260	137	397	1236
Rocha	16	1	17	5	7	12	0	0	0	29
Rodolito	0	0	0	0	90	90	0	0	0	90
Total	1280	1280	2560	640	640	1280	640	640	1280	5120

Dionísio da Silva

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

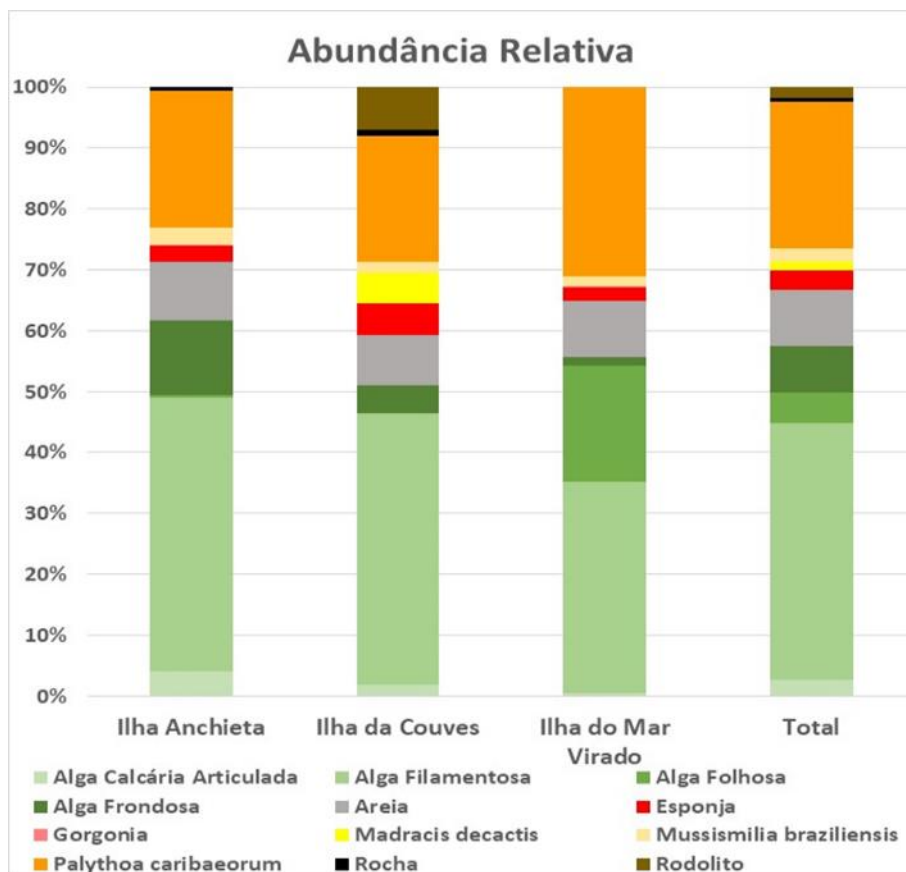


Figura 10.10 Abundância relativa total dos tipos de substratos encontrados nas áreas de estudo.

As coberturas dos substratos das ilhas alvo deste estudo, quando observados individualmente, apresentaram poucas variações considerando sua abundância relativa, se comparados com os apresentados no resultado total. Esse mesmo padrão de pouca variação pode ser observado entre os valores totais e nos locais amostrados quando os resultados são separados nas profundidades raso e fundo (Figura 10.11).

Entretanto, quando as coberturas são comparadas entre as profundidades da mesma área, ocorre uma diferença de ocorrências. As algas filamentosas continuam sendo a cobertura dominante em ambas as profundidades com certa variação (45,7% no fundo e 38,9% no raso), mas a alteração é percebida quando considerados os corais da espécie *Palythoa caribaeorum*, que variam entre as profundidades (15,4% no fundo e 33% no raso). Esse espaço ocupado pelo Coral-baba-de-boi no raso foi substituído, no fundo, principalmente por *algas filamentosas* (6,8%), e fundos arenosos não recobertos (7,2%).

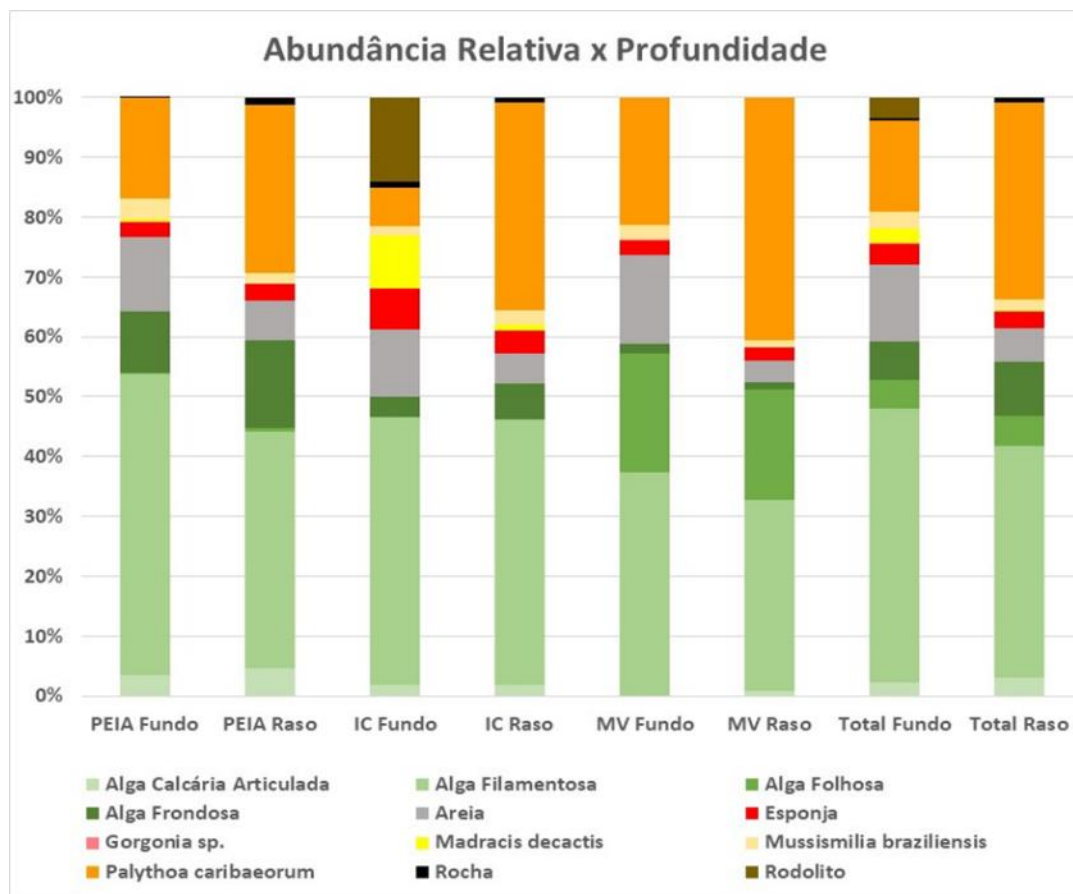


Figura 10.11 Abundância relativa total dos tipos de substratos encontrados nas duas profundidades das áreas de estudo.

Também foi realizado uma análise de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS - *Nonmetric Multidimensional Scaling*) para a cobertura dos substratos. Diferentemente dos resultados apresentados para a comunidade bentônica, não foi possível definir um padrão claro de agrupamento para as diferentes coberturas registradas nas ilhas da APAM Litoral Norte avaliadas nesta AER. Da mesma forma, também não foi evidenciado padrão claro para as duas profundidades avaliadas, indicando que esses dois fatores (ilha e profundidade) não são suficientes para produzir diferenças da disposição da cobertura dos substratos nos locais de estudo (Figura 10.12).

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

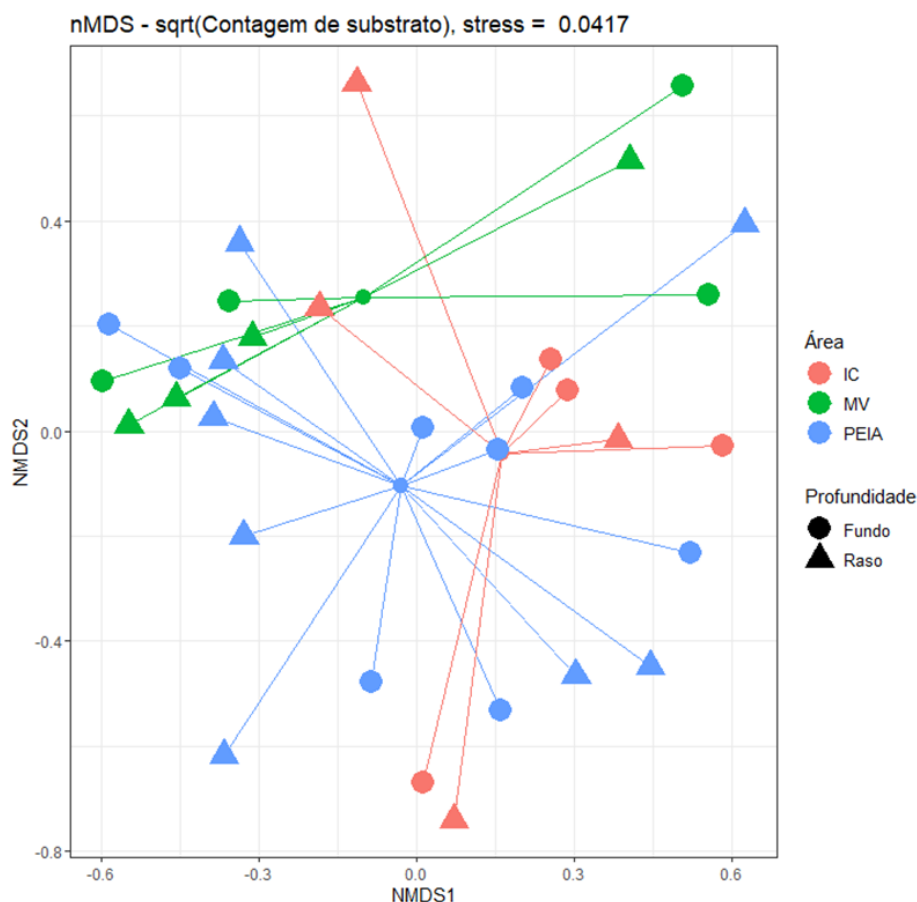


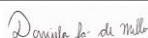
Figura 10.12 Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) dos substratos encontrados nos pontos amostrais da APAM Litoral Norte, considerando as áreas e as profundidades deste estudo.

Para relacionar a comunidade bentônica registradas na APAM Litoral Norte com os dados físico-químicos foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA – *Principal Component Analysis*), uma técnica de análise multivariada que transforma linearmente um conjunto original de variáveis, inicialmente correlacionadas entre si, num conjunto substancialmente menor de variáveis não correlacionadas que contém a maior parte da informação do conjunto original (HONGYU et al., 2016).

Vale inicialmente notar que os transectos foram instalados predominantemente sobre substratos consolidados, cujas comunidades bentônicas registradas são essencialmente típicas desse tipo de ambiente, não tendo sido coletadas amostras de sedimentos para triagem de comunidades bentônicas de substratos inconsolidados. Entretanto, a análise que segue considera que muitas das áreas amostradas de costões do infralitoral estão associadas e próximas dos pontos de sedimento amostrados para as análises granulométricas e físico-químicas, podendo haver algum grau mais sutil de relação,

como a ressuspensão de sedimentos mais finos em ocasiões de extremos hidrodinâmicos ou por considerar que os sedimentos são depósito e repositório de compostos químicos que de alguma forma chegaram na região. Portanto, correlações muito significativas entre granulometria, metais e ecotoxicologia, possibilitam, todavia, inferências indiretas desses parâmetros com as comunidades biológicas registradas, contudo, sem desprezar eventuais associações unicamente estatísticas. Vale lembrar que eventuais correlações entre as comunidades bentônicas podem demonstrar reais associações entre os pontos, quer seja pelo tipo de substrato, profundidade, hidrodinâmica ou outros descritores não identificados.

Primeiramente, na análise foram consideradas as concentrações de elementos inorgânicos e sua relação com a fauna bentônica. Nessa abordagem, o gráfico considerando os dois primeiros componentes principais foi construído e é capaz de explicar 72,5% da variabilidade das amostras, um percentual significativo, visto que uma explicação maior que 50% nas duas primeiras componentes já traz explicações, pelo uso desse tipo de gráfico (Figura 10.13).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

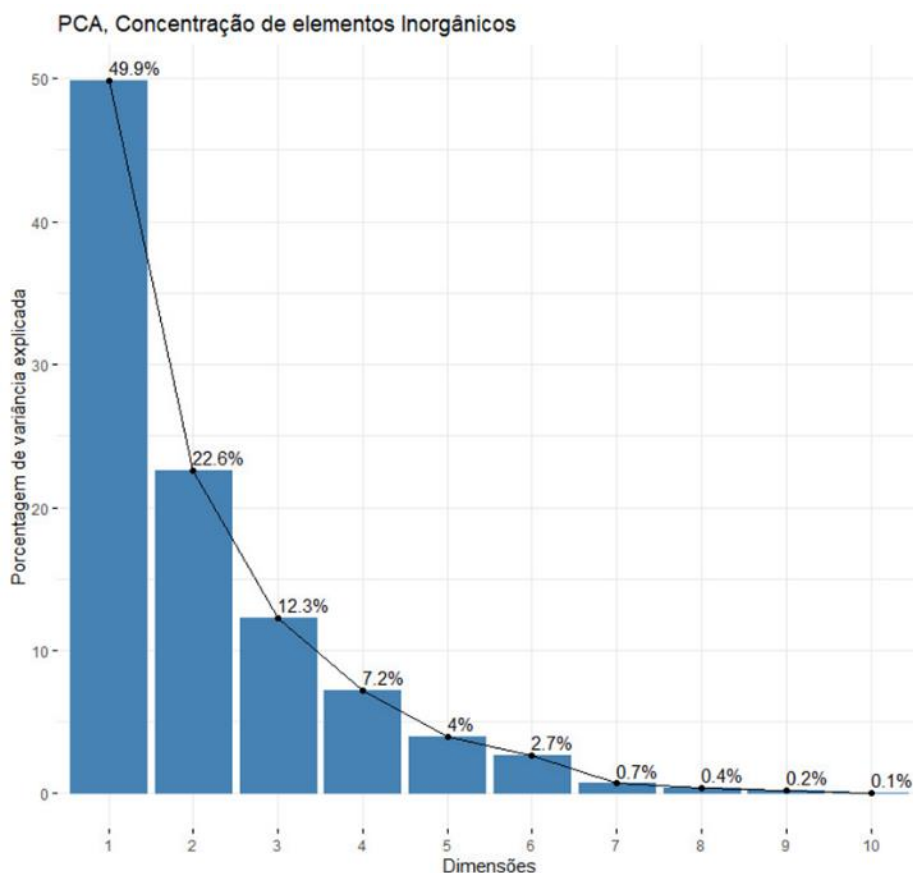


Figura 10.13 Porcentagem de variância explicada por cada dimensão da PCA de concentração de elementos inorgânicos, consideradas sempre as duas primeiras para análise dos resultados.

Os resultados mostraram que Fósforo (P), Arsênio (As) e Manganês (Mn) são positivamente correlacionados entre si e negativamente relacionados com Ferro (Fe), Bário (Ba) e Vanádio (V), enquanto os outros elementos estão entre esses opostos. A maioria das comunidades bentônicas parece não apresentar relação com a concentração desses elementos analisados, contudo, é possível apontar exceções. No ponto 8 da Ilha Anchieta, o único local com toxicidade apontada nos ensaios ecotoxicológicos realizados com as amostras de todos os pontos, das 3 ilhas, há forte correlação com Fósforo (P), Arsênio (As) e Manganês (Mn), assim como os pontos 1 e 2 da Ilha do Mar Virado, que possuem uma correlação mais branda com esses elementos. Já o ponto 3 da Ilha do Mar Virado e o ponto 6 da Ilha Anchieta, se correlacionaram com Cromo (Cr) e Níquel (Ni) (Figura 10.14).

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

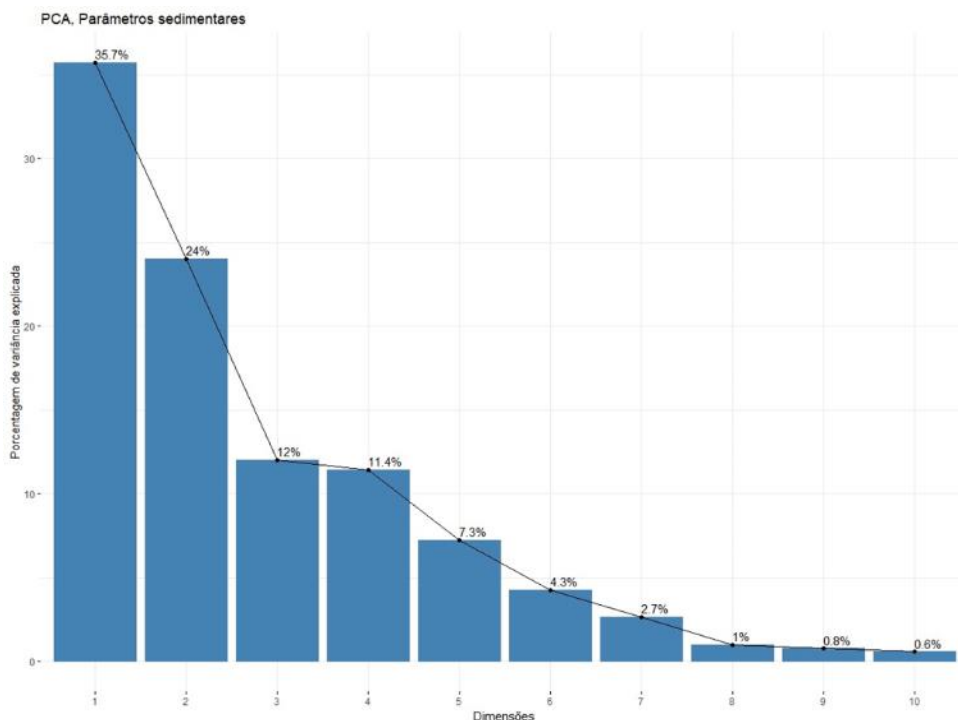


Figura 10.15 Porcentagem de variância explicada por cada dimensão da PCA de parâmetros sedimentares e toxicidade, consideradas sempre as duas primeiras para análise dos resultados.

Como esperado, os fundos com areia fina e grossa foram negativamente correlacionados, sendo que o silte, argila e a areia com grãos médios encontraram-se no meio termo da análise. Essas três últimas frações granulométricas estão positivamente correlacionadas com concentração de matéria orgânica, fósforo total, nitrogênio Kjeldahl total (NKT) e toxicidade (Figura 10.16).

Em relação às comunidades bentônicas é possível observar que elas ocasionalmente estão relacionadas com o tipo de substrato, ou não possuem uma correlação clara com os parâmetros sedimentares, como esperado. Contudo, as comunidades bentônicas registradas nas imediações de áreas com sedimentos com maior correlação com alguns tipos de substrato (areia média, silte e argila) apresentaram essa mesma tendência com os parâmetros de toxicidade e matéria orgânica, como no ponto 8 da Ilha Anchieta, por exemplo.

Coordenador da Equipe

Responsável

Revisão 03

07/2024

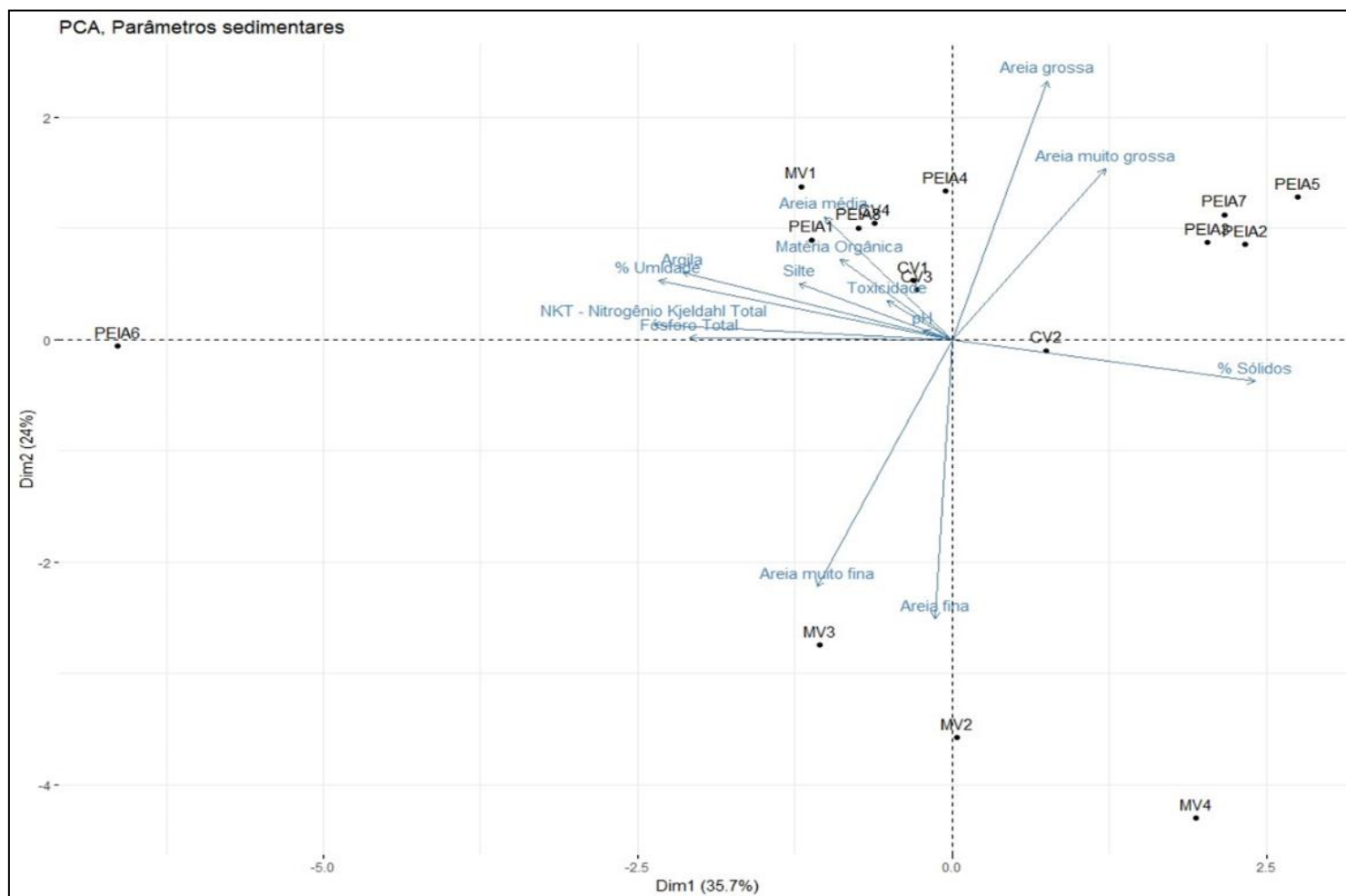
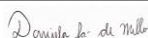


Figura 10.16 Biplot das Coordenadas Principais 1 e 2 sobre as variáveis de parâmetros sedimentares, toxicidade e das comunidades bentônicas.

No que se refere à análise dos fotoquadrados, verificou-se que a Ilha Anchieta apresentou maior número de morfotipos, com 35 registrados, seguida pela Ilha do Mar Virado, com 29 e pela Ilha das Couves, com 24 morfotipos registrados. As algas marinhas ocorreram na Ilha Anchieta em quase o dobro de registros, quando comparados às outras duas ilhas. Foram 13 registros para a Ilha Anchieta, 8 para o Mar Virado e 6 na Ilha das Couves. Já para os invertebrados, os números de registros foram mais semelhantes, com 19, 18 e 15 registros, respectivamente. É importante ressaltar que o esforço amostral na Ilha Anchieta também foi o dobro das outras duas ilhas, ou seja, o levantamento foi realizado em 8 pontos na Ilha Anchieta e em 4 pontos nas Ilhas das Couves e do Mar Virado, influenciando na riqueza e abundância registradas. A Tabela 10.7 apresenta o percentual comparativo entre os morfotipos encontrados nas 3 ilhas.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Tabela 10.7 Percentual de recobrimento de cada morfotipo, para as 3 ilhas avaliadas, pela análise dos fotoquadrados.

Morfoespecies	Porcentagem de recobrimento		
	Ilha das Couves	Ilha Anchieta	Ilha do Mar Virado
Palythoa caribaeorum	16,46	13,54	22,92
Tapete de Corallinaceae	18,33	13,54	22,08
Sargassum sp.	0,42	3,13	18,33
Mussismilia sp.	3,75	6,25	5,21
Recobrimento misto composto por Hydrozoa e Bryozoa arborescentes	0,00	5,42	5,21
Vazio (substrato nú, sem recobrimento biótico, podendo ser sedimento ou rocha)	7,71	2,08	4,17
Demospongiae (predomina Desmapsamma anchorata)	5,42	0,21	3,33
Dictyotaceae	0,00	6,35	2,50
Tubastrea sp.	4,17	0,00	2,08
Padina gymnospora	0,00	0,00	1,88
Carijoa riisei	0,00	0,21	1,46
Anthozoa 2	0,00	0,00	1,25
Ophiuroidea (possivelmente gênero Ophiothrix)	0,00	0,00	1,25
Tapete de algas e invertebrados	6,67	13,65	0,83
Porifera cor laranja (gêneros Mycale, Haliclona, Hymeniacidon)	1,88	0,21	0,83
Tropometra sp.	0,00	0,42	0,83
Laurenciaeae	0,00	0,10	0,83
Indeterminado	2,50	1,98	0,83
Corallinaceae	5,21	11,88	0,63
Asparagopsis taxiformis	0,00	0,00	0,63
Porifera cor amarela (gênero Hymeniacidon)	0,00	0,21	0,42
Asciaceae	1,04	5,31	0,42
Asciaceae preta (gênero Didemnidae) obs.: pode ser porifera gênero Haliclona	0,00	0,31	0,42
Asciaceae rosa (possivelmente Polysyncraton amethysteum) Obs.: pode ser porifera gênero Niphates	0,00	0,10	0,42
Corallinaceae incrustante, rodólitos (gêneros Neogoniolithon, Sporolithon, Mesophyllum)	0,83	1,98	0,42
Hydrozoa 1	3,75	3,85	0,21
Schizoporella	0,00	0,00	0,21
Porifera cor azul (gêneros Mycale, Haliclona, Callispongia, Niphates)	0,00	0,00	0,21
Didemnum sp.	0,63	0,63	0,21
Bivalvia	0,00	0,52	0,00
Anthozoa 1	0,00	0,42	0,00
Anthozoa 3 (Rodólito ou o antozoário Madracis decactis)	6,88	0,83	0,00
Anthozoa 4 (possivelmente Madracis decactis)	0,00	0,94	0,00
Zoanthus sociatus	1,67	0,00	0,00
Palythoa 1	1,25	0,00	0,00
Porifera cinza (gêneros Mycale, Haliclona, Niphates)	0,21	0,31	0,00
Phallusia nigra	0,21	0,00	0,00
Cidaridae	0,21	0,00	0,00
Echinometra lucunter	0,63	0,73	0,00
Rhodophyta Vermelha-Marrom Incrustante	0,00	1,35	0,00
Chlorophyta Incrustante	0,00	0,10	0,00
Bacillariophyceae	5,42	0,00	0,00
Corallinaceae/Bacillariophyceae	4,79	1,35	0,00
Ceramiales	0,00	0,10	0,00
Galaxauraceae	0,00	0,31	0,00
Corallinaceae/Dictyotaceae	0,00	0,31	0,00
Codiaceae	0,00	1,35	0,00

Dionísia da Silva

Coordenador da Equipe

J. V. S.

Responsável

Revisão 03

07/2024

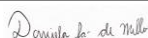
Cabe considerar que a análise do percentual de cobertura dos substratos está influenciada pelo olhar da equipe de campo, já que os fotoquadrados foram alocados nos pontos de maior diversidade aparente ao longo dos transectos, conforme entendimentos na reunião de início do projeto. Posicionamento aleatório dos fotoquadrados podem refletir, em alguma medida, na redução dos registros de morfotipos e nos percentuais de recobrimento encontrados. De todo modo, considerando tal ponderação, o procedimento adotado foi padrão às 3 ilhas, possibilitando a comparação entre elas.

Outro tema relevante se refere à ocorrência de espécies exóticas invasoras. A presente avaliação registrou a ocorrência do gênero *Tubastraea* (coral-sol), no ponto 1 da Ilha das Couves (no raso), na Ilha Anchieta, nos pontos 1 (fundo), 3 (raso) e 8 (raso), e também na Ilha do Mar Virado, nos pontos 1 (fundo) e 4 (raso). Já o *Octocorallia Carijoa riisei* foi registrado na Ilha Anchieta (ponto 3) e na Ilha do Mar Virado (ponto 4).

Pelas análises dos fotoquadrados, também houve registros do briozoário exótico *Schizoporella* sp. (possivelmente *Schizoporella errata*) na Ilha do Mar Virado, nos transectos do fundo no ponto 1, porém, com pequena ocorrência (0,8% de cobertura no ponto 1).

Tal assunto não é novidade para o ICMBio ou para os gestores das Unidades de Conservação no Litoral Norte, os quais estão envolvidos diretamente em pesquisas acadêmicas, monitoramentos e no desenvolvimento de técnicas específicas de manejo do Coral sol, sendo muito atuantes, juntamente com IBAMA, TRANSPETRO, Companhia Docas de São Sebastião, Marinas e outros atores regionais.

Projetos de pesquisa e remoção têm sido realizados no Litoral Norte do Estado de São Paulo, em especial, nas águas de Ilhabela e São Sebastião, além de muitos esforços também no Litoral Sul Fluminense. Dezenas de outras espécies também já foram registradas nas águas do Litoral Norte de São Paulo (MARQUES et al., 2013; LOPES et al., 2009; ORICCHIO et al., 2019), devendo tal abordagem figurar somente como recomendação de manejo nos ambientes costeiros e unidades de conservação avaliadas, conforme orientações e diretrizes técnica/científicas (MIZRAHI et al., 2023; SAVIO et al., 2021; LUZ et al., 2020).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

A bioinvasão tem sido estudada em diferentes centros de pesquisa em decorrência dos potenciais impactos socioeconômicos ou diretamente sobre a biodiversidade, onde grupos técnicos, comitês e organizações estudam o tema, avaliam impactos, propõem diagnósticos, planos de ação, controle e manejo. Inúmeros são seus vetores, como a navegação de longo curso, exploração de óleo e gás, aquicultura, aquarofilia, entre outros (CREED, 2006; CREED e FLEURY, 2009; CREED et al., 2017; De PAULA e CREED, 2005; LOPES et al., 2009).

Teixeira e Creed (2020) atualizaram a lista de espécies marinhas não nativas no país, com base em dezenas de artigos, revisando seus status de categoria e ocorrências. Os autores perceberam um aumento vertiginoso do número de espécies, sendo possível listar 138 ocorrências, das quais, 43 foram classificadas como detectadas (quando a espécie ocorre no ambiente natural, mas sem aumento de abundância ou dispersão, ou populações sem maiores informações), 76 estabelecidas (detectada de forma recorrente, com evidência do aumento da população) e 19 tidas como invasoras (espécie com abundância ou dispersão geográfica capaz de interferir na ocorrência de outras espécies, ou mesmo capazes de causar impactos socioeconômicos). Para a categoria invasora, a classe Anthozoa foi a mais representativa, com 7 espécies. Entre elas, estão as duas espécies de Coral Sol – *Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis* – ambas antozoários escleractínios da Família Dedrophylliidae, registradas em águas Brasileiras desde 2001 e hoje registradas também na costa dos estados do CE, SE, BA, ES, RJ, SP e SC.

Merece destaque também nesta AER a descoberta do banco de rodolitos na Ilha das Couves, um fato de extrema relevância, visto se tratar de áreas ecologicamente importantes, que tais ocorrências são raras em águas rasas e, possivelmente, pode ser este o primeiro registrado no Litoral Norte de São Paulo (AMADO-FILHO et al., 2017; PEREIRA-FILHO et al., 2023; VERAS et al., 2020), motivando pesquisadores e a própria Fundação Florestal a ampliar os conhecimentos de caracterização desse banco. A ocorrência desse banco de rodolitos foi então confirmada por novos mergulhos realizados por equipe da Fundação Florestal e do Laboratório de Ecologia e Conservação Marinha da Universidade Federal de São Paulo (LABECMar/UNIFESP). Uma nota técnica sobre esse banco foi elaborada e encontra-se como anexo desse relatório (Anexo C). Tal descoberta lança atenção à necessidade tanto na busca por uma caracterização mais

aprofundada do achado, como também de conservação da área e exploração racional, monitorada e planejada do turismo de mergulho na área.

Quanto a ictiofauna, os registros realizados na AER apontaram que na Ilha das Couves foi a espécie *Pempheris schomburgkii* (Pempheridae), com 150 indivíduos registrados no raso, representou quase 30% da abundância relativa da ictiofauna no ponto 1. Trata-se de uma espécie de hábito noturno, observada pontualmente em tocas e grutas durante o dia, agrupada em cardume com abundância semelhante à aqui observada, mas que pode figurar entre as espécies comuns em ambientes recifais. A cocoroca (*Haemulum aurolineatum*), uma espécie típica de ambientes recifais e de costões, apresentou a maior abundância nos pontos 2 e 4, enquanto a espécie com maior registro no ponto 3 foi o jagareçá (*Holocentrus adscensionis*) (OLIVEIRA, 2020b; QUERINO, 2011).

Na Ilha Anchieta, a cocoroca (*Haemulom aurolineatum*), a sardinha-ouro (*Pempheris schomburgkii*), o sargentinho (*Abudefduf saxatilis*), o peixe-donzela (*Stegastes fuscus*) e a piranjica (*Kyphosus sectatrix*) foram as espécies com maior número de indivíduos registrados. De modo geral, as famílias que apresentaram maior abundância na Ilha Anchieta, assim como observado na Ilha das Couves, foram Haemulidae, Pomacentridae e Pempheridae.

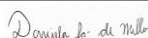
Já na Ilha do Mar Virado, além da presença novamente significativa de cocoroca (*H. aurolineatum*), de peixe-donzela (*Stegastes fuscus*) e de sargentinhos (*A. saxatilis*), um cardume de sardinhas (*Sardinella sp.*) elevou o número de registros de indivíduos da espécie, alterando o padrão observado para as outras ilhas.

De modo geral, as famílias que apresentaram maior abundância nas três ilhas foram as mesmas: Haemulidae, Pomacentridae e Pempheridae, com elevada abundância relativa de Haemulidade, sendo também registrado Dorosomatidae na Ilha do Mar Virado. A distribuição e ocorrências das famílias está em conformidade com os ambientes de substrato consolidado de águas costeiras (OLIVEIRA, 2020b; QUERINO, 2011; ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b; NETO et al., 2019).

Em relação aos dados da avifauna, a espécie *Larus dominicanus* (família Laridae) foi a que ocorreu em maior abundância nas 3 ilhas, com 54% do total de registros, seguida da

espécie *Fregata magnificens* (14%) e da *Chloroceryle americana* (3%). Entre as espécies avistadas, foram também registradas algumas de hábitos terrestres com abundância relevante, como urubu (*Coragyps atratus*) em todas as ilhas e canário da terra (*Sicalis flaveola*), nas Ilhas Anchieta e do Mar Virado, entre outras. Essas espécies constituem cerca de 20 e 4% de abundância entre o total de espécies avistadas nas três ilhas, respectivamente. Ninhos e filhotes foram observados somente na Ilha das Couves. De modo geral, com base nos dados das 3 ilhas, as espécies com maior abundância mantiveram-se as mesmas observadas em cada ilha, com grande presença das famílias Fregatidae e Laridae.

Na Ilha Anchieta não foram observadas fragatas (*Fregata magnificens*), o que não implica na ausência da espécie nesta ilha, apenas que não foram avistadas durante as atividades de campo desta AER.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 11 Considerações sobre Zoneamento e Manejo

O ordenamento dos usos do território no Litoral Norte do Estado de São Paulo, tem passado por ações e articulações pautadas por políticas públicas participativas orientadas por práticas de valorização cultural, ambiental e socioeconômica, de modo que políticas públicas têm sido implementadas e utilizadas para embasar a necessidade da criação de unidades de conservação, como por exemplo, a APA marinha ou o Refúgio de Vida Silvestre do Arquipélago de Alcatrazes. Todavia, o Parque Estadual da Serra do Mar, o Parque Estadual da Ilha Anchieta e o Parque Estadual de Ilhabela, todos criados em 1977, bem como a Estação Ecológica Tupinambás, de 1987, foram marcos para a conservação na região (ESTADO DE SÃO PAULO, 2008b; MMA, 2017).

Unidades de Conservação (UC) constituem áreas de proteção ambiental legalmente instituídas pelo poder público, nas suas três esferas (municipal, estadual e federal). Elas são reguladas pela Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC²⁰), base conceitual e metodológica para a implantação e gestão das UCs.

É amplo o regramento incidente nessas unidades de conservação, passando desde seus decretos de criação aos que aprovam os Planos de Manejo, todavia, para implantação, usos, restrições, tipologias, manejo e gestão de unidades de conservação, tem-se como base a Lei do SNUC. Entre outras, cabe lembrar que o Decreto nº 4.340/2002²¹ regulamenta alguns artigos da lei do, dispondo sobre diretrizes para a criação de Unidades de Conservação no país, estabelecendo procedimentos, formas de gestão e outros critérios, inclusive, as fórmulas para definição do valor da compensação ambiental.

O objetivo das Unidades de Conservação de Proteção Integral é a preservação dos ecossistemas, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais. Já o objetivo das Unidades de Conservação de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da

²⁰ Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000 - Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>.

²¹ Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4340.htm.

natureza com uso sustentável de parcelas dos seus recursos naturais. Dentre as tipologias de Unidades de Proteção Integral, estão os Parques Estaduais, entre várias outras, onde cada categoria possui seus objetivos de proteção específico. As Área de Proteção Ambiental (APA) inserem-se no grupo das Unidades de Uso Sustentável (BRASIL, 2000b).

Assim, conforme categorização das áreas alvo da presente AER, vale lembrar que uma Área de Proteção Ambiental, segundo a Lei nº 9.985/2000, Art. 15, *“é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais”*. Um Parque Estadual, assim como os Parques Nacionais, porém criado pelo estado, *“... tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico”* (conforme redação do Art. 11 da Lei nº 9.985/2000). Sua visitação, regramento e restrições são definidas no Plano de Manejo. Já uma Área de Manejo Especial, definida pelos Planos de Manejo da UC, visa a proteção da biodiversidade, o combate de atividades predatórias, o controle da poluição e a sustentação da produtividade pesqueira, segundo o Plano de Manejo da APAMLN.

Independentemente de recortes pontuais com regulamentos específicos, pode-se dizer que a Zona Costeira do Litoral Norte se encontra, de certa forma, protegida pela Constituição Nacional de 1988, pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, de 1988²² e pelo Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro²³, 10 anos mais novo do que o plano nacional. Também não se pode esquecer de outro diploma legal relevante, o

²² PNGC foi instituído pela lei nº 7661/1998, disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm.

²³ O Plano Estadual foi instituído pela Lei Estadual nº 10.019/1998, disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1998/lei-10019-03.07.1998.html>.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral Norte, datado de 2004²⁴. Em 2008 foram criadas as três grandes áreas contíguas de UCs marinhas do Estado de São Paulo, as Áreas de Proteção Ambiental Marinhas do Litoral Sul, Centro e Norte²⁵.

Segundo Santos e Turra (2017), “a delimitação de algumas dessas APAM vai até o limite das doze milhas náuticas além das linhas de base retas, extrapolando o escopo geográfico do PEGC-SP, e consolidando o entendimento do Estado sobre a delimitação do Mar Territorial sob sua competência administrativa”, atingindo até a isóbata de 50 metros, em alguns setores. A autora ainda cita, além dos conflitos durante a criação da APAMLN, alguns benefícios da criação da APAMLN, como o recebimento de compensação ambiental de empreendimentos licenciados em seu território, medidas protetivas dos recursos pesqueiros, além do ordenamento de uma série de atividades de uso e exploração da zona costeira protegida.

O Estado de São Paulo criou ainda o mosaico das ilhas e áreas protegidas, o qual inclui todas as UCs do litoral do estado, ordenando e integrando as ações de gestão, conservação e desenvolvimento sustentável da zona costeira, onde somente do Litoral Norte, os 4 municípios que o compõe possuem cerca 80% do território terrestre e 50% do território marinho protegido por UCs (SANTOS e TURRA, 2017).

Entre os diferentes outros instrumentos de políticas públicas para as questões conservacionistas, há na esfera Federal, por meio do Ministério do Meio Ambiente²⁶, o instrumento de definição das Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade, incluindo os biomas brasileiros e a Zona Costeira e Marinha.

Trata-se de uma iniciativa de mapeamentos de regiões de especial interesse por sua biodiversidade, de modo a dar subsídios aos gestores para tomada de decisão, apoio ao

²⁴ O ZEE – LN foi instituído pelo Decreto nº 49.215/2004, disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2004/decreto-49215-07.12.2004.html>, sendo este, entretanto, atualizado e revogado em 2017 pelo Decreto nº 62.913/2017, disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2017/decreto-62913-08.11.2017.html>.

²⁵ Esta, a APAMLN, foi instituída pelo Decreto Estadual nº 53.525/2008, disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2008/decreto-53525-08.10.2008.html>.

²⁶ <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/ecossistemas-1/conservacao-1/areas-prioritarias>.

planejamento e adoção de medidas relacionadas à recuperação, criação de unidades de conservação, licenciamento ambiental e uso sustentável do ambiente.

É um instrumento de caráter participativo, com validações técnicas, de atualização periódica, alinhado à Convenção sobre Diversidade Biológica²⁷, ao Plano de Ação para Implementação da Política Nacional de Biodiversidade²⁸ e ao Plano Nacional de Áreas Protegidas, instituído pelo Decreto nº 5.758/2006, cujos procedimentos para identificação e indicação das áreas prioritárias as foram instituídas formalmente pelo Decreto nº 5092/2004²⁹.

A Portaria nº 463/2018³⁰ reconhece e incorpora a segunda atualização das áreas prioritárias para a conservação. As áreas prioritárias são divididas em quatro categorias de importância biológica: extremamente alta, muito alta, alta e insuficientemente conhecida; além de três categorias de prioridade de ação: extremamente alta, muito alta e alta.

Cabe considerar, entretanto, que o enquadramento de ilhas e da zona costeira nas Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade, não as tornam inviáveis a receber empreendimentos ou outros usos em que elas vêm sendo submetidas, nem as classificam automaticamente como Unidades de Conservação (UCs), conforme teor dos Decretos e Portaria acima citados. Essas sim, as UCs, representam restrições de uso (BRASIL, 2000b). Por outro lado, o enquadramento reconhece a importância ambiental da área, reforçando sua necessidade de proteção, o que cabe à sociedade civil organizada, gestores e analistas ambientais de órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental. Trata-se, portanto, de argumento preservacionista

²⁷ <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/convencao-sobre-diversidade-biologica>.

²⁸ <https://antigo.mma.gov.br/informma/item/454-pan-bio.html#:~:text=Os%20principais%20objetivos%20da%20PNB,diversidade%20biol%C3%B3gica%20brasileira%3B%20proteger%20%C3%A1reas>.

²⁹ Decreto que define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente. disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5092.htm.

³⁰ https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55881195/do1-2018-12-19-portaria-n-463-de-18-de-dezembro-de-2018-55880954.

significativo, porém, não impeditivo, à priori, dos avanços de análise de viabilidade e futuro licenciamento.

Cabe lembrar, por sua vez que as ilhas avaliadas por esse estudo já estão categorizadas como Unidades de Conservação Estaduais, quer seja o Parque Estadual da Ilha Anchieta ou a Ilha das Couves e Ilha do Mar Virado e Áreas de Manejo Especial da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte.

Pois bem, conforme definição da Lei do SNUC, em seu Art. 2º, inciso XVI o zoneamento consiste na *“definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz”*.

Apesar dessa proteção, as Unidades de Conservação marinhas estão sujeitas a diferentes tipos de pressão e estressores, em especial, aquelas UCs de uso sustentável. É nesse sentido que as iniciativas de estudos e levantamentos em seus territórios constituem importantes ferramentas de conhecimento e aprimoramento da gestão. Achados relevantes, por exemplo, ao longo de estudos e monitoramentos, podem dar início a um processo de recategorização de uma UC ou, ao menos, de reavaliação do seu zoneamento.

Por outro lado, pode-se considerar que Unidades de Conservação de uso Sustentável *“possuem papel relevante no ordenamento dos múltiplos usos do território, visando à sustentabilidade ambiental e socioeconômica ...”* e *“... as UCs marinhas podem contribuir para reverter o quadro de degradação dos ecossistemas Costeiro-Marinho, ao basear a gestão do uso do território e dos recursos naturais em objetivos, espaços e públicos-alvo, de forma explícita e legalmente definidos”* (SANTOS e TURRA, 2017).

Nesse sentido, e de forma a colaborar com as ferramentas de manejo, a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo³¹, com apoio da Fundação Florestal, Instituto de Pesquisas Ambientais e CETESB, editaram a 4ª edição da publicação intitulada Roteiro Metodológico para Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo, o qual considera que *“o Plano de Manejo é um dos*

³¹ Hoje: Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (SEMIL).

instrumentos estratégicos para a gestão das Unidades de Conservação”, além de visar o atendimento do SNUC, uniformizando “... conceitos, metodologias e diretrizes para a elaboração, revisão e implementação de planos de manejo das Unidades de Conservação estaduais, ... no qual foram definidos critérios mínimos para a Caracterização do território, ressaltando os aspectos bióticos, físicos, socioeconômicos e jurídico-institucionais, como embasamento para a elaboração do Zoneamento e dos Programas de Gestão, lastreados no planejamento participativo e compartilhado entre poder público e sociedade civil” (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022a).

A publicação discute uma série de aspectos importantes para a gestão de uma UC, deixando claro que o Plano de Manejo é um instrumento que aceita e propõe o desafio da compatibilização entre as ações de conservação e desenvolvimento sustentável nos recortes territoriais protegidos. A partir dos dados de caracterização física, biótica e socioeconômica de uma UC, parte-se para a proposição de seu zoneamento, gestão e programas diversos, sempre pautado em critérios técnicos e processos participativos.

O Conselho Estadual do Meio Ambiente (Consema) aprovou o Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte (APAMLN) em sua 405ª reunião, realizada em 30 de novembro de 2021³². Já o Decreto Estadual nº 66.823/2022³³ referendou tal aprovação, trazendo em seus anexos, os objetivos, seu zoneamento, regramento de uso, atividades permitidas e gestão da UC.

Nesse sentido, um Plano de Manejo pode ser definido como “*documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma Unidade de Conservação, se estabelece o seu Zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da Unidade*”. Já o Zoneamento “*é a delimitação de zonas, áreas e setores, com definições, objetivos de manejo e normas, visando proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da Unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz*” (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022a).

³² Conforme: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2021/12/plano-de-manejo-da-apa-marinha-do-litoral-norte-e-aprovado-em-reuniao-do-consema/#:~:text=Fazem%20parte%20da%20APAMLN%20142,sociais%20e%20culturais%20no%20territ%C3%B3rio.>

³³ Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/203862>.

Vale lembrar que uma Área de Manejo Especial (AME) pode ser entendida como pequenos recortes dentro da UC, com diretrizes próprios e programas específicos e prioritários de gestão (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022a). Conforme o Decreto 53.525/2008, que criou a APAMLN, em seu artigo 3º designa s Áreas de Manejo Especial (AME) de Tamoio, na qual está inserida a Ilha das Couves, e a Ilha do Mar Virado, ambas no município de Ubatuba. O mesmo artigo ainda considera que uma AME tem por objetivo “... a proteção da biodiversidade, o combate de atividades predatórias, o controle da poluição e a sustentação da produtividade pesqueira”.

O presente estudo possibilita a avaliação para eventuais recategorizações de áreas e zoneamentos em recortes específicos, conforme atributos identificados nessa AER.

Nesse sentido, vale listar as possíveis zonas previstas para zoneamento, conforme o Roteiro Metodológico para Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo, segundo os enquadramentos das UCs avaliadas (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022a).

Para o Parque Estadual da Ilha Anchieta, suas cinco possíveis zonas são:

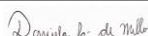
- Zona de Preservação (ZP): para ambientes com preservação elevada e com influência antrópica insignificativa, onde se deseja preservar integralmente;
- Zona de Conservação (ZC): Para ambientes bem conservados, com mínima intervenção humana, admitindo ações de mínimo impacto, como pesquisa e educação ambiental;
- Zona de Recuperação (ZR): Para ambientes degradados e que devem ser recuperados;
- Zona de Uso Extensivo (ZUE): Para áreas conservadas, com efeitos antrópicos e atratividade turística, possibilitando visitação de baixo impacto;
- Zona de Uso Intensivo (ZUI): Para ambientes com maiores efeitos antrópicos, com infraestrutura construída e suporte às atividades previstas na UC.

As zonas aplicáveis em Área de Proteção Ambiental Marinha, o mesmo Roteiro Metodológico acima citado considera:

- Zona de Uso Extensivo (ZUE/ZUEx): Para ambientes marinhos com média intensidade de uso, compatibilizando os usos com a minimização dos impactos;
- Zona de Uso Intensivo (ZUI): Para ambientes marinhos com alta intensidade de uso ou intervenções, compatibilizando os usos dos recursos naturais com a conservação dos atributos da UC;
- Zona sob Proteção Especial (ZPE): Para APA Marinha e Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), correspondente às UCs de Proteção Integral, onde são observados regramentos específicos para fortalecimento da área protegida;
- Zona de Proteção da Geobiodiversidade (ZPGBio): Para áreas frágeis, com alta relevância para proteção de espécies, para a renovação de estoques pesqueiros e para a conservação dos atributos da UC;
- Zona para Usos de Baixa Escala (ZUBE): Para ambientes de importância para a conservação, onde ocorrem atividades em baixa escala, compatibilizando a pesca artesanal e o extrativismo sustentável com a conservação dos recursos naturais.

Já as áreas previstas em uma APA Marinha podem ainda possuir delimitação interna com áreas específicas e prioritárias para a gestão, como (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022a):

- Área de Interesse para a Conservação (AIC): Para áreas frágeis e ecologicamente relevantes, visando a conservação para o deslocamento, reprodução e alimentação das espécies marinhas;
- Área de Interesse para Recuperação (AIR): Para áreas alteradas ou degradadas, sendo prioritárias as ações de mitigação dos impactos e recuperação do ambiente;



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

- Área de Interesse Histórico-Cultural (AIHC): Para áreas com atributos históricos e culturais, ou mesmo físicos e cênicos relevantes, reconhecendo o patrimônio e fortalecendo a cultura das comunidades locais;
- Área de Interesse para o Turismo (AIT): Para a realização de atividades de turismo, visto os relevantes atributos para o desenvolvimento socioeconômico local, com ordenamento para a compatibilização com a conservação;
- Área de Interesse para Renovação de Estoques Pesqueiros (AIREP): Para áreas relevantes para a renovação dos estoques pesqueiros, buscando garantir a continuidade da pesca;
- Área de Interesse para a Pesca de Baixa Mobilidade (AIPBM): Para ambientes com pesca artesanal de baixa mobilidade, protegendo a pesca artesanal, a segurança alimentar e a cultura caiçara no seu território pesqueiro.

Assim conforme os levantamentos realizados nesta AER, podem ser considerados atributos especiais:

Área de Rodolitos: Localizada na Ilha das Couves, registrado no ponto 1, em sua porção Norte, no lado abrigado da ilha. De ocorrência rara na região, e por se tratar do primeiro registro para a área, considera-se a possibilidade da criação de área específica para aprofundamento da sua caracterização, conservação e pesquisa, ampliando seus graus de proteção e interesse, de modo a controlar eventuais impactos e usos intensivos, possibilitando ampliação do conhecimento científico do ambiente em questão. Fica como sugestão, a partir desse achado, que seja realizado diagnóstico e caracterização complementar da área de rodolitos, para, eventualmente e em função da confirmação de sua importância ecológica para a região, alterar o status de proteção desse sítio, atualmente como Zona para Uso de Baixa Escala (ZUBE), tornando-o uma Zona de Proteção da Geobiodiversidade – ZPGBio, conforme zoneamento previsto para a APAMLN. Diante do achado, se faz necessário um mapeamento de precisão para delimitação da área biogeográfica homogênea. Fomentar a pesquisa é essencial, considerando parcerias com as grupos de pesquisa no tema, já interessados nesse



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

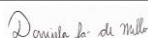
07/2024

resultado da AER. É também sugerido a avaliação de ações como restrição de fundeio de embarcações e pesca de qualquer natureza, a criação de programa de monitoramento, de visita guiada, colocação de poita como única opção de fundeio no local (inclusive para embarcações de pesquisa e fiscalização), entre outras medidas que poderão ser adotadas à medida que avançar a discussão do tema. Após a realização de uma caracterização detalhada do local, poderá ser discutida a abertura para mergulho recreativo, com divulgação do tipo de ambiente e suas peculiaridades, para que ocorram atividades ordenadas e sustentáveis de visita.

No que se refere ao apoio às diretrizes de manejo, a presente AER contribuiu com a obtenção e integração dos dados de levantamentos expeditos da avifauna, ictiofauna, bentos de substrato consolidado e físico-química dos sedimentos. Tal caracterização, associada àquelas já realizadas durante a elaboração do Plano de Manejo da APAMLN, bem como com os aspectos relativos aos objetivos da UC, do desenvolvimento de monitoramentos e programas ambientais, contribui efetivamente com o aprimoramento contínuo de sua conservação e gestão, visto que todo novo dado pode gerar informações complementares para ações de conservação, visita, fiscalização e fomento à pesquisa na APAMLN.

Cabe lembrar que as atividades pesqueiras já possuíam algum regramento específico, antes mesmo da aprovação do plano de manejo, por força no Art. 6º do Decreto nº 53.252/2008, sendo tais pontos parametrizados na Resolução SMA nº 69/2009, que trata da proibição da pesca de arrasto com parelhas e pesca subaquática com compressor e da Resolução SMA nº 78/2016, que regulamenta e disciplina o uso de cerco-flutuante na APAMLN.

Com base nos achados da presente AER, também é possível tecer considerações e fazer sugestão sobre programas específicos que contribuam com a gestão das UCs. Os programas são elementos previstos nos planos de manejo, com objetivos e procedimentos específicos, voltados à conservação, recuperação, acompanhamento ou fiscalização de atributos e aspectos relevantes da UC. Os programas devem ainda contar com cronograma, delineamento amostral, metodologia, indicadores e gerar informações que possibilitem a tomada de decisão gerencial (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022a).



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Os programas devem estar alinhados com os pressupostos do plano de manejo apontados durante as etapas de caracterização e participação das comunidades, com ações concretas, definição de parceiros e responsáveis, bem como integrar às políticas públicas, metas e arcabouço legal do estado (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022a).

Os programas podem ser desenvolvidos com objetivos de acompanhamento da recuperação de uma área específica, de obter indicadores de conservação ou de impactos, para o ordenamento do turismo, para o interesse social, educação ambiental, compatibilização de usos, fiscalização, pesquisa, desenvolvimento sustentável, monitoramentos, entre outros.

Nesse sentido, com base nas avaliações das ilhas alvo desta AER, independentemente da existência de planejamento e condução dos mesmos, podem ser considerados os seguintes apontamentos e programas:

– **Programa de Avaliação do Ordenamento do Turismo:**

Local - Ilha das Couves.

Objetivo – Criar e aplicar indicadores, parâmetros e métricas para avaliação dos impactos diante do ordenamento e limitação de carga, de forma a estimar eficiência da a capacidade de suporte adotada.

Justificativa – Gerar dados e informações para aprimoramento das portarias de restrição de acesso.

Observação: Durante os trabalhos de campo desta AER, não foi registrado turismo intensivo, mas o resgate de informações motivou tal consideração.

– **Programa de Caracterização do Banco de Rodolitos da Ilha das Couves:**

Local – Ilha das Couves.

Objetivo – Realizar caracterização e delimitação do banco de rodolitos encontrado.

Justificativa – Dado a rara ocorrência, cabe conhecer melhor sua estrutura e importância ecológica, cujo hábitat ainda tem respostas a fornecer à comunidade científica.

Procedimentos – Divulgação do achado em eventos e congressos, para que diferentes instituições possam se interessar a realizar estudos na área.

De modo a possibilitar a incorporação das sugestões de programas e recategorizações, tem-se a previsão de ajustes e revisões do Plano de Manejo da APAMLN, mesmo após sua aprovação. Para tanto, os procedimentos de ajuste podem ser simplificados, dentro dos limites de alterações previstos e com manifestação do Conselho Gestor da UC e apreciação do Comitê de Integração dos Planos de Manejo, devendo ser dada publicidade da alteração (ESTADO DE SÃO PAULO, 2014; ESTADO DE SÃO PAULO, 2017; ESTADO DE SÃO PAULO, 2022a; ESTADO DE SÃO PAULO, 2022c).

Já as revisões, podem ser propostas sempre que identificada alguma necessidade, contando com um rito a ser seguido de contextualização, justificativa, manifestações, debates e aprovação.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 12 Considerações Finais

Um projeto cujo escopo é o levantamento de dados ambientais através da realização de Avaliação Ecológica Rápida pode ser considerado que foi executado com sucesso quando atingiu seus objetivos originalmente propostos. O presente estudo executou todas as atividades previstas, realizando os levantamentos em todos os pontos amostrais planejados, nas distintas localidades.

Espera-se, portanto, conforme apresentado neste relatório, que a realização integral do escopo previsto, considerando a busca pela qualidade técnica do estudo e a segurança da equipe de campo e de mergulho, possa contribuir não somente com o atendimento às condicionantes do processo de licenciamento ambiental da Produção no pré-sal da Bacia de Santos – Etapa III, mas, em especial, com o conhecimento e esforços de gestão das Unidades de Conservação Marinhas do Estado de São Paulo.

A Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte, gerida pela Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo - Fundação Florestal, representa um marco na conservação de áreas marinhas no país. Conforme o Decreto nº 66.823/2022, que aprovou seu plano de manejo, a APAMLN possui área total aproximada de 316.242,452 hectares, nos municípios de São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba e Ubatuba. A aprovação do seu plano de manejo, após longa etapa de elaboração, com amplo processo participativo, trouxe sua caracterização, zoneamento e fornece os mecanismos eficientes de gestão e de conservação, referendando a importância do uso sustentável da UC. A presente Avaliação Ecológica Rápida visa contribuir com esse enorme esforço de conservação dos ambientes costeiros.

As amostras de sedimentos das ilhas apresentaram diferentes proporções da composição granulométrica, contudo, sempre prevalecendo majoritariamente as frações arenosas.

Com base nos dados obtidos no presente estudo, no que se refere à qualidade físico-química dos sedimentos, pode-se concluir que, de modo geral, nenhuma das três ilhas avaliadas apresentou comprometimento dos sedimentos depositados nos limites inferiores dos costões rochosos, no infralitoral.

Os sedimentos de todas as amostras coletadas nas três ilhas apresentaram concentrações de Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e Hidrocarbonetos Total de Petróleo (TPH) abaixo dos limites de quantificação. Os diferentes metais analisados também apresentaram baixas concentrações nas amostras de sedimento. Todavia, dois resultados merecem atenção: Entre as 16 amostras de sedimento coletadas e analisadas (4 amostras na Ilha das Couves, 8 na Ilha Anchieta e 4 na Ilha do Mar Virado), apenas uma delas apresentou concentração de manganês acima de um valor de referência (ponto 1 – Mar Virado). Além, dessa, a amostra do ponto 8 da Ilha Anchieta apresentou efeitos ecotoxicológicos. Não fica evidente a causa desses dois resultados, conforme discutido nos respectivos capítulos, entretanto pode-se entender que, apesar desses registros, o nível de efeito ecotoxicológico observado pode ser considerado de baixa intensidade, assim como a concentração de manganês não superou demasiadamente o valor de referência.

O levantamento da biota realizado nesta AER, a saber, apresentou a riqueza e abundância da ictiofauna, da avifauna e do bentos de substrato consolidado. Ao considerar a totalidade dos dados, foram registradas 56 espécies de peixes (32 na Ilha das Couves, 46 na Ilha Anchieta e 32 na Ilha do Mar Virado), 18 de aves (8 na Ilha das Couves, 10 na Ilha Anchieta e 9 na Ilha do Mar Virado) e 19 para os bentônicos (13 na Ilha das Couves, 12 na Ilha Anchieta e 11 na Ilha do Mar Virado).

Apesar das tendências de estabilização observadas nas curvas de rarefação, a riqueza e diversidade da avifauna e ictiofauna poderão ser ampliadas com novos levantamentos, uma vez que os registros podem ter ainda alguma influência do esforço amostral e eventual sazonalidade de ocorrência de espécies migradoras. No que se refere aos invertebrados bentônicos, a análise feita pela curva de rarefação (curva do coletor), indicou que o esforço aplicado para os levantamentos na Ilha Anchieta pode já ter atingido um bom nível amostral, entretanto, para as Ilhas das Couves e do Mar Virado, as curvas ascendentes, sem estabilização horizontal, indica que a continuidade dos levantamentos poderá trazer novos registros.

Uma sugestão para possíveis mapeamentos ou monitoramentos futuros é o estudo dos costões na escala de povoamentos, o bentos de substrato inconsolidado ou mesmo um mapeamento detalhado de áreas de interesse específico.

Vale o registro especial do banco de rodolitos observado na Ilha das Couves, refletindo diretamente a importância de estudos dessa natureza. Trata-se do primeiro registro de um banco de rodolitos para o Litoral Norte de São Paulo, em região de águas rasas e fácil acesso. Tal achado despertou o interesse da Fundação Florestal, que acompanhou as atividades de mergulho desta AER à fomentar a pesquisa e conhecer melhor essa área. Talvez seja esse o ponto de maior significância ecológica do presente estudo, visto as pesquisas que podem ali ser desenvolvidas buscando maiores entendimentos dos seus processos ecológicos e de formação. Cabe, portanto, fomento à pesquisa no local para ampliar os conhecimentos sobre os rodolitos da Ilha das Couves.

A ocorrência de coral-sol não é novidade para as ilhas da APAMLN, todavia, os registros desse levantamento, realizados em mapeamento de pequena escala e com resultados quali-quantitativos geolocalizados, auxilia no conhecimento da presença da espécie. Apesar da ocorrência de *Tubastraea sp* em todas as 3 ilhas, as colônias não se estabeleceram genericamente em seus costões, em todos os pontos das ilhas, apresentando aparente predileção por determinadas regiões. Sua ocorrência foi verificada prioritariamente nos substratos verticais, podendo-se inferir que haja alguma preferência por esse aspecto, sem, contudo, haver referências para tal observação. De qualquer forma, os dados levantados nesta AER podem auxiliar aos gestores das áreas da APAMLN nas suas tomadas de decisão e implementação de ações, quando necessárias.

No que se refere à importância ecológica das áreas avaliadas, a Ilha das Couves se destacou, tanto pelo registro do banco de rodolitos como pela maior cobertura de corais que as duas outras. Entretanto, considerando que tal análise implica em discricionariedade da seleção dos atributos, guardando significativa subjetividade, pode-se considerar que as três ilhas avaliadas têm sua importância ecológica significativa e praticamente equivalentes.

Da mesma forma, ressalta-se a importância da continuidade de estudos nos ambientes avaliados nesse projeto, considerando parcerias e convênios com instituições de pesquisa para preenchimento de lacunas de dados e temas complementares e prioritários. O estabelecimento de cooperação científicas ou a aplicação de projetos em

editais de financiamento são bons exemplos de mecanismos de fomento à continuidade dos estudos.

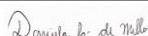
No que se refere às lacunas de conhecimento, o Plano de Manejo da APAMLN já apontou, dentre outros temas, que suas ilhas configuram locais de importância para a conservação da biota marinha, necessitando ainda de maiores esforços de diagnósticos, caracterização e monitoramentos do seu território, devendo, em especial, as Área de Manejo Especial – AMEs, terem seus processos ecológicos bem compreendidos, visto sua riqueza e diversidade.

A importância dessas áreas como corredores de suporte à fauna possibilita conectividade entre populações de espécies da ictiofauna, aves e dispersão de ovos e larvas de organismos bentônicos. É significativo o potencial de fornecimento de recursos pesqueiros, abrigo e zona de alimentação desses ambientes (ESTADO DE SÃO PAULO, 2022b).

Grandes animais marinhos como tartarugas, boto cinza e diferentes espécies de raias (incluindo uma manta avistada na Ilha das Couves) foram observados pela equipe de campo, não sendo registrados, em sua maioria, por não estarem dentro da área amostral definida pelo protocolo seguido.

Outro ponto relevante é o fato de diversas ilhas da APAMLN representar um grande atrativo ecoturístico, com importante potencial de aproximação dos visitantes ao ecossistema marinho, com reflexos na formação do entendimento da importância e desenvolvimento do respeito ao ambiente. O contato com esses ambientes amplia o conhecimento dos visitantes e motivam suas ações de apoio à conservação, incluindo adoção de boas práticas que poderão fazer diferença para seus visitantes, tais como pequenas mudanças de hábitos em seu dia a dia ou quando em futuras visitas não monitoradas à ecossistemas frágeis e importantes.

Por fim, o presente projeto espera ter contribuído com o fornecimento de dados primários de base para a gestão e a importante função conservacionista exercida pela APA Marinha do Litoral Norte.



Coordenador da Equipe



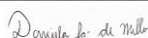
Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 13 Equipe

Nome	Formação acadêmica/Função
Marcos Vinicius Mello	Biólogo, Químico, Coordenação Geral
Bauer R. F. Rachid	Oceanógrafo, Coordenação Técnica
Daniela Sá de Mello	Bióloga, Mergulhadora, Coordenadora de Campo
Eric Comin	Biólogo, Coordenador Equipe Mergulho
Bruna Broto	Mergulhadora
Munir El Hage	Mergulhador
Diego Henrique Santana	Técnico de Campo
Rafael Luciano Alves Couto	Técnico de Campo
Felipe M. Chagas	Oceanógrafo, Análises de dados
Bruno Souza	Biólogo, Análises de dados
Bruna Garcia Ambrosio	Oceanógrafa, Análises de dados
Euro Lopes Filho	Biólogo, tratamento de dados
Giovanna Piccini	Estudante de Oceanografia, dados, apoio geral



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 14 Referências Bibliográficas

- ABESSA, D. M. S. Avaliação da qualidade de sedimentos do sistema estuarino de Santos, SP, Brasil. 2002. Tese - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- ABESSA, D. M. S.; CARR, R. S.; SOUSA, E. C. P. M.; RACHID, B. R. F.; ZARONI, L. P.; GASPARRO, M. R.; PINTO, Y. A.; BÍCEGO, M. C.; HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; MUNIZ, P. Integrative Ecotoxicological Assessment of a Complex Tropical Estuarine System. In: HOFER, T. N. (ed) Marine Pollution: New Research. New York: Nova Science Publishers Inc., Chapter 4, p. 125-159, 2008.
- ABESSA, D. M. S.; BÍCEGO, M. C.; SOUSA, E. C. P. M.; ZARONI, L. P.; RACHID, B. R. F.; ARNALOT, E. C.; FILLMANN, G.; READMAN, J.; DEPLEDGE, M. Using rapid assessment of marine pollution (RAMP) techniques to assess the quality of marine sediments. *Ecotoxicology and Environmental Contamination*, v. 13, n. 2, p. 99-106, 2018.
- ABESSA, D. M. S. The usefulness of ecotoxicological approaches to assess environmental impacts caused by oil spills. *Brazilian Journal of Technology*, v. 6, n. 1, p. 51-58, 2023.
- ABNT. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Norma NBR ISO/IEC 17025. Rio de Janeiro: ABNT, 2017, 22 p.
- ABNT. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com anfípodos marinhos e estuarinos em sedimentos. Norma NBR 15638. Rio de Janeiro: ABNT, 2021, 29 p.
- ADEY, W. H. Coral Reef Ecosystems and Human Health: Biodiversity Counts! *Ecosystem Health*, v. 6, n. 4, p. 227-236, 2000.
- ALMEIDA, C. S. Distribuição espacial da biomassa microfitobentônica no perfil batimétrico da região de Ubatuba, SP. 2014. 95 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- AMADO-FILHO, G. M.; BAHIA, R. G.; PEREIRA-FILHO, G. H.; LONGO, L. L. South Atlantic rhodolith beds: Latitudinal distribution, species composition, structure and ecosystem functions, threats and conservation status. In: *Rhodolith/Maërl beds: A global perspective*. Riosmena Rodríguez, R.; Nelson, W.; Aguirre, J. (Eds.). Switzerland: Springer Publish, p. 299-317, 2017.
- ARAUJO, S. I.; SILVA, G. H.; MUEHE, D. Manual básico para a elaboração de mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo no sistema Petrobras: ambientes costeiros e estuarinos. Rio de Janeiro: CENPES/PETROBRAS, 2002. 134 p.
- AUGUSTOWSKI, M.; FRANCINE JR., R. O mergulho recreacional como ferramenta para o turismo sustentável em unidades de conservação. In: *Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*. Fortaleza, Ceará, v. 22, p. 443-453, 2002.
- AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. Metais: gerenciamento da toxicidade. São Paulo: Atheneu Editora, 2003. 554 p.

- BADIN, A. L.; FAURE, P.; BEDELL, J. P.; DELOLME, C. Distribution of organic pollutants and natural organic matter in urban storm water sediments as a function of grain size. *Science of the Total Environment*, v. 403, n. 1-3, p. 178-187, 2008.
- BELGAMO, J. A.; Da SILVA, G. L.; SILVA, L. F.; Dos SANTOS, L. M.; RAMALHO, D. D. Mitigação de impactos ambientais causados pelo over turismo em Ilha das Couves, Ubatuba - SP: Planejamento turístico e sustentável. *Revista Geociências-UNG-Ser*, v. 19, n. 1, p. 22-37, 2020.
- BERTOLETTI, E. A Escolha do anfípodo bentônico para ensaios ecotoxicológicos com sedimentos marinhos. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*, v. 6, n.1, p. 1-7. 2011.
- BIANCHI, T. S.; CANUEL, E. A. Chemical biomarkers in aquatic ecosystems. Princeton: Princeton University Press, 2011.
- BRANCO, J. O. Reprodução das aves marinhas nas ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 4, p. 619-623, 2003.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 28 abr. 2000a. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9966.htm>.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 19 jul. 2000b. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo das bacias marítimas do Ceará e Potiguar [material cartográfico] / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Programa de Gerenciamento Ambiental Territorial. Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Plano de Combate ao Lixo no Mar [recurso eletrônico] / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro. Brasília, DF: MMA, 2019. 40 p.
- BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Costa Sueste da América do Sul. Rio de Janeiro: DHN, 2022.
- BUCHMAN, M. F. Screening Quick Reference Tables. NOAA Hazmat. Seattle, WA, 1999. 12 p.

- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada)
- CAMPOS, F. P.; PALUDO, D.; FARIA, P. J.; MARTUSCELLI, P. Aves insulares marinhas, residentes e migratórias, do litoral do Estado de São Paulo. In: Aves marinhas insulares brasileiras: bioecologia e conservação (BRANCO, J. O., ed.). Itajaí: Editora da UNIVALI., p. 57-82, 2004.
- CAMPOS, C. E. C.; SÁ-OLIVEIRA, J. C.; ARAÚJO, A. S. Composição e estrutura de comunidades de peixes nos Parrachos de Muriú, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Arq. Ciên. Mar, v. 43, n. 1; p. 63-75, 2010.
- CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT (CCME). Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0, Technical Report. Ottawa, Canada: CCME, 2001. 13 p.
- CETESB. Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – Manual de Orientação. Carlos Ferreira Lopes, João Carlos Carvalho Milanelli, Iris Regina Fernandes Poffo. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2007. 120 p.
- CETESB. Qualidade das águas costeiras do Estado de São Paulo, 2021. Série Relatórios. Coordenação Maria Helena Martins et al. São Paulo: Cetesb, 2022. Arquivo Eletrônico. 156 p.
- CETESB. Site - Emergências Químicas: Vazamentos de óleo (cetesb.sp.gov.br). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/tipos-de-acidentes/vazamentos-de-oleo/>. Acesso em: 15 mai. 2024.
- CREED, J. T.; BROCKHOFF, C. A.; MARTIN, T. D. US-EPA Method 200.8: determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma-mass spectrometry. In: Environmental Monitoring Systems Laboratory Office of Research and Development, Revision 5.4 EMMC Version. Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency, 1994.
- CREED, J. C. Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. Coral Reefs, v. 25, n. 3, p. 350, 2006.
- CREED, J. C.; FLEURY, B. G. Monitoramento extensivo de coral-sol (*Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis*): Protocolo de semi-quantificação. Rio de Janeiro: Instituto de Biodiversidade Marinha/Projeto Coral-Sol, 2009. 1 p.
- CREED, J. C.; FENNER, D.; SAMMARCO, P.; CAIRNS, S.; CAPEL, K.; JUNQUEIRA, A. O. R.; CRUZ, I.; MIRANDA, R. J.; CARLOS-JUNIOR, L.; MANTELATTO, M. C.; OIGMAN-PSZCZOL, S. The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. Biological Invasions, v. 19, p. 283–305, 2017.
- CUNNINGHAM, P. T. M.; SAUL, A. C. Spatial partition of artificial structures by fish at the surroundings of the conservation unit - Parque Estadual da Ilha Anchieta, SP, Brazil. Brazilian archives of biology and technology, v. 47, n. 1, p. 113–120, 2004.

- De CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. In: Boletim Técnico, 106. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1986.
- De PAULA, A. F.; CREED, J. C. Spatial distribution and abundance of non-indigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 65, n. 4, p. 661-673, 2005.
- DIAMOND, A. W.; DEVLIN, C. M. Seabirds as indicators of changes in marine ecosystems: ecological monitoring on Machias Seal Island. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 88, p. 153-181, 2003.
- DIAS-BRITO, D.; MILANELLI, J. C. C.; RIEDEL, P. S.; WIECZOREK, A. Sensibilidade do litoral paulista a derramamentos de petróleo: um atlas em escala de detalhe. Rio Claro: UNESP, 2014. 238 p.
- Do NASCIMENTO, I. L. S.; De AZEVEDO-JÚNIOR, S. M. Dietas das aves marinhas no Parque Nacional dos Abrolhos, Bahia, Brasil. *Ornithologia*, v. 1, n. 1, p. 75-92, 2010.
- ESTADO DE SÃO PAULO. Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE). Portaria SUDEPE nº N-56, de 10 de novembro de 1983. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1983/p_sudepe_56_1983_areaexclusaoilhaanchieta_sp.pdf>.
- ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 53.525, de 8 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte e a Área de Relevante Interesse Ecológico de São Sebastião, e dá providências correlatas. Diário Oficial Poder Executivo, São Paulo, SP, 9 out. 2008a. Seção 1, p. 1. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2008/decreto-53525-08.10.2008.html>>.
- ESTADO DE SÃO PAULO. Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente/Fundação Florestal, 2008b. 433 p. + Anexos.
- ESTADO DE SÃO PAULO. Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo: VERTEBRADOS. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Fundação Parque Zoológico de São Paulo, 2009.
- ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 60.302, de 27 de março de 2014. Institui o Sistema de Informação e Gestão de Áreas Protegidas e de Interesse Ambiental do Estado de São Paulo – SIGAP e dá providências correlatas. Diário Oficial Poder Executivo, São Paulo, SP, 28 mar. 2014. Seção 1, p. 3. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2014/decreto-60302-27.03.2014.html>>.
- ESTADO DE SÃO PAULO. Resolução SMA 093/17, de 06 de setembro de 2017. Constitui o Comitê de Integração dos Planos de Manejo com o objetivo de estabelecer diretrizes e procedimentos para a elaboração, revisão e implantação dos Planos de Manejo das Unidades de Conservação Estaduais, e dá outras providências. Diário Oficial Poder Executivo, São Paulo, SP, 7 set. 2017. Seção 1, p. 46. Disponível em: <<https://semil.sp.gov.br/legislacao/2022/07/resolucao-sma-093-17/>>.
- ESTADO DE SÃO PAULO. Roteiro Metodológico para Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo (Recurso Eletrônico). 4ª ed. São Paulo:

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente/Comitê de Integração de Planos de Manejo, 2022a. 94 p.

ESTADO DE SÃO PAULO. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente/Fundação Florestal, 2022b. 671 p.

ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 66.823, de 07 de junho de 2022. Aprova o Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte, criada pelo Decreto nº 53.525, de 8 de outubro de 2008. Diário Oficial Poder Executivo, São Paulo, SP, 8 jun. 2022c. Seção 1, p. 1. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2022/decreto-66823-07.06.2022.html>>.

FERNANDES, A. C. S.; BORGHI, L.; CARVALHO, I. S.; ABREU, C. J. Estruturas de bioerosão. In: CARVALHO, I. S.; FERNANDES, A. C. S. Guia dos Icnofósseis de Invertebrados do Brasil. 1 ed. Rio de Janeiro: Interciências, 2002.

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil: Situação Atual e Perspectivas. Série Biodiversidade 18. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 250 p.

FISHER, R. A. The use of multiple measurements in taxonomic problems. Annals of Eugenics, v. 7, n. 2, p. 179–188, 1936.

FLORIDA FISH AND WILDLIFE CONSERVATION COMMISSION. Breeding Bird Protocol for Florida's Shorebirds and Seabirds (BBP). 2016.

GESAMP. Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution Review of Potentially Harmfull Substances: Carcinogens. Rep. Stud. GESAMP. 46. 1991. 56 p.

GHILARDI, N. P. Utilização do método dos povoamentos na caracterização de comunidades bentônicas em trecho do infralitoral consolidado da Enseada das Palmas, Ilha Anchieta, Ubatuba (SP). 2007. 268 p. Tese - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

GODOY, A. T. Assembleia de Brachyura (Crustacea, Decapoda) do substrato não consolidado próximo a duas ilhas costeiras do litoral norte. 2020. 104 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp).

HE, F.; HU, X. S. Hubbell's fundamental biodiversity parameter and the Simpson diversity index. Ecology Letters, v. 8, n. 4, p. 386-390, 2005.

HILL, J.; WILKINSON, C. Methods for ecological monitoring of coral reefs. Townsville: Australian Institute of Marine Science, 2004.

HOEGH-GULDBERG, O.; HOEGH-GULDBERG, H.; STOUT, D. K.; CESAR, H. S. J.; TIMMERMAN, A. Pacific in peril: biological, economic and social impacts of climate change on Pacific coral reefs. Australia: Greenpeace Sidney, 2000. 72 p.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; JUNIOR, G. J. O. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. E&S Engineering and Science, v. 5, n. 1, 2016.

- ISO. ISO 14235:1998. Soil quality - Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation. Genebra: ISO, 1998.
- IWANICKI, L.; ZAMBONI, A. Um oceano livre de plástico: desafios para reduzir a poluição marinha no Brasil. EUA: Oceana, 2020.
- KAHNG, S. E.; BENAYAHU, Y.; WAGNER, D.; ROTHE, N. Sexual reproduction in the invasive octocoral *Carijoa riisei* in Hawaii. *Bulletin of Marine Science*, v. 82, n. 1, p. 1-17, 2008.
- KOHLER, K. E.; GILL, S. M. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences*, v. 32, n. 9, p. 1259-1269, 2006.
- LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; FERREIRA, B. P.; NEVES, E. G.; SOVIERZOSKI, H. H.; OLIVEIRA, M. D. M.; MAIDA, M.; CORREIA, M. D.; JOHNSON, R. Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 64 (spe2), p. 97-116, 2016.
- LOPES, R. M.; CORADIN, L.; POMBO, V. B.; CUNHA, D. R. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. Série Biodiversidade 33. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/SBF, 2009. 440 p.
- LUZ, B. L. P.; Di DOMENICO, M.; MIGOTTO, A. E.; KITAHARA, M. V. Life-history traits of *Tubastraea coccinea*: Reproduction, development, and larval competence. *Ecology and Evolution*, v. 10, n. 13, p. 6223-6238, 2020.
- MAArE. Projeto de Monitoramento Ambiental da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Entorno. Protocolos Técnicos - Volume 2: Indicadores Biológicos. Florianópolis: UFSC/MAArE, 2017. 82 p.
- MAREM. Mapeamento Ambiental para Resposta à Emergência no Mar. Banco de dados. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.marem-br.com.br/>>.
- MARIANO, A. E. B. Branqueamento de *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria, Anthozoa) em locais com diferentes impactos antrópicos na APAMLN e na ESEC Tupinambás (Ubatuba - SP, Brasil). 2022. 62 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (Unesp).
- MARQUES, A. C.; KLOH, A. S.; MIGOTTO, A. E.; CABRAL, A. C.; RIGO, A. P. R.; BETTIM, A. L.; RAZZOLINI, E. L.; CASCON, H. M.; BARDI, J.; KREMER, L. P.; VIEIRA, L. M.; BEZERRA, L. E. A.; HADDAD, M. A.; FILHO, R. R. O.; GUTIERRE, S. M. M.; MIRANDA, T. P.; FRANKLIN JR., W.; ROCHA, R. M. Rapid assessment survey for exotic benthic species in the São Sebastião Channel, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 41, n. 2, p. 398-407, 2013.
- MARQUEZ, K. S. G. Estudo dos metais e outros elementos presentes nos sedimentos das regiões de São Sebastião e Ubatuba – Litoral Norte do Estado de São Paulo. 2001. 231 p. Tese - Instituto de Química, Universidade de São Paulo.
- MATSUURA, Y.; NAKATANI K. Ocorrências de larvas e jovens de peixes na Ilha Anchieta (SP), com algumas anotações sobre a morfologia da castanha, *Umbrina coroides* Cuvier, 1830. *Bol. Inst. Oceanogr.*, v. 28, v. 1, p. 165-183, 1979.

- McCLANAHAN, T. R.; MUTHIGA, N. A. Ecology of Echinometra. In: LAWRENCE, J. M. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Elsevier, v. 37, p. 297-317, 2007.
- MEYERS, P. A. Applications of organic geochemistry to paleolimnological reconstructions: a summary of examples from the Laurentian Great Lakes. Organic Geochemistry, v. 34, n. 2, p. 261-289, 2003.
- MILANELLI, J. C. C. Biomonitoramento de costões rochosos instrumento para avaliação de impactos gerados por vazamentos de óleo na região do Canal de São Sebastião - São Paulo. 2003. Tese - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Diretrizes para Visitação em Unidades de Conservação. Áreas Protegidas do Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 61 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo. Brasília: Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, 2007. 107 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano de Manejo da Estação Ecológica Tupinambás e Refúgio de Vida Silvestre do Arquipélago de Alcatrazes. Brasília, DF: MMA/ICMBio, 2017. Vol. 1 e 2.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Manual de monitoramento Reef Check Brasil. FERREIRA, B. P.; GASPAR, A. L. B.; COXEY, M. S.; MONTEIRO, A. C. G. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2018. 112 p.
- MIZRAHI, D.; GOMES, A. C. S.; Da SILVA, M. C.; LOPES, R. M. Sun coral larval release following mechanical removal: a 2-year study on the southeast Brazilian coast. Marine Biology, v. 170, n. 141, 2023.
- MOBERG, F.; FOLKE, C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. Ecological Economics, v. 29, n. 2, p. 215-233, 1999.
- MOREIRA, L. B. Avaliação de risco ecológico da contaminação de sedimentos e material dragado na região do porto do Mucuripe - CE através de métodos ecotoxicológicos. 2013. 155 p. Tese – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects. Washington, DC: The National Academies Press, 2003.
- NETO, J. B. D.; De AZEVEDO, V. G.; MOREIRA, P. S.; LIGNON, M. C. Avaliação da ictiofauna do Parque Estadual Ilha Anchieta, Ubatuba (SP) e sua importância como fonte de recursos naturais. Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca – XXI CONBEP. Manaus, 2019. 9 p.
- OKSANEN, J.; SIMPSON, G. L.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECs, E.; WAGNER, H.; BARBOUR, M.; BEDWARD, M.; BOLKER, B.; BORCARD, D.; CARVALHO, G.; CHIRICO, M.; DE CACERES, M.; DURAND, S.; EVANGELISTA, H. B. A.; FITZJOHN, R.; FRIENDLY, M.; FURNEAUX, B.; HANNIGAN, G.; HILL, M. O.; LAHTI, L.; McGLINN, D.; OUELLETTE, M. H.; CUNHA, E. R.; SMITH, T.; STIER, A.; TER BRAAK, C. J. F.; WEEDON, J. Community Ecology Package. Package vegan, version 2.6-4, 2022.

- OLIVEIRA, L. C. Variação latitudinal na concentração de poluentes orgânicos persistentes (POPs) em aves marinhas de ilhas oceânicas no Atlântico Equatorial, Sul e Antártica. 2020a. 119 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA, T. B. C. Distribuição da comunidade de peixes recifais em relação a complexidade estrutural bentônica da Praia do Paiva – PE. 2020b. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- ORICCHIO, F. T.; MARQUES, A. C.; HAJDU, E.; PITOMBO, F. B.; AZEVEDO, F.; PASSOS, F. D.; VIEIRA, L. M.; STAMPAR, S. N.; ROCHA, R. M.; DIAS, G. M. Exotic species dominate marinas between the two most populated regions in the southwestern Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, v. 146, p. 884-892, 2019.
- PEDRINI, A. G.; COSTA, C.; SILVA, V. G.; MANESCHY, F. S.; NEWTON, T.; BERCHEZ, F.; GHILARDI, N. P.; SPELTA, L. Gestão de áreas protegidas e efeitos da visitação ecoturística pelo mergulho com snorkel: o caso do Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA), Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 20, 2008. 20 p.
- PEREIRA-FILHO, G. H.; CANDIDO, L. C.; MOREIRA, P. S.; LARANJA, D. H. R.; MOTTA, F. S.; COMIN, E. Nota técnica conjunta nº 001/2023 IMar/Unifesp - Fundação Florestal de São Paulo: Descoberta do Banco de Rodolitos na Ilha das Couves, Ubatuba, SP. 2023. Disponível em: <<https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/67268>>.
- PETROBRAS. Manual Básico para Elaboração de Mapas de Sensibilidade Ambiental a Derrames de Óleo no Sistema Petrobras: Ambientes Costeiros e Estuarinos. Rio de Janeiro: CENPES/PETROBRAS, 2002. 134 p.
- PETROBRAS. Relatório de Impactos Ambientais da Atividade de perfuração, produção e escoamento de gás e condensado, no Campo de Mexilhão e adjacências, Bacia de Santos – SP. PETROBRAS/Habtec, 2006. 87 p.
- PETROBRAS. Análise de Vulnerabilidade do Sistema de Produção e Escoamento do Campo de Mexilhão da Bacia de Santos. Revisão 1. 2014. 37 p.
- PETROBRAS. Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para a Área Geográfica Bacia de Santos. Revisão 6. 2016. 454 p.
- PETROBRAS. Plano de Emergência para Vazamento de Óleo na Área Geográfica da Bacia de Santos - PEVO – BS. Revisão 12. 2017a. 233 p.
- PETROBRAS. Relatório de Impacto Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 3. Revisão 1. 2017b. 79 p.
- PETROBRAS. Avaliação Ecológica Rápida (AER) nas Áreas de Manejo Especial das Áreas de Proteção Ambiental Marinha dos Litorais Norte, Centro e Sul do Estado de São Paulo. Relatório Técnico Final Consolidado. APAM Litoral Norte. BR 5475.0105451.17.2/2018. Volume 00. Revisão 1. 2021.
- POFFO, I. R. F. Vazamento de óleo no litoral norte do Estado de São Paulo: Análise histórica (1974 a 1999). 2000. 175 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Ciências Ambientais (PROCAM), Universidade de São Paulo.

- POLETO, C. R. B.; BATISTA, G. T. Sensibilidade ambiental das ilhas costeiras de Ubatuba, SP, Brasil. *Revista Ambi-Água*, Taubaté, v. 3, n. 2, p. 106-121, 2008.
- QUERINO, L. A. C. Composição e estrutura da comunidade e peixes recifais do Parque Estadual Marinho Areia Vermelha, Cabedelo, PB. 2011. 95 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba.
- RACHID, B. R. F. Avaliação ecotoxicológica dos efluentes domésticos lançados pelos sistemas de disposição oceânica da Baixada Santista, SP. 2002. Tese – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- REES, D. A. Shapely polysaccharides. The eighth Colworth medal lecture. *Biochemical Journal*, v. 126, n. 2, p. 257-273, 1972.
- RODRIGUES, M.; MAHIQUES, M. M.; TESSLER, M. G. Sedimentação atual nas enseadas de Ubatumirim e Picinguaba, região norte de Ubatuba, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 50, p. 27-45, 2002.
- SANTELICES, B.; CANCINO, J.; MONTALVA, S. Estudios ecologicos en la zona costera afectada por contaminacion del Northern Breeze; 2: Comunidades de playas de rocas [Chile]. *Medio Ambiente*, v. 2, n. 2, p. 65-83, 1977.
- SANTOS, C. R.; TURRA, A. Rumos da sustentabilidade costeira: uma visão do Litoral Norte Paulista. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2017. 459 p.
- SAVIO, L. A. C.; DIAS, G. M.; LEITE, K. L.; GODOI, S. N.; FIGUEIROA, A. C.; NETO, G. F. O.; CORREA, E. C.; FRANCINI, C. L. B.; SHINTATE, G.; KITAHARA, M. V. Sun coral management effectiveness in a wildlife refuge from south-eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 31, n. 10, p. 2830-2841, 2021.
- SHANNON, C. E.; WIENER, W. The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- SHEPARD, F. P. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Research*, n. 24, v. 3, p. 151-158, 1954.
- SHUTTLEWORTH, K. L.; CERNIGLIA, E. Environmental aspects of PAH biodegradation. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 54, p. 291-302, 1995.
- SILVA, B. T.; PÉREZ, C. D. Diagnosis del conocimiento de la fauna de octocorales (Cnidaria, Anthozoa) de la región Nordeste de Brasil. *Tropical Oceanography*, v. 30, n. 1, p. 15-22, 2002.
- SILVEIRA, F. L. Aspectos da Biologia de *Lophogorgia punicea* (Milne Edward & Haime, 1857) (Gorgonaceae, Gorgoniidae) do Canal de São Sebastião, Estado de São Paulo. 1986. Tese - Universidade de São Paulo.
- SILVÉRIO, P. F. Partição, biodisponibilidade e toxicidade de metais pesados a organismos bentônicos em sedimentos. 1999. 78 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos.
- SIMPSON, E. H. Measurement of Diversity. *Nature*, v. 163, p. 688, 1949.
- SOARES-GOMES, A.; FIGUEIREDO, A. G. O ambiente marinho. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. org. *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, p. 1-33, 2002.

- SOUZA, G. R. S.; GADIG, O. B. F.; MOTTA, F. S.; MOURA, R. L.; FRANCINI-FILHO, R. B.; GARRONE-NETO, D. Reef fishes of the Anchieta Island State Park, Southwestern Atlantic, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 18, n. 1, e20170380, 2018.
- SPELTA, L. M. P. B. Avaliação das alterações na estrutura da comunidade bentônica relacionadas à visitação pública na piscina natural do Parque Estadual da Ilha Anchieta - Ubatuba, SP. 2011. 60 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- TASKER, M. L.; JONES, P. H.; DIXON, T.; BLAKE, B. F. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *The Auk*, v. 101, n. 3, p. 567-577, 1984.
- TEIXEIRA, L. M. P.; CREED, J. C. A decade on: an updated assessment of the status of marine non-indigenous species in Brazil. *Aquatic Invasions*, v. 15, n. 1, p. 30-43, 2020.
- THE NATURE CONSERVANCY. *Natureza em Foco: Avaliação Ecológica Rápida*. Virgínia, EUA, 2003. 201 p.
- TILMAN, D. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology*, v. 80, n. 5, p. 1455-1474, 1999.
- TOMMASI, L. R. Lista de equinóides recentes do Brasil. *Contribuições Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Sér. Ocean. Biol.*, v. 11, p. 1-50, 1966.
- USEPA. Method 7471A: Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique). U. S. Environmental Protection Agency, 1994.
- USEPA. Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils. U. S. Environmental Protection Agency, 1996.
- USEPA. Method for assessing the chronic toxicity of marine and estuarine sediment-associated contaminants with the amphipod *Leptocheirus plumulosus*. EPA-600/R-01/020. Washington, DC: U. S. Environmental Protection Agency, 2001. 130 p.
- USEPA. Method 8015D: Nonhalogenated Organics Using GC/FID. In: SW-846: Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods. 2003.
- USEPA. Method 9045D: Soil and Waste pH. U. S. Environmental Protection Agency, 2004.
- USEPA. Method 3550C: Ultrasonic Extraction. U. S. Environmental Protection Agency, 2007.
- USEPA. Method 6010C: Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry. In: SW-846: Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods. 3. ed. 2007.
- USEPA. Method 8270E: Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). In: SW-846: Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods. 2018.
- VERAS, P. C.; PIEROZZI-JR., I.; LINO, J. B.; AMADO-FILHO, G. M.; SENNA, A. R.; SANTOS, C. S. G.; MOURA, R. L.; PASSOS, F. D.; GIGLIO, V. J.; PEREIRA-FILHO, G. H. Drivers of biodiversity associated with rhodolith beds from euphotic and mesophotic zones:

Insights for management and conservation. Perspectives in Ecology and Conservation, v. 18, n. 1, p. 37-43, 2020.

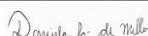
VIEITAS, C. F. Análise ambiental das ilhas da região de Ubatuba (SP), e proposta de manejo para a Ilha do Mar Virado. 1995. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.

WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. New York: Springer-Verlag, 2016. Disponível em: <<https://ggplot2.tidyverse.org>>.

WICKHAM, H.; AVERICK, M.; BRYAN, J.; CHANG, W.; McGOWAN, L. D.; FRANÇOIS, R.; GROLEMUND, G.; HAYES, A.; HENRY, L.; HESTER, J.; KUHN, M.; PEDERSEN, T. L.; MILLER, E.; BACHE, S. M.; MÜLLER, K.; OOMS, J.; ROBINSON, D.; SEIDEL, D. P.; SPINU, V.; TAKAHASHI, K.; VAUGHAN, D.; WILKE, C.; WOO, K.; YUTANI, H. Welcome to the tidyverse. The Journal of Open Source Software, v. 4, n. 43, 2019.

ZARONI, L. P. Avaliação da qualidade do sedimento marinho e estuarino no município de Bertioga -SP. 2006. Tese - Universidade de São Paulo.

ZILBERBERG, C.; ABRANTES, D. P.; MARQUES, J. A.; MACHADO, L. F.; MARANGONI, L. F. B. Conhecendo os Recifes Brasileiros: Rede de Pesquisas Coral Vivo. Série Livros - 58. Rio de Janeiro: Museu Nacional/UFRJ, 2016. 360 p.



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Capítulo 15 Apêndices

- A. Fotografias ilustrativas gerais das atividades de campo
- B. Tabela geral de qualidade dos sedimentos
- C. Exemplos dos fotoquadrados
- D. Exemplos de morfotipos identificados pela análise dos fotoquadrados



Coordenador da Equipe

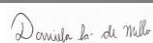


Responsável

Revisão 03

07/2024

A. Fotografias ilustrativas gerais das atividades de campo



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

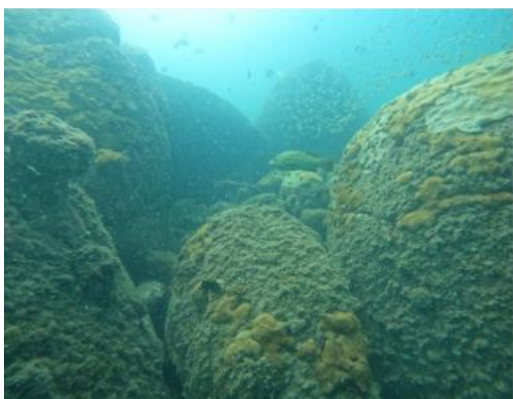


Ilha das Couves

Donata da Silva
Coordenador da Equipe

[Signature]
Responsável

Revisão 03
07/2024



Ilha Anchieta

Donata da Silva

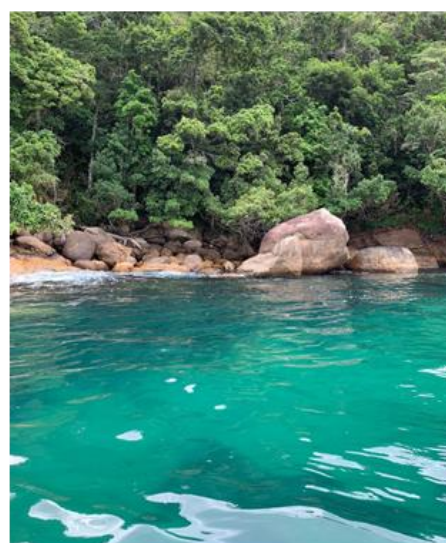
Coordenador da Equipe

[Signature]

Responsável

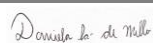
Revisão 03

07/2024



Ilha do Mar Virado

B. Tabela geral de qualidade dos sedimentos



Coordenador da Equipe



Responsável

Revisão 03

07/2024

Resultados Analíticos										
		Granulometria		Hidrocarbonetos		Parâmetros Gerais				
		Lama	Areia	HPA	TPH	Matéria Orgânica	Fósforo Total	Fósforo (P)	NKT - Nitrogênio Kjeldahl Total	pH
Couves	P1	11,6	88,4	<LQ	<LQ	3,5	99,7	279,0	365,3	8,6
	P2	10,1	89,9	<LQ	<LQ	<0,43	196,9	157	293,2	8,5
	P3	7,0	93,0	<LQ	<LQ	<0,43	152,1	145	413,8	8,5
	P4	9,1	90,9	<LQ	<LQ	<0,43	<14,9	68	124,8	8,5
Anchieta	P1	17,0	83,0	<LQ	<LQ	1,0	112,2	160	529,6	8,3
	P2	5,1	94,9	<LQ	<LQ	0,7	69,9	104	136,1	8,3
	P3	5,6	94,4	<LQ	<LQ	<0,43	135,9	98	223,1	8,4
	P4	19,9	80,1	<LQ	<LQ	<0,43	60,6	97	231,5	8,6
	P5	4,6	95,4	<LQ	<LQ	<0,43	93,3	133	151,2	8,7
	P6	20,3	79,7	<LQ	<LQ	1,1	1128,7	267	1046,6	8,6
	P7	8,9	91,1	<LQ	<LQ	0,5	103,2	166	167,3	8,6
	P8	15,0	85,0	<LQ	<LQ	0,7	102,9	379	216,5	8,4
Mar Virado	P1	8,8	91,2	<LQ	<LQ	0,9	317,9	124,0	447,6	8,7
	P2	6,4	93,6	<LQ	<LQ	<0,43	208,0	199	259,7	8,5
	P3	13,1	86,9	<LQ	<LQ	0,9	282,5	289	365,6	8,3
	P4	3,8	96,2	<LQ	<LQ	0,5	115,0	232	523,0	8,5

Resultados Analíticos															
Metais															
		Alumínio (Al)	Arsênio (As)	Bário (Ba)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Fósforo (P)	Cádmio (Cd)	Estanho (Sn)	Selênio (Se)	Zinco (Zn)	Níquel (Ni)	Vanádio (V)	Mercúrio (Hg)	Manganes (Mn)
Couves	P1	0,8	0,5	<1,5	<5,0	<1,5	124,0	<0,25	<2,5	<2,0	<2,5	<0,50	1,1	<0,10	62
	P2	3,247	1,192	4,7	<5,0	<1,5	199	<0,25	<2,5	<2,0	4,0	0,79	7,1	<0,10	45
	P3	3,5	1,167	4,7	<5,0	<1,5	289	<0,25	<2,5	<2,0	3,1	0,52	7,2	<0,10	50
	P4	3,0	1,2	4,2	<5,0	<1,5	232	<0,25	<2,5	<2,0	4,6	0,95	4,8	<0,10	182
Anchieta	P1	3233	2177,0	2,8	5,5	<1,5	3,0	<0,25	<2,5	<2,0	5,5	1,0	5,6	<0,10	75
	P2	8795	3482	2,5	9,2	<1,5	3,9	<0,25	<2,5	<2,0	14,0	1,2	31,0	<0,10	45
	P3	2315	1308	1,7	<5,0	<1,5	1,9	<0,25	<2,5	<2,0	3,5	0,5	6,5	<0,10	28
	P4	3849	1266,0	2,1	<5,0	<1,5	2,5	<0,25	<2,5	<2,0	3,5	0,7	10,0	<0,10	33
	P5	2507	698	5,2	<5,0	<1,5	1,9	<0,25	<2,5	<2,0	<2,5	<0,50	7,9	<0,10	33
	P6	4827	4242	2,3	6,3	<1,5	6,0	<0,25	<2,5	<2,0	11,0	2,1	7,7	<0,10	118
	P7	2445	1696,0	2,9	<5,0	<1,5	1,7	<0,25	<2,5	<2,0	4,5	<0,50	4,9	<0,10	47
	P8	3403	1958,0	4,1	<5,0	<1,5	3,5	<0,25	<2,5	<2,0	4,9	1,1	7,0	<0,10	85
Mar Virado	P1	3376	1204,0	5,1	<5,0	<1,5	2,2	<0,25	<2,5	<2,0	4,3	0,75	5,4	<0,10	290
	P2	4966	2161	4,2	<5,0	<1,5	4,4	<0,25	<2,5	<2,0	8,6	1,5	5,8	<0,10	258
	P3	5710	3615	2,8	<5,0	<1,5	5,7	<0,25	<2,5	<2,0	11	2,1	8,2	<0,10	184
	P4	2917	1402,0	2,3	<5,0	<1,5	3,1	<0,25	<2,5	<2,0	4,0	0,79	3,3	<0,10	93

C. Exemplos dos fotoquadrados analisados

Donata da Silva

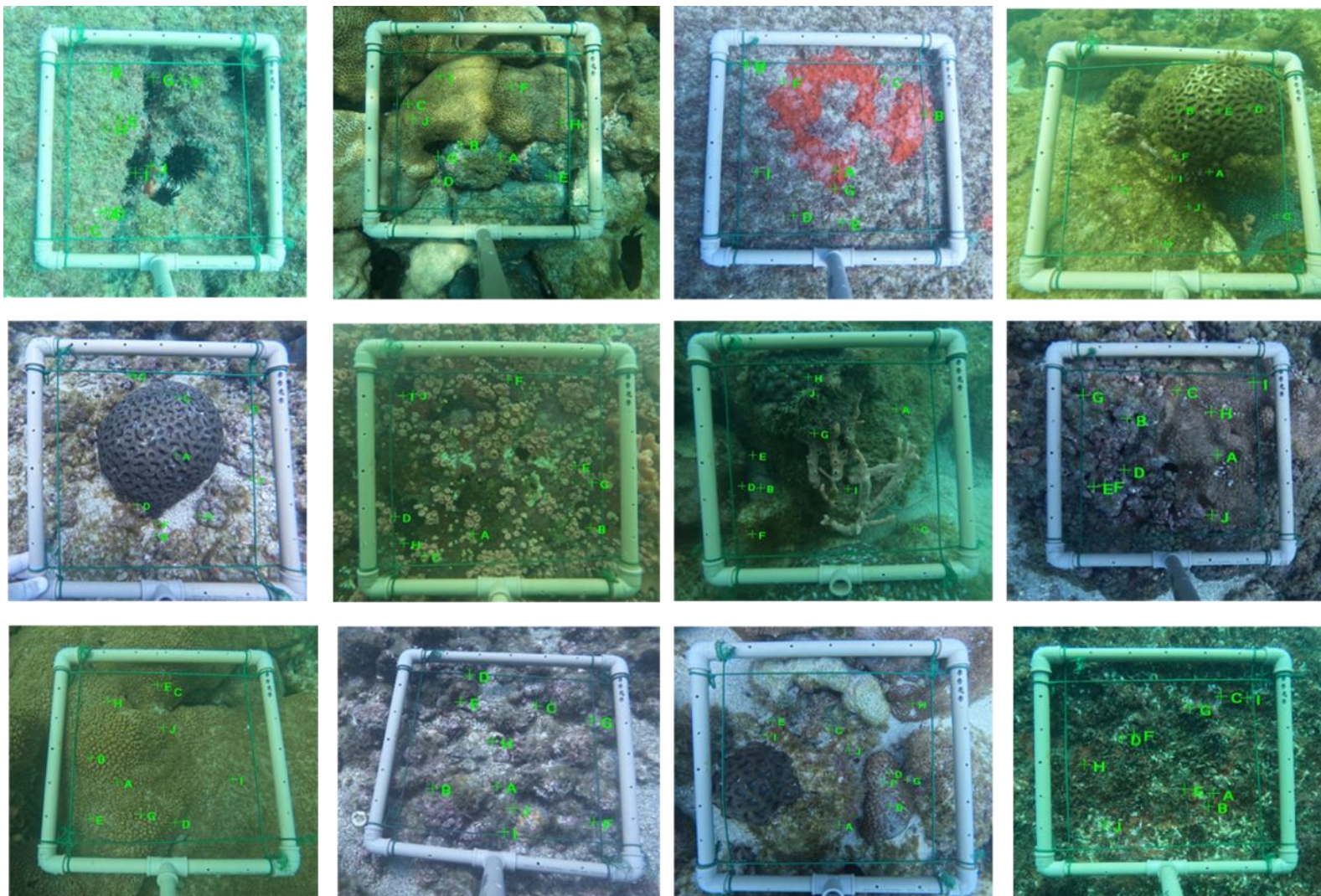
Coordenador da Equipe



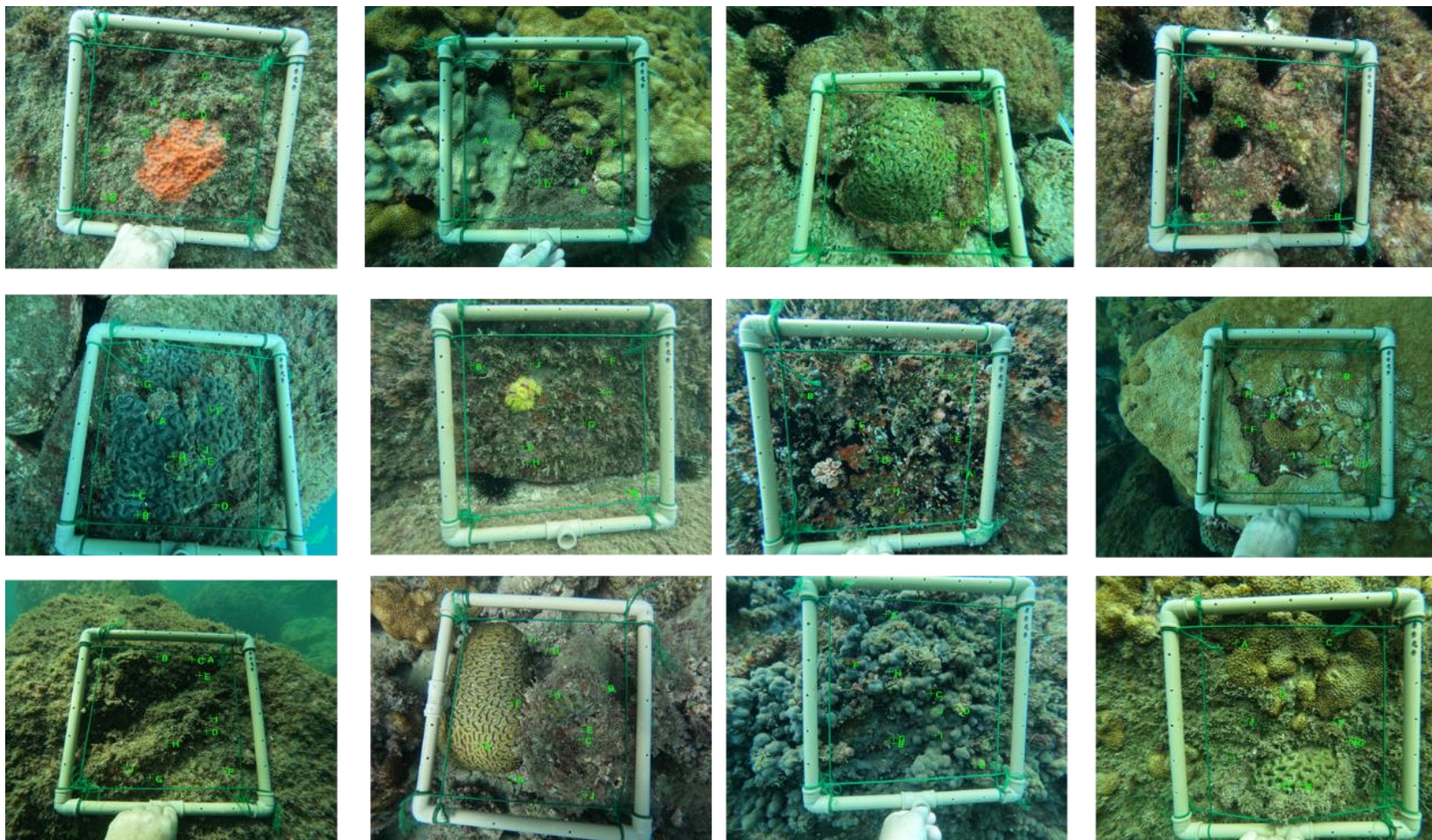
Responsável

Revisão 03

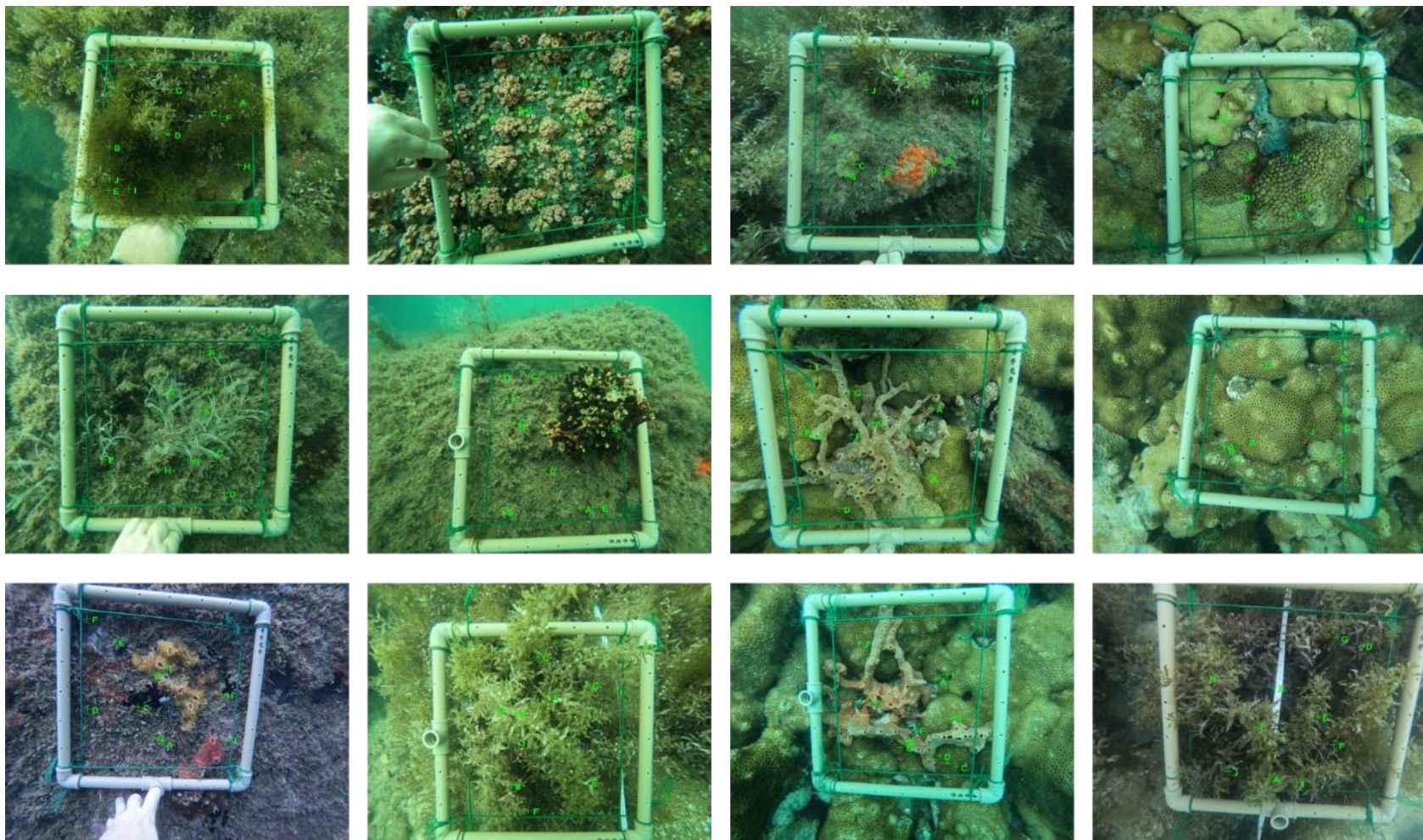
07/2024



Exemplos ilustrativos dos fotoquadrados obtidos na Ilha das Couves

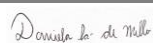


Exemplos ilustrativos dos fotoquadrados obtidos na Ilha Anchieta



Exemplos ilustrativos dos fotoquadrados obtidos na Ilha do Mar Virado

D. Exemplos de morfotipos identificados pela análise dos fotoquadrados



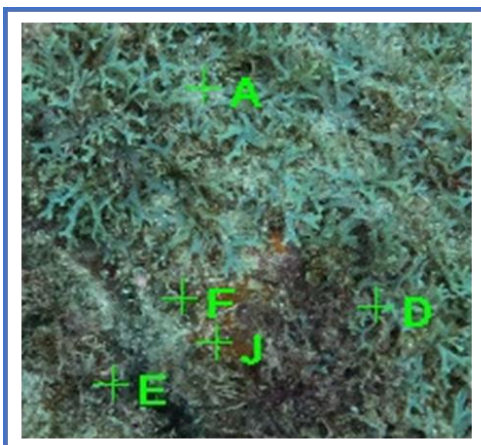
Coordenador da Equipe



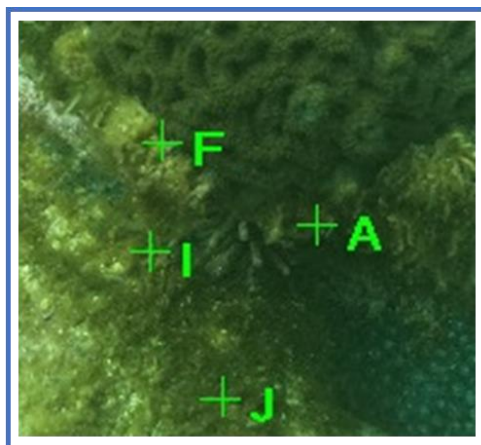
Responsável

Revisão 03

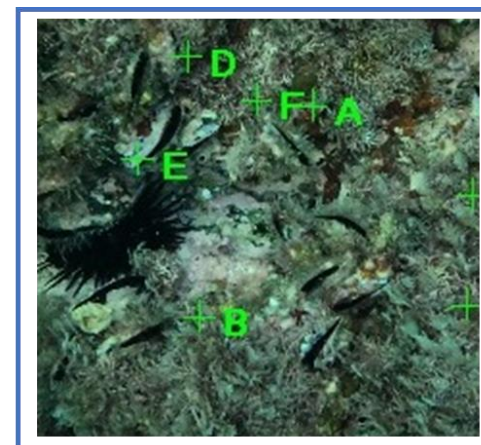
07/2024



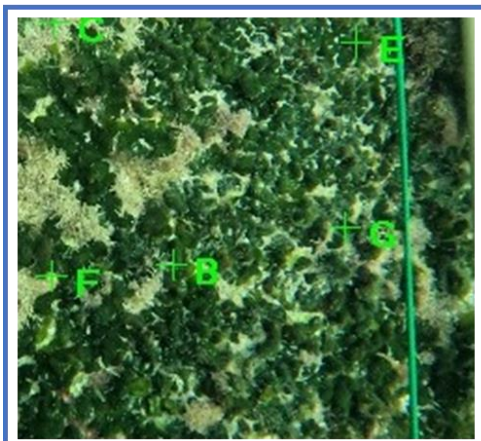
asc_Anch_J = Ascidiaceae, no ponto J (I. Anchieta)



cid_Cou = Cidaridae, (Ilha das Couves)



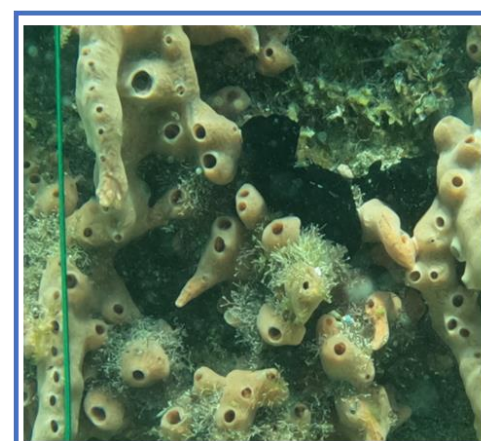
biv_Anch = bivalvia (I. Anchieta)



cod_Anch = Codiaceae (Ilha Anchieta)

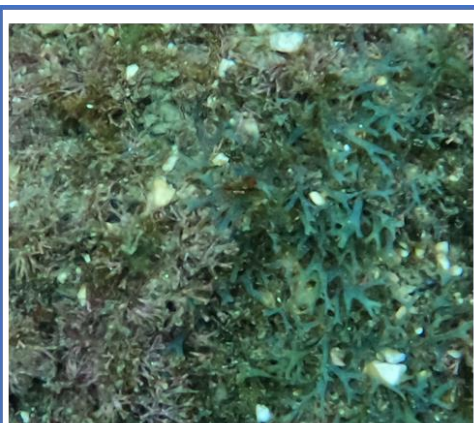


demos_Desmapsamma anchorata_Cou =
Demospongiae, Desmapsamma achorata (Couves)

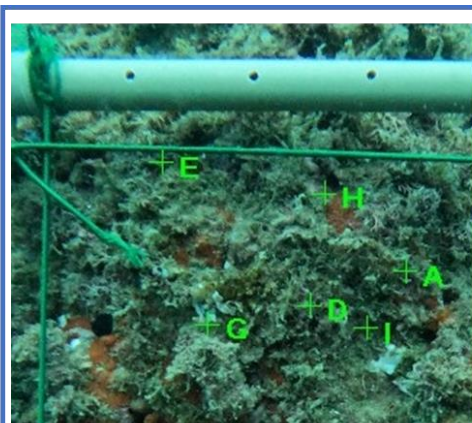


demos_phan_Cou= Demospongiae e
Phallusia nigra (Ilha das Couves)

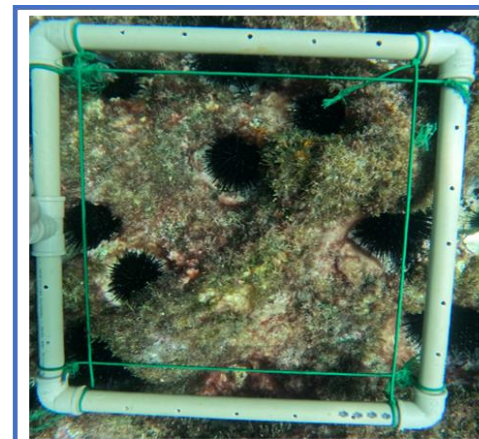
Prancha 1



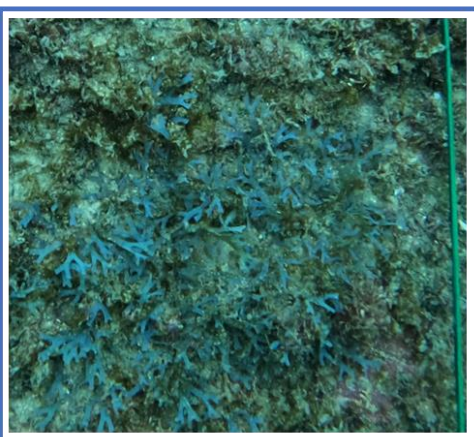
dic_cor_Anch = Dictyotaceae e Corallinaceae
(Ilha Anchieta)



did_hyd1_Anch = Didemnidae e Hydrozoa 1,
(Ilha Anchieta)



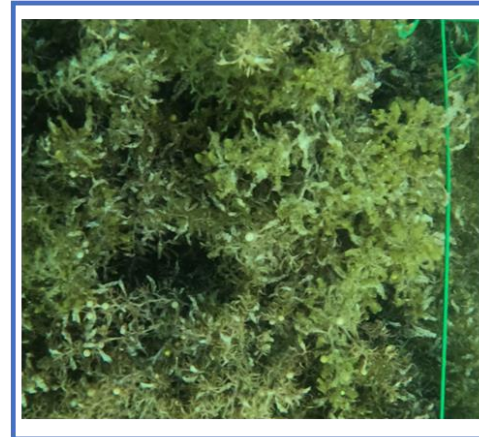
echi_Cou= *Echinometra lucunter* (Ilha das
Couves)



hydbry_dic_Anch.= Tapeta de
Hydrozoa/Bryozoa (Ilha Anchieta)



muss_Anch = *Mussismilia* sp. (Ilha Anchieta)

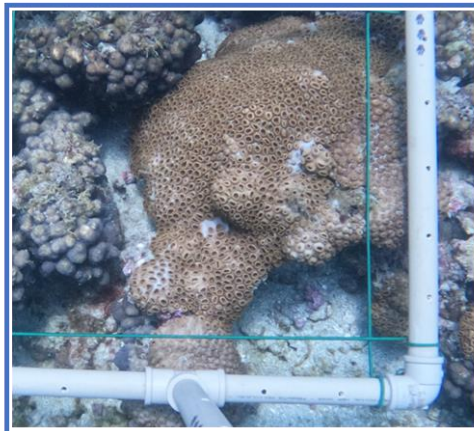


sar_Vir = *Sargassum* sp. (Ilha do Mar Virado)

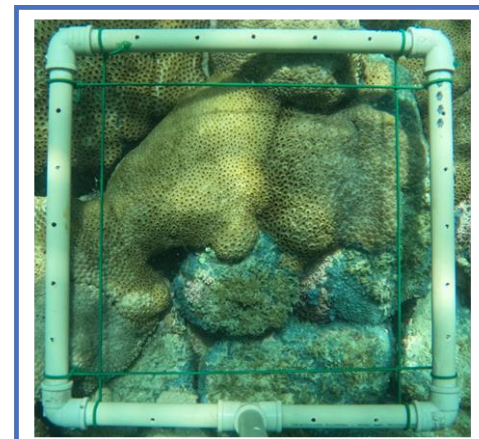
Prancha 2



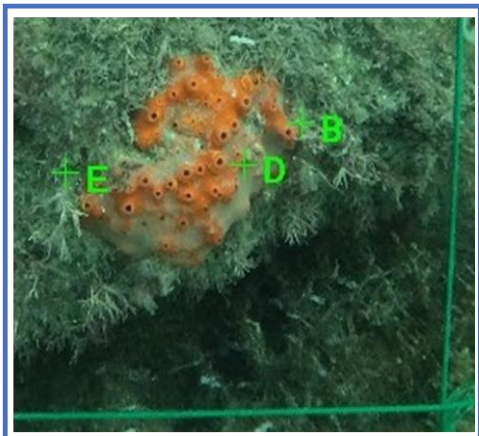
ophiu_Vir = hidróide *Macrorhynchia philippina*,
(Ilha do Mar Virado)



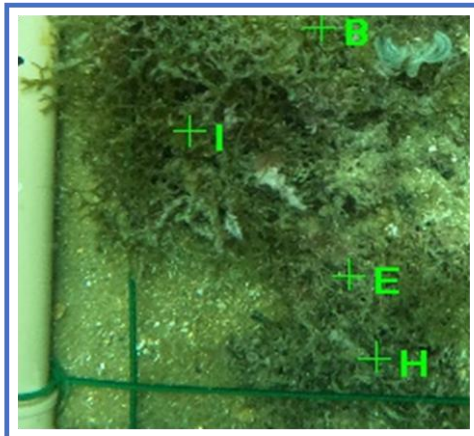
palcar_corinc_Cou = *Palythoa caribaeorum* e
Corallinaceae incrustante (Ilha das Couves)



palcar_zos_Cou = *Palythoa caribaeorum* e
Zoanthus sociatus (Ilha das Couves)



polar_Vir = Porifera cor laranja (gêneros
Mycale, *Haliclona*, *Hymeniacidon*) (Mar Virado)

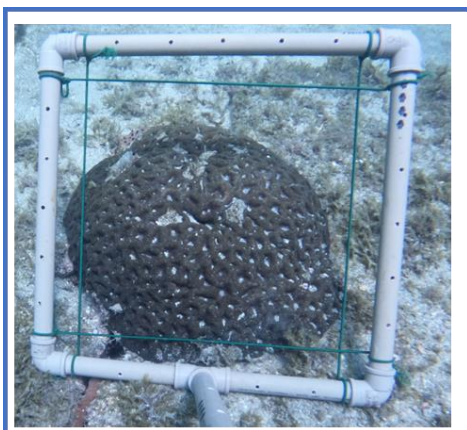


sar_dic_Anch = *Sargassum* sp. e *Dictyotaceae*
(Ilha Anchieta)

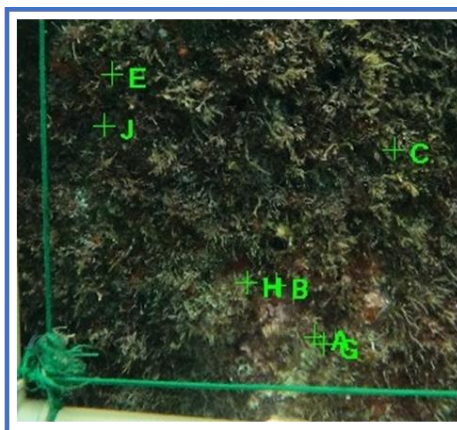


schiz_Anch = *Schizoporella errata* (Ilha
Anchieta)

Prancha 3



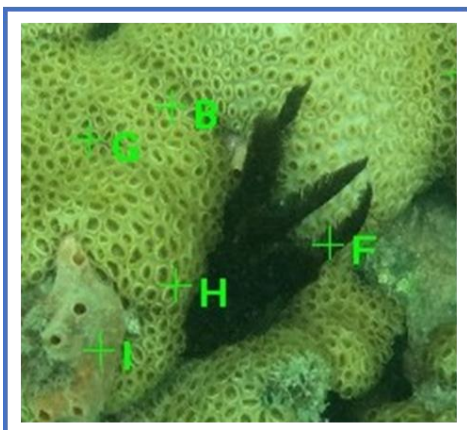
muss_Cou Mussismilia sp. (Ilha das Couves)



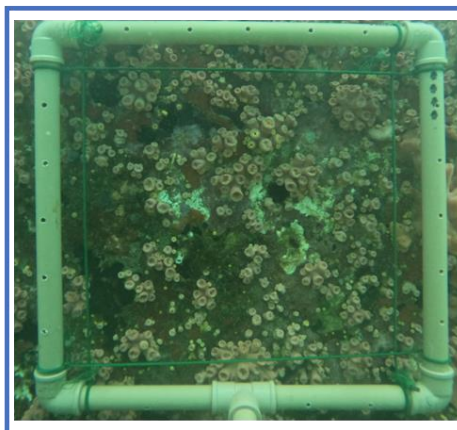
tapcor_Anch = Tapete de Corallinaceae (Ilha Anchieta)



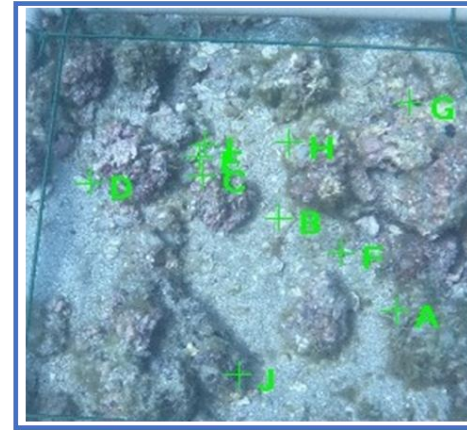
tapcor_Cou.JPG = Tapete de Corallinaceae (Ilha das Couves)



trop_Vir= Tropiometra sp. (Mar Virado)



tubsp_Cou = Tubastrea sp. (Ilha das Couves)



Corinc_Cou= Corallinaceae incrustante, rodolitos
Gêneros Neogoniolithon, Sporolithon, Mesophyllum.

Prancha 4

Capítulo 16 Anexos

Consultar o Volume 2 deste relatório:

- A. Laudos das análises químicas
- B. Laudos dos ensaios ecotoxicológicos
- C. Nota técnica – Banco de rodolitos – Ilha das Couves
- D. Tabela de dados secundários – Godoy, 2020
- E. Tabela de dados secundários - Ghilard, 2007

Donata da Silva

Coordenador da Equipe

[Assinatura]

Responsável

Revisão 03

07/2024