PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPEMA

CNPJ – 82.572.207/0001-03

ESTUDO AMBIENTAL SIMPLIFICADO PARA AS OBRAS DE PREENCHIMENTO ARTIFICIAL COM AREIA DA PRAIA EM MEIA PRAIA ITAPEMA/SC

33.40.00 - Alimentação artificial de praia

Meia Praia, Itapema/SC, Brasil

Versão do documento: Versão 03; setembro 2024

Atualizado conforme Informações Técnicas:

n° 2701/2023; n° 315/2024 e n° 4846/2024

ITAPEMA, 2024

SUMÁRIO

1 IDENTIFICAÇÃO 45
1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR 45
1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO 45
1.3 IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS 45
1.4 IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA 46
2 APRESENTAÇÃO 48
2.1 ENQUADRAMENTO DA ATIVIDADE 50
3 JUSTIFICATIVA 51
3.1 DESASTRES NATURAIS 53
3.2 PROJETO ORLA 60
4 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE 63
4.1 LOCALIZAÇÃO 63
4.2 CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA 66
4.2.1 PREMISSAS DE PROJETO 67
4.2.2 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS DA JAZIDA SEDIMENTAR 69
4.2.3 PERFIL DE EQUILÍBRIO 73
4.2.4 ANÁLISE DA MORFODINÂMICA DA COSTA APÓS A IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DA PRAIA. 76
4.2.5 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA OBRA DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL 98
4.2.6 CÁLCULO DO VOLUME DE MATERIAL PARA EXECUÇÃO DO ATERRO HIDRÁULICO 101
4.2.7 CARACTERIZAÇÃO DA GEOMORFOLOGIA DA MEIA PRAIA 106
4.2.8 CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DA MEIA PRAIA 108
4.2.9 DADOS OCEANOGRÁFICOS PRIMÁRIOS 129
4.3 ESTUDOS DE MODELAGEM COSTEIRA 135
4.3.1 UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SMC-BRASIL 136
4.3.2 REGIME DE ONDAS E MARÉ NA REGIÃO 138
4.3.3 BASE DE DADOS UTILIZADA – DADOS DE ENTRADA DO PROJETO 139
4.3.4 DADOS NA ZONA OFSHORE 144
4.3.5 GRADES NUMÉRICAS UTILIZADOS NA MODELAGEM 148
4.3.6 PROPAGAÇÃO DE ONDAS EM ÁGUAS RASAS 150
4.3.7 DEFINIÇÃO DOS PERFIS E PONTOS DE CONTROLE 151
4.3.8 VALIDAÇÃO DO MODELO 152
4.3.9 MORFODINÂMICA DA COSTA EM CURTO PRAZO 155
4.3.10 CLIMA DE ONDAS AO LONGO DA COSTA 169
4.3.11 PROFUNDIDADE DE FECHAMENTO 174
4.3.12 TRANSPORTE LITORÂNEO 176
4.3.13 NÍVEL DO MAR E COTA DE INUNDAÇÃO 179

4.3.14 RETROCESSO DA LINHA DE COSTA....182
4.3.15 EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA....187
4.3.16 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO....191
4.4 CARACTERIZAÇÃO DA JAZIDA....193
4.4.1 HISTÓRICO DA JAZIDA SEDIMENTAR DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC....193
4.4.2 ANÁLISE DAS MODELAGENS COMPUTACIONAIS....199
4.5 CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS E BATIMETRIA DA JAZIDA SEDIMENTAR DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ....213
4.5.1 COLETA DE SEDIMENTOS VIBRACORER....213
4.5.2 LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO....233
4.6 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS DE DRAGAGEM E ALIMENTAÇÃO PRAIAL....239
4.6.1 ESCOPO GERAL DOS SERVIÇOS....239
4.6.2 PROCESSO DE DRAGAGEM....240
4.6.3 TIPO DE EQUIPAMENTO....241
4.6.4 CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO....242
4.6.5 CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE DO EQUIPAMENTO....247
4.6.6 PLANO DE DRAGAGEM DE JAZIDA DE AREIA SUBMARINA....253
4.6.7 MAQUINÁRIOS UTILIZADOS....254
4.7 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS ETAPAS DE OBRA....255
4.7.1 SERVIÇOS PRELIMINARES....255
4.7.2 OBRA DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL....259
4.8 RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES LÍQUIDOS GERADOS....262
4.9 MÃO DE OBRA NECESSÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO....265
4.10 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO....265
4.11 VALOR ESTIMADO DO INVESTIMENTO....267
5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA....268
5.1 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA....268
5.1.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)....268
5.1.2 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA....269
5.1.3 ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA....270
5.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO....274
5.2.1 TRECHO 01....274
5.2.2 TRECHO 02....280
5.3 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS....290
5.3.1 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D´ÁGUA....295
5.3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA - BALNEABILIDADE....297
5.4 ESTUDO HIDROLÓGICO E PROCESSOS DE ALAGAMENTO....312
5.4.1 VERIFICAÇÃO DA LINHA D'ÁGUA....316
5.5 LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO....320
5.5.1 ESPAÇAMENTO DOS PONTOS DE BATIMETRIA....325

5.5.2 PERFIS DA PRAIA EXISTENTE 326
5.5.3 VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DOS PERFIS PRAIAIS 329
5.5.4 LEVANTAMENTO DE PERFIS AO NORTE DOS MOLHES DO RIO TABOLEIRO DAS OLIVEIRAS 334
5.6 VARIABILIDADE HISTÓRICA DO COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA 339
5.6.1 METODOLOGIA 339
5.7 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO 351
5.7.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO 351
5.7.2 ÁREA DO ESTUDO 355
5.7.3 MÉTODO DE LEVANTAMENTO 358
5.7.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 363
5.8 FAUNA TERRESTRE 381
5.8.1 MÉTODO 381
5.8.2 CONCLUSÕES 398
5.9 FAUNA MARINHA – CETÁCEOS E QUELÔNIOS 400
5.9.1 METODOLOGIA 400
5.9.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES 403
5.9.3 DIAGNÓSTICO DE QUELÔNIOS 411
5.9.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS POTENCIAS IMPACTOS 420
5.10 RUÍDOS SUBAQUÁTICOS 422
5.10.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS 422
5.10.2 RESULTADOS 426
5.10.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS POTENCIAIS IMPACTOS 445
5.10.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DEMAIS POTENCIAIS IMPACTOS 449
5.11 CARACTERIZAÇÃO BIOTA AQUÁTICA – ENSEADA DE ITAPEMA 451
5.11.1 MÉTODOS 457
5.11.2 RESULTADOS 467
5.12 CARACTERIZAÇÃO BIOTA AQUÁTICA – JAZIDA 545
5.12.1 INTRODUÇÃO 545
5.12.2 METODOLOGIA 546
5.12.3 FITOPLÂNCTON 547
5.12.4 ZOOPLÂNCTON 550
5.12.5 MACROFAUNA BENTÔNICA 551
5.12.6 ICTIOFAUNA E CARCINOFAUNA 552
5.12.7 MAMÍFEROS MARINHOS E QUELÔNIOS 568
5.13 DIAGNÓSTICO DA ATIVIDADE PESQUEIRA E COMUNIDADES TRADICIONAIS 573
5.13.1 RESULTADOS 573
5.14 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO – PESQUISA PERCEPÇÃO PÚBLICA 580

5.14.1 RESULTADOS 582
5.15 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS PROTEGIDAS 586
5.15.1 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE 590
5.16 INFRAESTRUTURA EXISTENTE 592
5.16.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SERVIÇOS DE ESGOTO 592
5.16.2 ENERGIA ELÉTRICA 592
5.16.3 COLETA DE ÁGUAS PLUVIAIS 592
5.16.4 REDE DE COMUNICAÇÃO E TELEFONIA 593
5.16.5 REDE DE GÁS CANALIZADO 593
5.16.6 COLETA DE RESÍDUOS 593
5.16.7 PAVIMENTAÇÃO NAS VIAS 594
5.16.8 ESCOLAS E UNIDADES DE SAÚDE 595
6 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 596
6.1 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS 596
6.2 FASE DE IMPLANTAÇÃO 600
6.3 FASE DE OPERAÇÃO 615
7 PROGRAMAS AMBIENTAIS 621
7.1 PROGRAMA DE SUPERVISÃO AMBIENTAL 621
7.2 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL 622
7.3 PROGRAMA DE SEGURANÇA DA PRAIA 623
7.4 PLANO DE MONITORAMENTO DE RUÍDOS 624
7.4.1 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RUÍDOS SUBAQUÁTICOS – ETAPA DURANTE OBRA 625
7.5 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - PGRCC 631
7.6 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ATIVIDADE DE DRAGAGEM 632
7.6.1 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA DISPERSÃO DA PLUMA DE SEDIMENTOS 633
7.7 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS 634
7.8 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS CANAIS DE DRENAGEM E CURSOS D'ÁGUAS NATURAIS 636
7.8.1 JUSTIFICATIVA 636
7.8.2 OBJETIVOS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO 636
7.8.3 METODOLOGIA 637
7.8.4 INDICADORES 642
7.8.5 CRONOGRAMA 643
7.9 PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DA HIDRODINÂMICA DA JAZIDA 644
7.10 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA OS TRABALHADORES 645

7.11 PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DO CLIMA DE ONDAS E DA DINÂMICA PRAIAL....646
7.12 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO AMBIENTE COSTEIRO 647
7.12.1 JUSTIFICATIVA....647
7.12.2 OBJETIVO....647
7.12.3 METODOLOGIA....648
7.12.4 CRONOGRAMA....649
7.12.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS....650
7.13 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA BIOTA AQUÁTICA....650
7.14 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE....651
7.15 PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS....652
7.16 PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO AOS PESCADORES ATINGIDOS (PCPA) 658
7.16.1 JUSTIFICATIVA....659
7.16.2 OBJETIVOS....659
7.16.3 METODOLOGIA....659
7.16.4 CRONOGRAMA....666
7.17 PROGRAMAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DO RIO TABOLEIRO DAS OLIVEIRAS....666
7.17.1 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA AQUÁTICA NO RIO TABOLEIRO DAS OLIVEIRAS....666
7.17.2 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA INTRUSÃO SALINA 674
7.17.3 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA TOPOBATIMETRIA DO CURSO HÍDRICO....678
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS....682
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS....684
10 ANEXOS....708

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de Intervenção.....48

Figura 2: Perfil praial após alimentação artificial da praia.....49

Figura 3: Imagem apresentada na reportagem do dia 17/05/2022. Fonte da imagem: Claudia Soares.....57

Figura 4: Imagem apresentada na reportagem do dia 17/05/2022. Fonte da imagem: Fernanda N. Dalberto.....57

Figura 5: Infográfico apresentado na reportagem. 58

Figura 6: Imagem apresentada na reportagem do dia 11/08/2017. Fonte imagem: Luiz Souza/RBS TV.....59

Figura 7: Imagem apresentada na reportagem do dia 16/06/2023. Fonte da imagem: Fonte: TV Diarinho. 59

Figura 8: Trechos de planejamento da Orla de Itapema. (Fonte: Adaptado de Projeto Orla de Itapema (2019). 61

Figura 9: Localização da área em estudo. 63

Figura 10: Localização do empreendimento.....64

Figura 11: Localização conforme carta topográfica.....65

Figura 12: Demarcação da jazida sedimentar. Fonte: Seacaruso,2024. 71

Figura 13: Poligonal norte delimitada para dragagem (área hachurada) para a obra de engorda da Praia de Itapema/SC (Seacaruso, 2024).....73

Figura 14: Esquema do perfil da praia de equilíbrio utilizado no modelo (Fonte: a autora).....75

Figura 15: Esquema do perfil da praia de equilíbrio utilizado no modelo. 75

Figura 16: Batimetria regenerada da solução proposta para a foz do Rio Perequê. (Fonte: SMC-Tools).....76

Figura 17: Altura significativa de onda (m) para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0).....77

Figura 18: Altura significativa de onda (m) para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0). 77

Figura 19: Altura significativa de onda (m) para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0) 78

Figura 20: Simulação de Correntes (m/s) para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0). 79

Figura 21 – Simulação de correntes (m/s) para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0) 79

Figura 22 – Simulação de correntes (m/s) para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0). 80

Figura 23 – Simulação de correntes (m/s) para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0) 81

Figura 24 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0) 82

Figura 25 – Simulação de transporte (m³/h/m.l) para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0).....82

Figura 26 – Simulação de transporte (m³/h/m.l) para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0).....83

Figura 27 – Simulação de transporte (m³/h/m.l) para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0).....84

Figura 28 - Simulação de transporte (m³/h/m.l) para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0).....84

Figura 29 - Morfologia atual (sem o aterro hidráulico) e a morfologia futura (com o aterro hidráulico) 85

Figura 30 - Comparação entre a situação atual (gradiente de cinza com seta preta) e futura (colorida com seta vermelha) para o Caso 52 (Ondas vindas de NE) 86

Figura 31 - Comparação entre a situação atual (gradiente de cinza com seta preta) e futura (colorida com seta vermelha) para o Caso 41 (Ondas vindas de ESE) 86

Figura 32 - Comparação entre a situação atual e futura para o Caso 52 (Ondas vindas de NE) na foz dos rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê (hs,m) 87

Figura 33 - Comparação entre a situação atual e futura para o Caso 52 (Ondas vindas de NE) na foz dos rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê (correntes, m/s)...88

Figura 34 - Comparação entre a situação atual e futura para o Caso 41 (Ondas vindas de ESE) na foz dos rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê (hs,m) 89

Figura 35 - Comparação entre a situação atual e futura para o Caso 41 (Ondas vindas de ESE) na foz dos rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê (correntes, m/s).89

Figura 36 - Delimitação da linha de costa e perfil de perda na seção tipo no trecho sul.....91

Figura 37 - Estimativa de realimentação a partir da linha de costa base definida.....93

Figura 38 - Estimativa de retração por trecho de praia 93

Figura 39: Estimativa de evolução da linha de costa - trecho norte. 94

Figura 40 - Estimativa de evolução da linha de costa - trecho central. 95

Figura 41 - Estimativa de evolução da linha de costa - trecho sul 1.....95

Figura 42 - Estimativa de evolução da linha de costa - trecho sul 2.....96

Figura 43 - Estimativa de evolução da linha de costa - trecho sul 3.....96

Figura 44 - Estimativa de vida útil da obra de alimentação sem considerar manutenção futura. 98

Figura 45: Perfil transversal tipo – seção de projeto. 101

Figura 46: Diagrama triangular de classificação dos sedimentos clásticos mistos: areia, silte e argila, conforme Shepard (1954), dos de Sedimentos de Itapema – SC. Fonte: Relatório Descritivo (INOVA, 2021).....111

Figura 47: Mapa de localização dos Referenciais de Nível (RN) (pontos amarelos) que serviram de base para a realização dos perfis praiais e localização dos pontos de coleta de sedimentos sobre os perfis (pontos vermelhos).....117

Figura 48: Utilização da ferramenta WebGIS para controle e localização dos pontos amostrais. Fonte: SEACARUSO, 2024. 118

Figura 49: Distribuição dos pontos de coleta do sedimento superficial da Praia de Itapema/SC. Fonte: SEACARUSO, 2024. 119

Figura 50: Coleta superficial e subsuperficial das amostras de areia da praia. Fonte: SEACARUSO, 2024. 120

Figura 51: Acondicionamento das amostras identificadas em sacos plásticos. Fonte: SEACARUSO, 2024. 121

Figura 52: Aplicação do diagrama de Munsell durante as coletas de campo. 121

Figura 53: Distribuição granulométrica da amostra SED01. Fonte: SEACARUSO, 2024. 125

Figura 54: Distribuição granulométrica da amostra SED02. Fonte: SEACARUSO, 2024. 125

Figura 55: Distribuição granulométrica da amostra SED03. Fonte: SEACARUSO, 2024. 126

Figura 56: Distribuição granulométrica da amostra SED04. Fonte: SEACARUSO, 2024. 126

Figura 57: Distribuição granulométrica da amostra SED05. Fonte: SEACARUSO, 2024. 127

Figura 58: Diagrama de Shepard das amostras SED01 a SED05 na posição da ANTEPRAIA. Fonte: SEACARUSO, 2024.....127

Figura 59: Diagrama de Shepard das amostras SED01 a SED05 na posição da FACE DA PRAIA. Fonte: SEACARUSO, 2024.....128

Figura 60: Diagrama de Shepard das amostras SED01 a SED05 na posição da PÓS-PRAIA. Fonte: SEACARUSO, 2024. 128

Figura 61: Localização do ponto de fundeio do perfilador acústico de correntes ao largo Rio Perequê, em Itapema – coordenadas geográficas: Lat.: 27° 08' 21” S / Lon.: 48° 34' 41” W. 130

Figura 62: ADCP Aquadop 1 MHz Nortek. 131

Figura 63: Modelo esquemático da instalação do ADCP. 131

Figura 64: Configuração dos perfis. 132

Figura 65: Velocidade e direção das correntes promediadas na vertical (média ao longo da coluna d’água). 133

Figura 66: Rosa direcional das correntes medidas. Média ao longo da coluna de água. 134

Figura 67: Dados de maré medidos no ponto de fundeio do ADCP. 134

Figura 68: Séries de dados de altura significativa, período de pico e direção de pico das ondas medidas no ponto de fundeio do equipamento. 135

Figura 69: Medições de ondas no litoral norte de SC – direções dominantes (ALVES, 1996) 139

Figura 70: Descrição da estação maregráfica Porto de Florianópolis. (Fonte: CHM). 140

Figura 71: Diagrama e Esquema da estação maregráfica Porto de Florianópolis. (Fonte: CHM). 141

Figura 72: Informações sobre a maré Porto de Florianópolis – Carta 1902 (Fonte: CHM). 141

Figura 73: Gráfico de Referência auxiliar para relação de níveis (Fonte: a autora) 142

Figura 74: Batimetria regenerada - Interpolação da carta náutica e da batimetria de detalhe (módulo BACO). 143

Figura 75: Área de estudo e definição do ponto de ondas DOW. (Fonte: SMC 3.0) 145

Figura 76: Série de tempo de maré astronômica, maré meteorológica e de nível do mar no ponto DOW (com referência ao NMM local).....146

Figura 77: Comparação entre os dados medidos do marégrafo de Itajaí com os níveis modelados pelo SMC.....146

Figura 78: Rosas direcional de médias anuais de Hs e Tp no ponto DOW selecionado. (Fonte: SMC-Tools).....147

Figura 79: Grades de cálculo do modelo (vermelho: leste, verde: nordeste, amarelo: norte-nordeste).....149

Figura 80: Representação gráfica da Classificação MaxDiss dos casos selecionados a serem propagados. (Fonte: SMC-Tools) 151

Figura 81: Locação dos perfis e pontos de controle.....152

Figura 82 – Localização dos pontos de medição e de controle do modelo 153

Figura 83 – Níveis de água para o período modelado, de 26/05 a 11/06, referente aos anos de 1998 a 2008.....153

Figura 84 – Comparação entre dados medidos e modelados.....154

Figura 85 – Comparação entre os dados de maré (m) medidos pelo ADCP e os dados modelados pelo SMC para a área de estudo 154

Figura 86 – Altura significativa de onda (m) para Caso 29 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 1,40 m) maré média. (Fonte: SMC 3.0) 157

Figura 87 – Altura significativa de onda (m) para Caso 34 de onda propagado na costa com direção ENE (Hs= 0,94 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0).....157

Figura 88 – Altura significativa de onda (m) para Caso 27 de onda propagado na costa com direção E (Hs= 0,32 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0).....158

Figura 89 – Altura significativa de onda (m) para Caso 35 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 1.28 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0) 158

Figura 90 – Altura significativa de onda (m) para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0).....159

Figura 91 – Altura significativa de onda (m) para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0).....159

Figura 92 – Altura significativa de onda (m) para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0) 160

Figura 93 – Altura significativa de onda (m) para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0).....160

Figura 94 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 29 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 1,40 m) maré média. (Fonte: SMC 3.0).....162

Figura 95 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 34 de onda propagado na costa com direção ENE (Hs= 0,94 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0) 162

Figura 96 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 27 de onda propagado na costa com direção E (Hs= 0,32 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0) 163

igura 97 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 35 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 1.28 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0).....163

Figura 98 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0) 165

Figura 99 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0) 165

Figura 100 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0) 166

Figura 101 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0).....166

Figura 102 - Transporte de sedimentos (m³/h/m.l) a curto prazo para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0) 167

Figura 103 - Transporte de sedimentos (m³/h/m.l) a curto prazo para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0) 168

Figura 104 - Transporte de sedimentos (m³/h/m.l) a curto prazo para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0) 168

Figura 105 - Transporte de sedimentos (m³/h/m.l) a curto prazo para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0). 169

Figura 106 - Rosa direcional de altura de onda significativa (Hs) e período de pico (Tp) no ponto PC01 (Fonte: SMC-Tools) 170

Figura 107- Evolução do fluxo médio anual de energia no ponto PC01 (Fonte: SMC-Tool) 170

Figura 108 - Rosa direcional de altura de onda significativa (Hs) e período de pico (Tp) no ponto PC02 (Fonte: SMC-Tools) 171

Figura 109- Evolução do fluxo médio anual de energia no ponto PC02 (Fonte: SMC-Tool) 171

Figura 110 - Rosa direcional de altura de onda significativa (Hs) e período de pico (Tp) no ponto PC03 (Fonte: SMC-Tools) 172

Figura 111- Evolução do fluxo médio anual de energia no ponto PC03 (Fonte: SMC-Tool) 172

Figura 112 - Comparação entre rosas de ondas em frente à Foz do Rio Perequê. 173

Figura 113 - Distribuição da energia de onda durante o período de 1948-2008 174

Figura 114 - Transporte sedimentar longitudinal por deriva litorânea na face praial e por correntes longitudinais na zona de arrebentação (adaptado de Plummer, et al.,1985 apud Abreu, 2011). 177

Figura 115 - Mapa do transporte de sedimentos. (Fonte: SMC Tools) 178

Figura 116 - Regime extremo para maré astronômica e meteorológica (Fonte: SMC-Tools). 180

Figura 117 - Fatores de determinam a cota de inundação (Fonte: a autora). 181

Figura 118 - Regime extremo para cota de inundação do perfil central da praia PC02 (Fonte: SMC-Tools). 182

Figura 119 - Evolução do perfil central da praia para um evento de 72 h 184

Figura 120 – Gráfico de execução do modelo 185

Figura 121 - Variação do perfil de equilíbrio diante de uma elevação do nível do mar pela Regra de Bruun 186

Figura 122 – Largura da praia na parte norte (Praia de Itapema) 187

Figura 123 – Largura da praia na parte central da Meia praia (Rua 237) 187

Figura 124 – Largura da praia na parte sul (praia do Perequê) 188

Figura 125 - Evolução da linha de costa durante 10 anos após a construção dos molhes. A área de intervenção do presente estudo está indicada pelo retângulo amarelo (adaptado de DHI,2015) 189

Figura 126 - Recomendação para sistema de proteção da costa (adaptado de DHI,2015) 190

Figura 127: Delimitação da jazida sedimentar de Balneário Camboriú. Fonte: SLI COASTAL SOLUTIONS (2019), citado em SEACARUSO, 2024. 194

Figura 128: Carta Náutica 23300 disponibilizada pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) que compreende a região da área de estudo. Fonte: DHN. (SEACARUSO, 2024). 197

Figura 129: Abreviatura de “S”ou sand – Areia, próximo ao polígono da jazida (polígono hachurado). 198

Figura 130: Diagrama Q-Q dos dados medidos e modelados (esquerda). Probabilidade d não superação da variável altura significativa, dos dados medidos e modelados (direita). Fonte: CARUSO (2022). 203

Figura 131: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 27/01/2022. Fonte: CARUSO (2022). 205

Figura 132: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 07/02/2022. Fonte: CARUSO (2022). 206

Figura 133: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 12/03/2022 (esquerda) e 22/03/2022 (direita). Fonte: CARUSO (2022).....206

Figura 134: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 13/04/2022 (esquerda) e 14/04/2022 (direita). Fonte: CARUSO (2022).....207

Figura 135: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 03/05/2022 (esquerda) e 18/05/2022 (direita). Fonte: CARUSO (2022).....207

Figura 136: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 10/06/2022. Fonte: CARUSO (2022). 208

Figura 137: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 15/07/2022. Fonte: CARUSO (2022). 209

Figura 138: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 10/08/2022. Fonte: CARUSO (2022). 210

Figura 139: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 19/09/2022. Fonte: CARUSO (2022). 211

Figura 140: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 31/10/2022. Fonte: CARUSO (2022). 212

Figura 141: Sistema de Vibracorer utilizado na coleta de sedimentos. Fonte: SEACARUSO, 2024. 215

Figura 142: Registros fotográficos da operação de sondagem Vibracore realizada em maio de 2024. Fonte: SEACARUSO, 2024. 216

Figura 143: Registros fotográficos das seções sendo fracionadas a bordo. Fonte: SEACARUSO, 2024. 217

Figura 144: Espacialização da malha amostral da sondagem Vibracore realizada em 2024. Fonte: SEACARUSO, 2024. 218

Figura 145: Classificação camadas sedimentares dos testemunhos coletados em maio de 2024.....222

Figura 146: Espacialização dos pontos de Vibracore da amostragem de 2019 e de 2024 da porção da jazida oeste. Fonte: SEACARUSO, 2024. 223

Figura 147: Comparação dos testemunhos da amostragem de 2019 e de 2024 da porção oeste da jazida. Fonte: SEACARUSO, 2024. 224

Figura 148: Espacialização dos pontos de Vibracore da amostragem de 2019 e de 2024 da porção leste da jazida. Fonte: SEACARUSO, 2024. 225

Figura 149: Comparação dos testemunhos da amostragem de 2019 e de 2024 da porção leste da jazida. Fonte: SEACARUSO, 2024. 226

Figura 150: Plano de linhas programado para o levantamento batimétrico na área de estudo. Fonte: SEACARUSO, 2024. 235

Figura 151: Interpolação dos dados com isolinhas na Batimetria atual, realizada em 2024. Fonte: SEACARUSO, 2024. 236

Figura 152: Comparação batimetrias 2021 e 2024. Imagem acima - batimetria realizada em 2021 (DHN); imagem abaixo - batimetria realizada em 2024 (DHN). Fonte: SEACARUSO, 2024. 237

Figura 153: Mapa indicando a profundidade a distância de 2.000 m com base nas informações da carta náutica. 246

Figura 154: Modelo Esquemático do Canteiro de Obras 256

Figura 155: Localização do canteiro de obras e área de armazenamento. 258

Figura 156: Dragagem e Bombeamento com Linha Flutuante de Tubos Metálicos 260

Figura 157: Áreas de Influência do meio físico e biótico. 272

Figura 158: Áreas de influência do meio socioeconômico. 273

Figura 159: Vista para a Praia do Centro e Av. Beira Mar. 275

Figura 160: Prédios residenciais na Praia do Centro, ao lado do rio Taboleiro dos Oliveiras, na Av. Beira Mar. 275

Figura 161: Deck e ponte no rio Taboleiro dos Oliveiras. 275

Figura 162: Deck ao lado da ponte, com ponto turístico. 275

Figura 163: Vista do rio Taboleiro dos Oliveiras. 276

Figura 164: Vegetação de restinga e prédios residenciais no início do trecho. 277

Figura 165: Vegetação de restinga e prédios residenciais no início do trecho. 277

Figura 166: Vegetação de restinga e prédios residenciais no início do trecho. 277

Figura 167: Areia com gramíneas entre os edifícios residenciais e faixa de areia. .277

Figura 168: Prédios residenciais e vegetação de resinga, entre 300 e 350 m. 278

Figura 169: Posto Guarda Vidas, entre 300 e 350 m. 278

Figura 170: Residência unifamiliar entre 500 e 550 m. 278

Figura 171: Lançamento de drenagem na praia, entre 550 e 600 m. 278

Figura 172: Vista da praia próximo à estaca de 650 m. Observa-se Morro da Linguiça. 278

Figura 173: Rua 201, com acesso aos residenciais e a praia próximo à estaca 750 m. 278

Figura 174: Rua 201, com acesso aos residenciais e a praia próximo à estaca 750 m. 279

Figura 175: Esquina da Rua 201 com Av. Nereu Ramos, paralela à rodovia BR-101. 279

Figura 176: prédios residenciais e remanescentes de restinga, próximo à estaca de 800 m. 279

Figura 177: Remanescente de restinga, próximo à estaca de 950 m. 279

Figura 178: Estrutura de acesso à praia no início do Trecho 02, estaca 1.050 m. .280

Figura 179: Rua 205, início do Trecho 02. 280

Figura 180: Banheiros públicos, rua 205. 280

Figura 181: Galeria pluvial, início do Trecho 02. 280

Figura 182: Calçadão na beira-mar, entre as estacas de 1.050 e 1.100 m. 281

Figura 183: Rua 207 com acesso ao calçadão. 281

Figura 184: Posto salva vidas e prédios residenciais, frente rua 207. 281

Figura 185: Deck e rampa para acesso à praia, estaca 1.150m. 281

Figura 186: Prédios residenciais na rua 209. 281

Figura 187: Calçadão em frente à rua 209. 281

Figura 188: Empreendimentos comerciais na orla, próximo à estaca 1.250 m. 282

Figura 189: Prédios residenciais na rua 211. 282

Figura 190: Calçadão em frente à rua 211, com ciclovia, bancos, deck e estrutura para quiosques. 282

Figura 191: Empreendimentos comerciais no calçadão, estaca 1.550 m. 282

Figura 192: Posto salva vidas e empreendimentos comerciais, estaca 1.650 m. ... 283

Figura 193: Deck e estruturas para lazer, estaca 1.900m. 283

Figura 194: Drenagem pluvial em frente a rua 229. 283

Figura 195: Prédios residenciais e comerciais, rua 229. 283

Figura 196: Cancha de bocha, próximo à estação 2.150 m. 283

Figura 197: Quadra de vôlei na praia e supermercado, estaca 2.250 m. 283

Figura 198: Instalação de pescadores artesanais, em frente à rua 237, estaca 2.450 m. 284

Figura 199: Posto salva vidas, estaca 2.500 m. 284

Figura 200: Restaurantes na orla, estaca 2.500 m. 284

Figura 201: Embarcações de pescadores locais, estaca 2.600m. 284

Figura 202: Deck e escadas para acesso a praia, estaca 2.800 m. 284

Figura 203: Casa com geradores, estaca 3.000 m. 284

Figura 204: Deck e academia ao ar livre em frente à rua 257, estaca 3.000 m. 285

Figura 205: Posto salva vidas e deck próximo à rua 261, estaca 3.050 m. 285

Figura 206: Estrutura de lazer e deck próximo à rua 261, estaca 3.050 m. 285

Figura 207: Drenagem pluvial e escada de acesso à praia em frente à rua 269, estaca 3.250 m. 285

Figura 208: Ducha instalada na orla, próximo à rua 271, estaca 3.300 m. 285

Figura 209: Prédios residenciais na rua 273. 285

Figura 210: Banheiro público em frente à rua 279, estaca 3.550 m. 286

Figura 211: Drenagem pluvial, em frente à rua 279, estaca 3.550 m. 286

Figura 212: Caiaques para locação, frente para rua 285, estaca 3.700 m. 286

Figura 213: Posto salva vidas e banheiros públicos, frente para a rua 289, estaca 3.750 m. 286

Figura 214: Prédios residenciais na rua 297, estaca 3.950m. 286

Figura 215: Cancha de bocha instalada no calçadão, próximo a rua 297, estaca 3.950m. 286

Figura 216: Empreendimentos comerciais e deck, rua 299, estaca 4.000m. 287

Figura 217: Posto salva vidas e locação de barcos, frente para a rua 307, estaca 4.200m. 287

Figura 218: Deck e escada de acesso à praia, entre as ruas 307 e 313, estaca 4.300m. 287

Figura 219: Drenagem pluvial em frente à rua 313, estaca 4.400m. 287

Figura 220: Drenagem e empreendimentos residenciais, em frente à rua 315, estaca 4.450m. 287

Figura 221: Calçadão e restinga remanescente, em frente à rua 319, estaca 4.650m. 287

Figura 222: Empreendimento comercial e ponto de lazer (rota dos balanços), próximo a rua 321, estaca 4.700m. 288

Figura 223: Ponto de lazer (Rota dos Balanços), próximo à rua 321, estaca 4.700m. 288

Figura 224: Prédios residenciais, próximo à rua 323, estaca 4.700m. 288

Figura 225: Área disponibilizada para quadra de vôlei, estaca 4.700m. 288

Figura 226: Orada N. Sra. dos Navegantes, foz do rio Perequê, estaca 4.800m. ...289

Figura 227: Prédios residenciais, foz do rio Perequê, estaca 4.800m. 289

Figura 228: Localização da RH8 e das bacias hidrográficas que a compõe. Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina – PERH/SC, 2017. 290

Figura 229: Localização do empreendimento na bacia hidrográfica. 291

Figura 230: Localização quanto as microbacias hidrográficas. 292

Figura 231: Foz do rio Perequê. 293

Figura 232: Foz do rio Perequê. 294

Figura 233: Rio Taboleiro dos Oliveiras a montante da ponte, trecho inicial do empreendimento. 295

Figura 234: Foz do rio Taboleiro dos Oliveiras. 295

Figura 235: Proposta final do enquadramento dos cursos d'água das Bacias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas. Fonte: Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios.....297

Figura 236: Pontos de avaliação de balneabilidade no trecho do empreendimento em estudo. 299

Figura 237: Drenagem pluvial próximo ao Ponto 5 de balneabilidade; Coordenadas 737126.00; 6998375.00. Fonte: Autores. 309

Figura 238: Drenagem pluvial próximo ao Ponto 3 de balneabilidade, Coordenadas 737547; 6997533. Fonte: Autores. 310

Figura 239: Hietograma para período de retorno TR=50 anos.....315

Figura 240: Modelagem Bacia do Rio Taboleiro das Oliveiras.....315

Figura 241: Hidrograma Bacia do Rio Taboleiro das Oliveiras (TR50anos – duração de 2 horas). 316

Figura 242 - Situação atual do Rio Taboleiro das Oliveiras, com implantação de molhe e desassoreamento da foz. 318

Figura 243: Situação do Rio antes das obras de desassoreamento e implantação dos molhes - vazão máxima (TR-50 anos) e nível do mar em evento extremo.....319

Figura 244: Situação do Rio atual com desassoreamento e implantação dos molhes - vazão máxima (TR-50 anos) e nível do mar em evento extremo. 319

Figura 245: Embarcação utilizada no levantamento (SPECTRAH). 321

Figura 246: Detalhe das linhas de sondagem que auxiliaram no levantamento de campo (SPECTRAH).....322

Figura 247: Dados pós-processados dos levantamentos executados. 323

Figura 248: Monografia do Marco Geodésico G2133.....324

Figura 249: Topografia das seções transversais e marcação dos pontos estruturais ao longo da via. 325

Figura 250: Espaçamento dos perfis topobatimétricos utilizados no projeto. 326

Figura 251: Perfil transversal próximo ao rio Taboleiro das Oliveiras. 328

Figura 252: Perfil transversal no meio da Meia Praia. 328

Figura 253: Perfil transversal próximo ao rio Perequê. 329

Figura 254: Planta topobatimétrica - levantamento realizado em jul/2015. 331

Figura 255: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 0+000, variação volumétrica entre 2015 e 2021. 331

Figura 256: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 1+000, variação volumétrica entre 2015 e 2021 332

Figura 257: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 2+000, variação volumétrica entre 2015 e 2021 332

Figura 258: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 3+000, variação volumétrica entre 2015 e 2021 332

Figura 259: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 4+000, variação volumétrica entre 2015 e 2021 333

Figura 260: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 4+700, variação volumétrica entre 2015 e 2021 333

Figura 261: Locação dos perfis topográficos. 335

Figura 262: Sistema de projeção utilizado no levantamento. 335

Figura 263: Perfis topográficos Est. 0+000 a 0+800. 336

Figura 264: Perfis topográficos Est. 0+900 a 1+800. 337

Figura 265: Perfis topográficos Est. 1+900 a 2+200. 338

Figura 266: Setores praiais. 340

Figura 267: Variabilidade da linha de costa no setor Norte. 343

Figura 268: Variabilidade da linha de costa no setor Central. 344

Figura 269: Variabilidade da linha de costa no setor Sul. 345

Figura 270: Mapa geopolítico do litoral norte catarinense. 352

Figura 271: Mapa das microbacias da região de Itapema/SC. 353

Figura 272: Região da Meia Praia, local da AID. 353

Figura 273: Ambiente à Norte, fragmento contínuo de vegetação. 356

Figura 274: Ambiente central e a Sul da Meia Praia, vegetação em núcleos isolados. 357

Figura 275. Foz do rio Taboleiro dos Oliveiras 358

Figura 276: Meia Praia e seus ambientes distintos conforme a vegetação remanescente 359

Figura 277. Imagem da localização do rio e ambiente "A". 360

Figura 278: Posição dos transectos para coleta botânica. 361

Figura 279: Imagem in loco do transecto. 361

Figura 280: Vista do Ambiente A. 366

Figura 281: Exemplo da vegetação Herbácea/subarbustiva, com rastejantes à borda no ambiente A. 366

Figura 282: Vista da vegetação remanescente do ambiente A, confrontando com edificações. 367

Figura 283: Gráfico "curva do coletor" das espécies coletadas *in loco*. 368

Figura 284: Espécies *Dalbergia ecastophyllum, Acicarpha spathulata, Blutaparon portulacoides, Impomea pes-caprae* sobre o mesmo fragmento no ambiente A. ...370

Figura 285: Exemplar de *Calophyllum brasilliense* situado no ambiente A. 372

Figura 286: Imagem da foz do rio Taboleiro dos Oliveiras, vista de quem da passarela olha o rio. 375

Figura 287: Imagem da foz do rio em análise, com destaque aos exemplares de *Pinus pinaster*.....376

Figura 288: Imagem de satélite da porção central da Meia Praia em 2012. Fragmentos de restinga evidentes e conectados. 377

Figura 289: Imagem de satélite da porção central da Meia Praia em 2014. Área da vegetação (pioneira) remanescente. 377

Figura 290: Imagens dos núcleos de vegetação no ambiente B. 378

Figura 291: Imagem in loco da espécie *Cavia fulgid*. 383

Figura 292: Imagem in loco da espécie *Didelphis albiventris*. 384

Figura 293: Imagem in loco da espécie *Columbina talpacoti*. 386

Figura 294: Imagem in loco da espécie *Tachycineta leucorrhoa*.....387

Figura 295: Pontos de parada para registros fotográficos.....388

Figura 296: Pontos de parada para registros fotográficos.....389

Figura 297: Imagens fotográficas dos exemplares da avifauna. 391

Figura 298: Imagem in loco da espécie *Ophiodes striatus*. 397

Figura 299: Observadores realizando de coleta de dados através do método dos transectos em embarcação - Diagnóstico de cetáceos e quelônios – Projeto Itapema -SC 401

Figura 300: Observador realizando registros fotográficos em campo – Diagnóstico de cetáceos e quelônios – Projeto Itapema -SC. 402

Figura 301: Localização dos transectos lineares - Diagnóstico de cetáceos e quelônios. 404

Figura 302: Imagem ilustrativa da toninha, *Pontoporia blainvillei* – Diagnóstico de cetáceos e quelônios – Projeto Itapema - SC 408

Figura 303: Imagem ilustrativa do golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus* – Diagnóstico de cetáceos e quelônios - Projeto Itapema - SC 409

Figura 304: Imagem ilustrativa da baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae* – Diagnóstico de cetáceos e quelônios - Projeto Itapema - SC.....411

Figura 305: Imagem ilustrativa da Tartaruga-de-pente, *Eretmochelys imbricata* - Diagnóstico de cetáceos e quelônios - Projeto Itapema - SC. 416

Figura 306: Imagem ilustrativa da Tartaruga-verde, Chelonia mydas. 417

Figura 307: Imagem ilustrativa da Tartaruga-cabeçuda, *Caretta caretta*. 418

Figura 308: Imagem ilustrativa da Tartaruga-oliva *Lepidochelys olivacea* - Diagnóstico de cetáceos e quelônios - Projeto Itapema - SC.....419

Figura 309: Localização dos 8 pontos definidos para diagnóstico do ruído subaquático - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema -SC. 423

Figura 310: Observadores realizando de coleta de dados em campo – Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema -SC. 424

Figura 311: Equipamento para aquisição de dados acústicos - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema -SC. 425

Figura 312: Registro da presença de embarcações na área de estudo - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema -SC. 427

Figura 313: Intensidade sonora média de cada ponto amostrado por categoria de frequência - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 428

Figura 314: Intensidade sonora média do ponto RS01 por categoria de frequência - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 430

Figura 315: Sonograma do ruído produzido no ponto RS01 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 430

Figura 316: Espectro de frequência no ponto RS01- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 431

Figura 317: Intensidade sonora média do ponto RS02 por categoria de frequência - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 432

Figura 318: Sonograma do ruído produzido no ponto RS02 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 432

Figura 319: Espectro de frequência no ponto RS02- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 433

Figura 320: Intensidade sonora média do ponto RS03 por categoria de frequência - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 434

Figura 321: Sonograma do ruído produzido no ponto RS03 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 434

Figura 322: Espectro de frequência no ponto RS03- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 435

Figura 323: Espectro de frequência no ponto RS04- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 436

Figura 324: Sonograma do ruído produzido no ponto RS04 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 436

Figura 325: Espectro de frequência no ponto RS04- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 437

Figura 326: Espectro de frequência no ponto RS05- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 438

Figura 327: Sonograma do ruído produzido no ponto RS05 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 438

Figura 328: Espectro de frequência no ponto RS05- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 439

Figura 329: Espectro de frequência no ponto RS06- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 440

Figura 330: Sonograma do ruído produzido no ponto RS06 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 440

Figura 331: Espectro de frequência no ponto RS06- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 441

Figura 332: Espectro de frequência no ponto RS07- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 442

Figura 333: -Sonograma do ruído produzido no ponto RS07 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 442

Figura 334: Espectro de frequência no ponto RS07- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 443

Figura 335: Espectro de frequência no ponto RS08- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 444

Figura 336: Sonograma do ruído produzido no ponto RS08 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 444

Figura 337: Espectro de frequência no ponto RS08- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC. 445

Figura 338: Mapa da área de estudo com a localização dos pontos amostrais. Os pontos em azul foram coletadas amostras de macrofauna bentônica, ictiofauna/carcinofauna, zooplâncton e fitoplâncton. Os pontos em amarelo localizados no ambiente praial foram coletadas amostras de macrofauna bentônica. 451

Figura 339: Coleta de ictiofauna e carcinofauna com rede de arrasto. Superior=Lançamento e recolhimento da rede de arrasto. Inferior=Abertura do ensacador e amostra coletada. 458

Figura 340: Coleta de macrofauna bentônica de substrato inconsolidado. Draga Van-Veen e amostras coletadas. 459

Figura 341: Coleta de macrofauna bentônica praial. Corer utilizado para amostragem e amostras coletadas. 460

Figura 342: Coleta de zooplâncton e fitoplâncton. Superior=Lançamento das redes de zooplâncton e fitoplâncton e amostra de zooplâncton. Inferior=Amostras de fitoplâncton e cistos de dinoflagelados coletadas. 461

Figura 343: Ilustração das medidas que foram obtidas para a ictiofauna (CT= Comprimento Total). 464

Figura 344: Ilustração das medidas que foram obtidas para a carcinofauna (siris e caranguejos) (LC= Largura da carapaça). 464

Figura 345: Ilustração das medidas que foram obtidas para a carcinofauna (camarões) (CT = Comprimento Total). 464

Figura 346: Distribuição das principais famílias de peixes coletados na data de 10/02/2022 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 474

Figura 347: Porcentagem numérica da ictiofauna coletados na amostragem de 10/02/2022 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 474

Figura 348: Porcentagem numérica da ictiofauna coletados em 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes. 475

Figura 349: Biomassa (%) da ictiofauna coletados na amostragem de 10/02/2022 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 475

Figura 350: Biomassa (%) da ictiofauna coletados na amostragem de 09/07/2024 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 476

Figura 351: Número de indivíduos da ictiofauna coletados por ponto amostral durante a data de 10/02/2012 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 476

Figura 352: Número de indivíduos da ictiofauna coletados por ponto amostral durante a data de 09/07/2024 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 477

Figura 353: Biomassa da ictiofauna coletados por ponto amostral durante a data de 10/02/2012 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 477

Figura 354: Biomassa da ictiofauna coletados por ponto amostral durante a data de 09/07/2024 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 478

Figura 355: Variação da diversidade da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 479

Figura 356: Variação da riqueza de espécies da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 479

Figura 357: Variação de equitabilidade de espécies da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 480

Figura 358: Distribuição das principais famílias de crustáceos e fauna acompanhante coletados nas datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 483

Figura 359: Porcentagem numérica da carcinofauna coletados na amostragem de 10/02/2022 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 483

Figura 360: Porcentagem numérica da carcinofauna coletados na amostragem de 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 484

Figura 361: Biomassa (%) da carcinofauna coletados na amostragem de 10/02/2012 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 484

Figura 362: Biomassa (%) da carcinofauna coletados na amostragem de 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 485

Figura 363: Número de indivíduos da carcinofauna coletados por ponto amostral durante a data de 10/02/2012 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 485

Figura 364: Número de indivíduos da carcinofauna coletados por ponto amostral durante a data de 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 486

Figura 365: Biomassa da carcinofauna coletados por ponto amostral durante a data de 10/02/2012 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 486

Figura 366: Biomassa da carcinofauna coletados por ponto amostral durante a data de 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 487

Figura 367: Variação da diversidade da carcinofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 488

Figura 368: Variação da riqueza de espécies da carcinofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 488

Figura 369: Variação de equitabilidade de espécies da carcinofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).....489

Figura 370: Espécies da ictiofauna e carcinofauna capturadas durante amostragem da comunidade de peixes coletados durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). (1. *Diapterus rhombeus*, 2., 3. Chloroscombrus *chrysurus*, 4. *Pomadasys corvinaeformis*, 5. *Genidens genidens*, 6. *Micropogonias furnieri*, 7. *Etropus crossotus*, 8. *Selene vomer*).....490

Figura 371: Espécies da ictiofauna e carcinofauna capturadas durante amostragem da comunidade de peixes coletados durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). (9. *Hepatus pudibundus*, 10. *Arenaeus cribarius*, 11. *Portunus spinimanus.*, 12. *Lolliguncula brevis*, 13. *Callinectes danae*, 30. *Litopenaeus schmitti*, 31. *Strombus* sp., 32. *Luidia senegalensis*). 491

Figura 372: Contribuição de cada filo encontrado na área de estudo. 500

Figura 373: Valores médios dos descritores ecológicos de riqueza de taxa (S), densidade (ind./0,04m²), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H') para o infralitoral (gráfico superior) e ambiente praial (gráfico inferior). 504

Figura 374: Análise de escala multidimensional não paramétrica (nMDS) indicando a formação de dois grupos. 505

Figura 375: Densidade dos filos do zooplâncton encontrados na área de estudo na campanha de fevereiro de 2022 (superior) e julho de 2024 (inferior). 512

Figura 376: Valores de riqueza de taxa (S), densidade (ind./m³), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H') para o zooplâncton nas campanhas de fevereiro de 2022 e julho de 2024.....518

Figura 377: Densidade das classes pertencentes ao fitoplâncton encontradas na área de estudo. Superior campanha de fevereiro de 2022, inferior campanha de julho de 2024. 523

Figura 378: Riqueza de taxa (S), densidade (cél./L – escala logarítmica), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H') para as amostras de fitoplâncton. 540

Figura 379: Localização das áreas amostrais para o monitoramento da biota aquática (fitoplâncton, zooplâncton, macrofauna bentônica, ictiofauna e carcinofauna) das obras de recuperação da faixa de areia da Praia Central de Balneário Camboriú.....547

Figura 380: Gráfico do índice de Equitabilidade de Pielou (J') por ponto de coleta na amostragem quantitativa realizada em campo para o monitoramento da comunidade Fitoplanctônica nas campanhas de 19 de agosto, 02 e 17 de setembro de 2021 e 05 e 18 de outubro de 2021. Pontos da Jazida e entorno entre #15 e #18. 549

Figura 381: Gráfico do índice de Diversidade Shannon (H') por ponto de coleta na amostragem quantitativa realizada em campo para o monitoramento da Comunidade Fitoplanctônica nas campanhas de 19 de agosto, 02 e 17 de setembro de 2021 e 05 e 18 de outubro de 2021. Pontos da Jazida e entorno entre #15 e #18 destacados em vermelho.....549

Figura 382: Densidade (organismos/L) média (das duplicatas) por ponto de coleta amostragem qualitativa realizada em campo para o monitoramento da Comunidade

Zooplanctônica em agosto, setembro e outubro de 2021. Os pontos representativos da jazida são de #15 a #18 destacados em vermelho. 551

Figura 383: Espécies registradas na primeira campanha do PBA: (a) Callinectes ornatos; (b) Achelous spinimanus; (c) Chirocentrodon bleekerianus. Fonte: CARUSO, 2021 553

Figura 384: Espécies de carcinofauna registradas na segunda campanha do PBA: (a) Sicyonia dorsalis; (b) Porcellana sayana; (c) Persephona lichtensteinii; (d) Persephona mediterrânea; (e) Callinectes ornatos; (f) Achelous spinimanus; (g) Achelous spinicarpus. 555

Figura 385: Espécies de ictiofauna registradas na segunda campanha do PBA: (a) *Atlantoraja platana*, (b) *Zapteryx brevirostris*, (c) *Trachinocephalus myops;* (d)*Urophycis brasiliensis*; (e) *Porichthys porosissimus*; (f) *Prionotus punctatus*; (g) *Diplectrum radiale*; (h) *Dules auriga*; (i) *Eucinostomus melanopterus*; (j) *Orthopristis ruber*; (k) *Ctenosciaena gracilicirrhus*; (l) *Cynoscion jamaicensis*; (m) *Menticirrhus littoralis*; (n) *Upeneus parvus*; (o) *Etropus crossotus*; (p) *Etropus longimanus*; (q) *Syacium micrurum*; (r) *Syacium papillosum*; (s) *Stephanolepis hispidus*. 558

Figura 386: Espécies de carcinofauna registradas na segunda campanha do PBA: (a) *Farfantepenaeus brasiliensis*; (b) *Rimapenaeus constrictus*; (c) *Pleoticus mueller*; (d) *Sicyonia dorsalis*; (e) *Sicyonia typica*; (f) *Loxopagurus loxohelis*; (g) *Hepatus pudibundus; (h) Persephona mediterrânea; (i)* Callinectes ornatos; (j) *Achelous spinimanus; (k) Achelous* 561

Figura 387: Espécies de ictiofauna registradas na segunda campanha do PBA: (a) *Atlantoraja platana*; (b) *Atlantoraja castelnaui*; (c) *Zapteryx brevirostris*; (d) *Chirocentrodon bleekerianus*; (e) *Genidens barbus*; (f) *Porichthys porosissimus*; (g) *Prionotus punctatus; (h) Diplectrum radiale; (i) Orthopristis ruber*; (j) *Pomadasys corvinaeformis; (k) Ctenosciaena gracilicirrhus;* (l) *Cynoscion jamaicensis;* (m) *Larimus breviceps;* (n) *Menticirrhus americanos*; (o) *Micropogonias furnieri;* (p) *Paralonchurus brasiliensis*, (q) *Upeneus parvus,* (r) *Etropus crossotus,* (s) *Etropus longimanus*, (t) *Citharichthys macrops*, (u) *Paralichthys brasiliensis*, (v) *Syacium*

micrurum, (w) *Symphurus tessellatus,* (x) *Lagocephalus laevigatus*, (y) *Sphoeroides spengleri.*.....567

Figura 388: Pontos de esforço (a) e avistagem (b) da atividade de monitoramento de cetáceos e quelônios. Polígonos em verde representam as áreas de retirada de areia da jazida. Fase de dragagem (pontos verdes). Deslocamento jazida-praia (pontos rosas). Deslocamento praia-jazida (pontos azuis). Avistagens fora de esforço – FE (pontos roxos). Fonte: CARUSO (2021). 570

Figura 389: Pontos iniciais de esforço amostral (a) e de avistagens de megafauna marinha (b). Em verde, os pontos referentes a fase 1 (dragagem); em rosa, pontos referentes a fase 2 (deslocamento jazida-praia); em azul, pontos referentes a fase 3 (deslocamento praia-jazida) e, em roxo, pontos de avistagem fora do esforço amostral. Em a), pontos se referem ao início do esforço amostral em cada fase monitorada. Em b), os pontos em forma de losângulo são referentes a avistagens de cetáceos, triângulo a avistagens de pinípedes e círculo a avistagem de quelônio. Fonte: CARUSO (2021). 571

Figura 390: Pontos de esforço amostral (a) e de avistagens de megafauna marinha (b). Em verde, os pontos referentes a fase 1 (dragagem); em rosa, pontos referentes a fase 2 (deslocamento jazida-praia); em azul, pontos referentes a fase 3 (deslocamento praia-jazida) e, em roxo, pontos de avistagem fora do esforço amostral. Em a), pontos se referem ao início do esforço amostral em cada fase monitorada. Em b), os pontos em forma de losango são referentes a avistagens de misticetos, hexágono a avistagens de odontocetos, triângulo a avistagens de pinípedes e círculo a avistagem de quelônio. Fonte: CARUSO (2021). 572

Figura 391: Embarcações para pesca artesanal. Localizadas entre as ruas 209 e 211. 574

Figura 392: Embarcações para pesca artesanal. Localizadas próximo à rua 241. .574

Figura 393: Estrutura disponibilizada para os pescadores na Rua 237, orla. 576

Figura 394: Estrutura disponibilizada para os pescadores na Rua 237, orla. 577

Figura 395: Quadro com as licenças e demais documentos de autorização de pesca. 578

Figura 396: Pesca realizada. Fonte: Disponibilizado pelo senhor Edson. 578

Figura 397: Modelo de questionário da pesquisa. 582

Figura 398: PROTEÇÃO COSTEIRA COM ACRÉSCIMO DE AREIA (ENGORDAMENTO). 583

Figura 399: PROJETO DE MACRODRENAGEM (ELIMINAÇÃO DE CHEIAS E “LINGUAS NEGRAS”. 584

Figura 400: PROJETO DE URBANIZAÇÃO DA NOVA ORLA. 584

Figura 401: Localização do empreendimento quanto as unidades de conservação e áreas protegidas. 589

Figura 402: Avenida Nereu Ramos, paralela à linha de costa. 594

Figura 403: Vias de acesso à orla com pavimentação. Demais vias possuem pavimentação semelhante. 595

Figura 404: Localização dos 8 pontos definidos medições de ruído subaquático - Programa de monitoramento dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto de licenciamento ambiental para alimentação artificial da praia de Itapema -SC 627

Figura 405: Equipamento para aquisição de dados acústicos - Programa de monitoramento dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto de licenciamento ambiental para alimentação artificial da praia de Itapema -SC. 628

Figura 406: Metodologia para o monitoramento de ruído da draga em diferentes distâncias e atividades – Programa de monitoramento dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto de licenciamento ambiental para alimentação artificial da praia de Itapema -SC 630

Figura 407: Pontos pré-definidos para monitoramento da qualidade da água no rio Taboleiro das Oliveiras. 638

Figura 408: Localização dos pontos de monitoramento. 639

Figura 409: Extensão da área de levantamento do perfil praial. 648

Figura 410: Registro fotográfico das referidas obras.....658

Figura 411: Croqui da localização espacial dos pontos de coleta e monitoramento da biota aquática ao Rio Taboleiro das Oliveiras. 669

Figura 412: Pontos pré-definidos para monitoramento da qualidade da água no rio Taboleiro das Oliveiras.....676

Figura 413: Recorte do Projeto de Desassoreamento. Prancha de Locação das Seções. 680

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Avaliação de desastres naturais com decretos homologados na Defesa Civil de Santa Catarina, entre os anos de 1999 e 2023. 54

Tabela 2: Resultados dos estudos a serem utilizados na definição da geometria da praia. 68

Tabela 3 – Estimativa do volume erodido em relação a retração no trecho sul. 92

Tabela 4 - Estimativa do volume erodido em relação a retração no trecho sul, sem manutenção.....97

Tabela 5 - Cálculo de volume dos perfis e volume de dragagem.....102

Tabela 6: Variação de volume e largura dos perfis praiais.....107

Tabela 7: Localização dos pontos de amostragem dos sedimentos. 109

Tabela 8: Classes texturais dos sedimentos de Itapema – SC. 111

Tabela 9: Valores granulométricos do sedimento de Itapema – SC.....112

Tabela 10: Classificação textural, pela mediana e média (Folk & Ward, 1957), e textura (Shepard, 1954), dos sedimentos de Itapema – SC.....113

Tabela 11: Resultados da análise granulométrica dos sedimentos coletados na Meia Praia, Itapema, no mês de junho.....115

Tabela 12: Resultados da análise granulométrica dos sedimentos coletados na Meia Praia, Itapema, no mês de agosto.....115

Tabela 13: Grades numéricas utilizadas na modelagem.....150

Tabela 14 – Comparação estatística entre os níveis medidos e simulados. 155

Tabela 15 – Casos representativos para os quais serão demonstrados os resultados da modelagem.....156

Tabela 16 - Profundidade de fechamento 176

Tabela 17: Retrocesso médio anual da linha de costa para o ano horizonte, segundo Brunn, considerando a elevação do nível do mar nos cenários das mudanças climáticas (Fonte: SMC-Tools). 186

Tabela 18: Características do equipamento de dragagem a ser utilizado na obra de preenchimento artificial da Meia Praia. 243

Tabela 19: Equipamentos disponíveis para dragagem e transporte. 247

Tabela 20: Cálculo de Ciclo da Dragagem, Produtividade, Prazos de execução e Número de Equipamentos Necessários por Capacidade. 253

Tabela 21: Maquinários utilizados nas obras. 254

Tabela 22: Informações sobre os resíduos sólidos e efluentes gerados nas obras. 263

Tabela 23: Empresas para destinação dos resíduos e efluentes gerados no canteiro de obras. 264

Tabela 24: Descrição da mão de obra. 265

Tabela 25: Cronograma físico de implantação das obras. 266

Tabela 26: Coordenadas de localização dos pontos de avaliação de balneabilidade. 298

Tabela 27: Localização dos trechos de drenagem. 298

Tabela 28: Resultados do Ponto 3. 300

Tabela 29: Resultados do Ponto 4. 301

Tabela 30: Resultados do Ponto 5. 303

Tabela 31: Resultados do Ponto 8. 304

Tabela 32: Resultados do Ponto 9. 306

Tabela 33: Localização dos trechos de drenagem. 308

Tabela 34: *Intensidade da chuva em mm/h, para um período de retorno de 50 anos* 314

Tabela 35: Coordenadas dos pontos auxiliares dos perfis topobatimétricos. 327

Tabela 36: Áreas dos polígonos ordenadas por sazonalidade (m²). 346

Tabela 37: Áreas dos polígonos ordenadas cronologicamente (m²). 347

Tabela 38: Taxa relativa à área dos polígonos e a extensão longitudinal do perfil praial (m²/m). 348

Tabela 39: Taxa de erosão/acresção mensal (m²/m/mês) 349

Tabela 40: Taxa de acresção/erosão entre aerofotografia de 1978 e imagem de satélite de 2004. 350

Tabela 41: Taxas de acresção/erosão (m²/m/mês) diluídas ao longo dos anos estudados. 350

Tabela 42: Lista das coordenadas UTM dos pontos de análise da vegetação à AID. 363

Tabela 43: Lista de espécies botânicas registradas no Ambiente A. 368

Tabela 44: Frequência e abundância das espécies amostradas.....371

Tabela 45: Lista de espécies botânicas em risco 372

Tabela 46: Lista de espécies botânicas - Ambiente B. 373

Tabela 47: Dados dendométricos das espécies vegetais - Ambiente B. 373

Tabela 48: Dados ecológicos das espécies botânicas - Ambiente B. 374

Tabela 49: Lista de espécies de mamíferos da AII. 385

Tabela 50: Exemplares da avifauna local registradas *in loco, campanhas março e julho/2024.* 389

Tabela 51: Lista de espécies de Aves da AID. 392

Tabela 52: Lista de espécies de anfíbios da AID e regiões de restinga de Itapema/SC. 395

Tabela 53: Lista de espécies de répteis da AII e regiões de restinga de Itapema/SC. 398

Tabela 54: Esforço de campo para a amostragem com o método de transectos em embarcação – Diagnóstico de cetáceos e quelônios – Projeto Itapema –SC. Campanhas de 2022. 403

Tabela 55: Esforço de campo para a amostragem com o método de transectos em embarcação – Diagnóstico de cetáceos e quelônios – Projeto Itapema –SC. Campanhas de 2024. 403

Tabela 56: Lista de espécies de cetáceos com potencial de ocorrência na área - Diagnóstico de cetáceos e quelônios. 406

Tabela 57: Lista de espécies de quelônios que ocorrem que ocorrem no litoral do de Santa Catarina Diagnóstico de cetáceos e quelônios. 413

Tabela 58: Coordenadas dos pontos pré-definidos de amostragem de ruídos subaquáticos - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema - SC. 422

Tabela 59: Informações referentes aos pontos de amostragem de ruídos subaquáticos - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema - SC. 426

Tabela 60: Tabelas com dados referentes aos pontos de amostragem de ruídos subaquáticos - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema – SC. 428

Tabela 61: Tabelas com dados referentes aos pontos de amostragem de ruídos subaquáticos - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema – SC. 429

Tabela 62: Pontos amostrais, coordenadas geográficas, localização, grupos da biota coletados, metodologia e número de amostras. 452

Tabela 63: Lista das espécies da ictiofauna coletada durante as amostragens de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 472

Tabela 64: Lista das espécies da carcinofauna coletada durante as amostragens de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 482

Tabela 65: Lista das espécies de peixes com importância econômica capturada data de 10/02/2012 e 09/07/2024 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 494

Tabela 66: Lista das espécies da carcinofauna e fauna acompanhante com importância econômica capturada data de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). 496

Tabela 67: Lista das espécies ameaçadas de extinção registradas nas coletas realizadas na coleta de 10/02/2022 e 09/07/2024, na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). (CR – Estado Crítico; VU – Vulnerável) 497

Tabela 68: Densidade dos organismos encontrados na área de estudo por ponto ambiente, total e contribuição (%). 500

Tabela 69: Densidade dos organismos zooplânctonicos por ponto amostral, densidade total e contribuição (%). Campanha fevereiro 2022. 513

Tabela 70: Densidade dos organismos zooplânctonicos por ponto amostral, densidade total e contribuição (%). Campanha julho de 2024. 515

Tabela 71: Densidade das espécies pertencentes ao fitoplâncton para cada amostra (cél./L) e densidade total. Campanha de fevereiro de 2022. 524

Tabela 72: Densidade das espécies pertencentes ao fitoplâncton para cada amostra (cél./L) e densidade total. Campanha de julho de 2024. 532

Tabela 73: Densidade das espécies pertencentes aos cistos de dinoflagelados encontrados na campanha de julho de 2024.....543

Tabela 74: Classificação de probabilidade. 598

Tabela 75: Classificação de Severidade. 598

Tabela 76: Matriz de Magnitude dos Impactos, ...599

Tabela 77: Aspectos e impactos ambientais na etapa de implantação do empreendimento. 602

Tabela 78: Aspectos e impactos ambientais na etapa de operação do empreendimento. 617

Tabela 79: Coordenadas dos pontos pré-definidos de amostragem de ruídos subaquáticos - Programa de monitoramento dos níveis de ruídos subaquáticos –

Projeto de licenciamento ambiental para alimentação artificial da praia de Itapema - SC 627

Tabela 80: Coordenadas de Localização de coleta amostral. 638

Tabela 81: Coordenadas de Localização de coleta amostral. 676

Tabela 82: Coordenadas de Localização de coleta amostral. 679

1 IDENTIFICAÇÃO

A seguir, dados do empreendedor, do empreendimento e responsável técnico do estudo.

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão Social	**PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPEMA**
CNPJ	82.572.207/0001-03
Endereço	Avenida Nereu Ramos, nº 134, Centro, CEP: 88220-000 Itapema/SC, Brasil.
Contato	(48) 3268-8000

1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO

Razão Social	**ALLEANZA PROJETOS E CONSULTORIA LTDA.**
CNPJ	05.347.435/0001-20
Endereço	R. Quinze de Novembro, 2230 – Fundos, CEP: 89201-601 Joinville/SC
Contatos	(47) 3804-0872 / adm@alleanzaprojetos.com.br

1.3 IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Nome	***Renan Gonçalves de Oliveira***
Formação	Engenheiro Ambiental
Endereço	R. Quinze de Novembro, 2230, CEP: 89201-601- Fundos, Joinville - SC
Contato	adm@alleanzaprojetos.com.br
Registro Profissional	*CREA-SC* 098.826-0
Anotação de Responsabilidade Técnica	8193695-3

Nome	**Daysi Nass dos Santos**
Formação	Engenheira Civil
Endereço	R. Quinze de Novembro, 2230, CEP: 89201-601- Fundos, Joinville - SC
Contato	adm@alleanzaprojetos.com.br
Registro Profissional	CREA SC Nº 055522-3
Anotação de Responsabilidade Técnica	8195828-1

Nome	**Sérgio Guilherme Gollnick**
Formação	Arquiteto
Endereço	R. Quinze de Novembro, 2230, CEP: 89201-601- Fundos, Joinville - SC
Contato	adm@alleanzaprojetos.com.br
Registro Profissional	CAU A8097-7
Anotação de Responsabilidade Técnica	

1.4 IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA

Nome	**Fábio Luiz Quandt**
Formação	Biólogo
Endereço	R. Quinze de Novembro, 2230, CEP: 89201-601- Fundos, Joinville - SC
Contato	fabio.quandt@gmail.com
Registro Profissional	095371/03-D
Anotação de Responsabilidade Técnica	2022/04667

Nome	**Andreoara Deschamps Schmidt**
Formação	Oceanógrafa
Endereço	R. Quinze de Novembro, 2230, CEP: 89201-601- Fundos, Joinville - SC
Contato	andreoarads@gmail.com
Registro Profissional	AOCEANO - 2471

Declaração de Habilitação Técnica	DHT 8782

Nome	**Fernando Augusto Sliva Hardt**
Formação	Biólogo
Endereço	R. Quinze de Novembro, 2230, CEP: 89201-601- Fundos, Joinville - SC
Contato	fehardt@yahoo.com.br
Registro Profissional	045379/03-D
Anotação de Responsabilidade Técnica	2022/04623

2 APRESENTAÇÃO

Este EAS faz parte dos estudos e projetos para o processo de licenciamento ambiental das obras do Sistema de Proteção Costeira, compreendendo o preenchimento artificial com areia da praia da Meia Praia (entre o rio Taboleiro dos Oliveiras e o rio Parquê), no município de Itapema/SC e tem como objetivo fornecer informações ao Instituto do Meio Ambiente - IMA, auxiliando a análise da viabilidade ambiental do empreendimento e a obtenção das devidas licenças ambientais.

As obras de preenchimento artificial com areia da praia visam promover um sistema de proteção costeira para obter uma defesa natural da costa contra as ações erosivas das ondas e assim melhorar a proteção da infraestrutura costeira e providenciar uma praia de boa qualidade com largura adequada para fins recreativos.

A área de intervenção compreende a Meia Praia, da foz do rio Taboleiro dos Oliveiras até o limite da futura obra do Píer Turístico no rio Perequê, em uma extensão de 4.750,00 m.



Figura 1: Área de Intervenção.

A alimentação artificial da Meia Praia será realizada entre as estruturas de molhes a fim de obter uma defesa natural da costa contra as ações erosivas das ondas melhorando a proteção da infraestrutura costeira, bem como providenciar uma praia de boa qualidade com largura adequada para fins recreativos.



Figura 2: Perfil praial após alimentação artificial da praia.

Este estudo foi elaborado em atendimento às legislações vigentes, em especial a Resolução CONAMA 001/1986 e CONSEMA nº 98 e 99/2017. Teve-se como Termo de Referência a Instrução Normativa nº 18 do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina, órgão licenciador, e documento elaborado pela Prefeitura Municipal de Itapema como parte do processo licitatório.

Nos capítulos seguintes serão apresentadas as características de implantação das obras, um diagnóstico ambiental das áreas de intervenção do empreendimento abordando os meios físico, biótico e socioeconômico, bem como a identificação e avaliação dos impactos ambientais associados às atividades. Associado aos

impactos apresenta-se as medidas mitigadoras e os programas ambientais que deverão ser adotados durante a instalação do empreendimento.

2.1 ENQUADRAMENTO DA ATIVIDADE

As atividades são definidas pela Resolução atualizada CONSEMA N° 98/2017, que “aprova, nos termos do inciso XIII, do art. 12, da Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009, a listagem das atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, define os estudos ambientais necessários e estabelece outras providências”.

A atividade em estudo se enquadra da seguinte forma:

33.40.00 - Alimentação artificial de praia
Potencial Poluidor/Degradador - Ar: Pequeno; Água: Médio; Solo: Médio; Geral: Médio
Porte Pequeno: VS ≤ 100.000 (EAS)
Porte Médio: 100.000 < VS < 500.000 (**EAS**)
Porte Grande: VS ≥ 500.000 (EIA)
VS = volume de sedimento (m³)

O volume de sedimentos depositado na praia será de 401.544,00 m³, porém, considerando uma perda de 20% (empolamento e overflow), o volume previsto para dragagem é de 481.852,80 m³. Deste modo, o empreendimento é enquadrado como porte médio, com apresentação de EAS – Estudo Ambiental Simplificado.

3 JUSTIFICATIVA

A orla de Itapema tem sido alterada com os eventos marítimos que modificam a linha de costa e causam retração na linha da praia atingindo a infraestrutura e a parte urbanizada já ocupada da praia. Praticamente toda a linha de costa da Meia Praia tem sido atingida, ao longo do processo de urbanização, por eventos que tem impactado na retração da praia reduzindo a reserva de areia, em especial as bermas e as dunas embrionárias que, por vezes tem causado prejuízos ambientais e econômicos.

O projeto de proteção costeira pretende ser um marco do processo de regeneração da orla e é também uma medida emergencial para que não haja maiores prejuízos ao ambiente natural e a infraestrutura urbana existente quando dos eventos costeiros mais críticos. Este projeto tem também como objetivo providenciar uma praia de boa qualidade com largura adequada para fins recreativos.

Sistemas de proteção costeira são usados para manter ou reconstruir sistemas naturais (falésias, dunas, zonas húmidas, e praias) ou para proteger edifícios, infraestrutura etc. em direção à terra da linha de costa. Um objetivo secundário é avaliar as muitas limitações que irão influenciar o desenho final. As principais preocupações para proteção do litoral são a redução de danos de tempestades costeiras, que podem ser geradas através de dois mecanismos:

- Inundações costeiras: Tempestades tropicais (furacões) produzem níveis de água elevados, (impulso de tempestade) que inundam e provocam danos às áreas costeiras. Tempestades extratropicais também causam danos pela inundação, prejudicando o tráfego, serviços médicos, a vida normal, produzindo impactos sociais e econômicos;

- Elevação das ondas. Níveis elevados de água também trazem a energia das ondas e danificam a área costeira, podendo provocar danos em marinas, cais, e demais infraestruturas costeiras.

Muitas vezes ações mitigadoras são necessárias em praias impactadas pelo desenvolvimento urbano, especialmente em locais onde este desenvolvimento não é supervisionado ou é ilegal (KLEIN et al., 2009).

Além da redução de danos, a mitigação da erosão costeira também é uma das propostas dos sistemas de proteção costeira. Tempestades criam a curto prazo eventos erosivos. A recuperação natural após as flutuações sazonais de tempestades pode não estar em equilíbrio, produzindo erosão a longo prazo.

Projetos de proteção costeira também agem para moderar a taxa de erosão média de longo prazo que provoca uma mudança no litoral ocasionada a partir de causas naturais ou provocadas pelo homem. Redução de erosão significa uma ampliação na zona que amortece o sedimento entre a terra e o mar. E, consequentemente, a mitigação da erosão se traduz em redução de danos causados por tempestades, inundações e ataque de ondas.

A alimentação artificial é um método de auxiliar a natureza em nutrir a praia com a areia que sofreu processo de erosão reduzindo a capacidade de proteção e o equilíbrio do balanço de sedimentos. As mudanças climáticas e o aumento gradativo verificado no nível do mar, mudanças de correntes e a maior recorrência de eventos críticos no mar exigem uma gestão costeira que seja preventiva e resiliente.

O preenchimento com areia da faixa da praia tem se consagrado como a melhor ferramenta de gerenciamento da linha de costa, protegendo e controlando a disponibilidade de sedimentos evitando a degradação da praia. A preservação e restauração das praias são processos usuais permitidos pela disponibilidade de equipamentos com grande capacidade de coletar sedimentos em locais onde estejam em abundância (jazidas de empréstimo) e distribuir estes sedimentos dos locais em que percebe a vulnerabilidade decorrente da ação humana ou da natureza que reduzem a capacidade natural das praias em responder aos eventos críticos.

Existem diversos métodos de proteção costeira que tenham baixo impacto ambiental. A utilização de areia é a de menor impacto e aquela que é considerada como uma restauração natural, pois não utiliza materiais e estruturas estranhas ao local. Utiliza-se uma jazida de empréstimo que tenha as características minerais e

granulométricas idênticas ou semelhantes a praia, através do processo de dragagem do material na jazida e despejo o sedimento na praia.

Deve-se também considerar a restauração do ecossistema, dos recursos ambientais perdidos, orientando a concepção do projeto também para questões ambientais, econômicas e institucionais, proporcionando uma melhor proteção às estruturas em terra contra eventos extremos, aumentando o potencial de ocupação da praia e, consequentemente, o potencial de exploração turística e rentabilização econômica.

3.1 DESASTRES NATURAIS

Uma das justificativas ao empreendimento proposto é a recorrência de eventos costeiros extremos, como elevação das ondas e tempestades costeiras. Estes eventos podem causar desastres naturais, sendo o engordamento da praia uma das formas de evitar prejuízos à orla marítima e infraestruturas urbanas.

Visando apresentação de dados que corroborem as justificativas do empreendimento proposto, foram levantadas informações sobre os desastres naturais que ocorreram na região.

A análise dos desastres naturais foi efetuada a partir da consulta de eventos com decretos homologados na Defesa Civil de Santa Catarina, entre os anos de 1999 e 2023. Para o presente estudo, foram considerados eventos com influência direta e indireta, no litoral, sendo os primeiros grifados em amarelo e os demais grifados em verde, na Tabela 1. Os municípios avaliados são Itapema e Porto Belo, tendo em vista, as influências compartilhadas em função da posição geográfica. Em seguida serão apresentadas informações colhidas de reportagens sobre eventos extremos que ocorreram no município.

Durante os 25 anos de dados avaliados, foram registrados dois eventos de influência direta em Itapema, sendo um de erosão costeira, ocorrido em 2017, e outro de mobilidade de duna, ocorrido em 2022. Os eventos de influência indireta somam três ocorrências, sendo todas de vendavais, ocorridos em 2018, 2020 e 2023.

Na costa de Porto Belo, por sua vez, foram registrados 6 eventos de influência direta, sendo 5 ressacas ocorridas nos anos de 2016, 2018, 2022 e dois eventos em 2020, e um evento de mobilidade de dunas ocorrido em 2019. Já os eventos indiretos registrados, também de vendavais, ocorreram em 2018, dois eventos, 2019, 2020 com 5 eventos e um evento em 2022 e um em 2023.

Também foram consultados diversos meios de comunicação escrita, sendo observados 3 eventos de ressaca litorânea. O evento ocorrido em 2017 atingiu os municípios de Itapema e Porto Belo, já os eventos observados em 2022 e 2023, atingiram apenas o município de Itapema. Cabe ressaltar que nenhum destes eventos noticiados nos meios de comunicação foram homologados na Defesa Civil.

Tabela 1: Avaliação de desastres naturais com decretos homologados na Defesa Civil de Santa Catarina, entre os anos de 1999 e 2023.

Ano desastre	Nome do Município	Tipologia Evento	Data do Desastre	Nível do Desastre (I, II ou III)
2023	Itapema	Chuvas Intensas	23/03/2023	SE-II
2023	Itapema	Vendaval	13/07/2023	SE-II
2023	Porto Belo	Chuvas Intensas	23/03/2023	SE-I
2023	Porto Belo	Vendaval	14/07/2023	SE-I
2022	Itapema	Mobilidade de Dunas	10/08/2022	*
2022	Itapema	Chuvas Intensas	20/12/2022	SE-II
2022	Porto Belo	Alagamentos	21/03/2022	*
2022	Porto Belo	Ressacas	15/04/2022	*
2022	Porto Belo	Vendaval	04/05/2022	*
2022	Porto Belo	Chuvas Intensas	10/08/2022	SE-II
2022	Porto Belo	Chuvas Intensas	12/12/2022	SE-II
2022	Porto Belo	Chuvas Intensas	20/12/2022	SE-II
2021	Itapema	Chuvas Intensas	01/03/2021	*
2021	Itapema	Chuvas Intensas	09/03/2021	SE-II
2021	Porto Belo	Chuvas Intensas	24/01/2021	*
2021	Porto Belo	Alagamentos	25/02/2021	*
2021	Porto Belo	Chuvas Intensas	01/03/2021	*
2021	Porto Belo	Chuvas Intensas	09/03/2021	*
2021	Porto Belo	Onda de Frio - Geadas	27/07/2021	*
2020	Itapema	Chuvas Intensas	10/01/2020	I
2020	Itapema	Vendaval	30/06/2020	III
2020	Porto Belo	Chuvas Intensas	11/01/2020	I
2020	Porto Belo	Vendaval	26/02/2020	I

Ano desastre	Nome do Município	Tipologia Evento	Data do Desastre	Nível do Desastre (I, II ou III)
2020	Porto Belo	Ressacas	04/04/2020	I
2020	Porto Belo	Ressacas	08/04/2020	I
2020	Porto Belo	Estiagem	22/05/2020	I
2020	Porto Belo	Vendaval	30/06/2020	III
2020	Porto Belo	Vendaval	15/08/2020	I
2020	Porto Belo	Deslizamentos	08/09/2020	I
2020	Porto Belo	Vendaval	03/11/2020	I
2020	Porto Belo	Vendaval	14/12/2020	I
2020	Porto Belo	Chuvas Intensas	15/12/2020	I
2020	Porto Belo	Chuvas Intensas	27/12/2020	I
2019	Itapema	Chuvas Intensas	17/02/2019	I
2019	Porto Belo	Alagamentos	13/01/2019	I
2019	Porto Belo	Alagamentos	24/01/2019	I
2019	Porto Belo	Chuvas Intensas	17/02/2019	I
2019	Porto Belo	Vendaval	18/10/2019	I
2019	Porto Belo	Mobilidade de Dunas	30/10/2019	I
2018	Itapema	Chuvas Intensas	11/01/2018	SE-II
2018	Itapema	Vendaval	22/01/2018	I
2018	Itapema	Granizo	05/06/2018	I
2018	Porto Belo	Chuvas Intensas	11/01/2018	SE-II
2018	Porto Belo	Vendaval	22/01/2018	I
2018	Porto Belo	Chuvas Intensas	31/03/2018	I
2018	Porto Belo	Ressacas	14/04/2018	I
2018	Porto Belo	Alagamentos	24/11/2018	I
2018	Porto Belo	Vendaval	21/12/2018	I
2017	Itapema	Erosão Costeira/Marinha	30/09/2017	I
2017	Porto Belo	Deslizamentos	15/04/2017	I
2017	Porto Belo	Chuvas Intensas	22/06/2017	I
2016	Itapema	Alagamentos	25/03/2016	I
2016	Itapema	Alagamentos	13/04/2016	I
2016	Porto Belo	Deslizamentos	25/03/2016	I
2016	Porto Belo	Enxurrada	25/03/2016	I
2016	Porto Belo	Enxurrada	13/04/2016	I
2016	Porto Belo	Ressacas	15/09/2016	I
2015	Itapema	Deslizamentos	27/05/2015	I
2015	Itapema	Inundações	22/10/2015	I
2011	Porto Belo	Enxurrada	23/01/2011	
2011	Porto Belo	Enxurrada	20/04/2011	
2010	Itapema	Enxurrada	19/05/2010	SE
2010	Itapema	Enxurrada	16/08/2010	PSE
2009	Itapema	Enxurrada	06/03/2009	PSE
2008	Itapema	Enxurrada	01/02/2008	SE

Ano desastre	Nome do Município	Tipologia Evento	Data do Desastre	Nível do Desastre (I, II ou III)
2008	Itapema	Enxurrada	22/11/2008	SE
2008	Porto Belo	Enxurrada	24/11/2008	SE
2005	Porto Belo	Granizo	14/03/2005	SE
2004	Itapema	Enxurrada ou inundações Bruscas	15/03/2004	ECP
2004	Porto Belo	Enxurrada ou inundações Bruscas	15/03/2004	SE
2004	Porto Belo	Enxurrada ou inundações Bruscas	12/04/2004	ECP
2000	Porto Belo	Enxurrada ou inundações Bruscas	15/02/2000	0005/00 SE
Ano desastre	Nome do Município	Tipologia Evento	Data do Desastre	Imprensa
2023	Itapema	Ressaca	16/06/2023	TV diarinho - Itapema
2022	Itapema	Ressaca	17/05/2022	ND mais
2017	Itapema e Porto Belo	Ressaca	11/08/2017	G1

- Estão grifados em amarelo os eventos que incidem diretamente no litoral.

Segue dados das reportagens consultadas e indicadas na tabela acima.

Data da reportagem: 17/05/2022

Data do ocorrido: 16/05/2022

Manchete: Em Itapema, moradores registraram ondas que tomaram conta do Molhe do Canto da Praia já na segunda-feira (16).[1]

[1] https://ndmais.com.br/tempo/video-ressaca-toma-conta-de-praias-e-acende-alerta-no-litoral-norte-de-sc/



Figura 3: Imagem apresentada na reportagem do dia 17/05/2022. Fonte da imagem: Claudia Soares.



Figura 4: Imagem apresentada na reportagem do dia 17/05/2022. Fonte da imagem: Fernanda N. Dalberto.

Data da reportagem: 11/08/2017

Manchete: Um bar flutuante foi arrastado de Porto Belo para Itapema, no Litoral Norte catarinense, após uma ressaca no mar. A estrutura foi encontrada a cinco quilômetros de distância do local original na manhã desta sexta-feira (11).[2]



Figura 5: Infográfico apresentado na reportagem.

[2] https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/ressaca-arrasta-bar-flutuante-por-cinco-quilometros-em-sc.ghtml



Figura 6: Imagem apresentada na reportagem do dia 11/08/2017. Fonte imagem: Luiz Souza/RBS TV

Data da reportagem: 16/06/2023

Manchete: “A ressaca causada pelo ciclone extratropical no litoral de Santa Catarina provocou estragos no novo molhe da foz do rio Tabuleiro das Oliveiras, entre a Meia Praia e o centro de Itapema.”[3]



Figura 7: Imagem apresentada na reportagem do dia 16/06/2023. Fonte da imagem: Fonte: TV Diarinho.

[3] https://diarinho.net/materia/644589/Ressaca-destroi-novo-molhe-na-Meia-Praia

3.2 PROJETO ORLA

O Projeto Orla foi lançado com intuito de compatibilizar as políticas ambiental, urbana e patrimonial por meio da gestão integrada. Os objetivos estratégicos do Projeto Orla estão baseados nas seguintes diretrizes:

- Fortalecimento da capacidade de atuação e da articulação de atores públicos e privados na gestão integrada da orla, com aperfeiçoamento das normas de ordenamento de uso e ocupação do espaço;
- Desenvolvimento de mecanismos institucionais de mobilização social para a gestão integrada;
- Estimulação de atividades socioeconômicas de desenvolvimento sustentável da orla.

O Plano de Gestão Integrada para o município de Itapema tem por finalidade propor e implementar medidas e ações que possibilitem o ordenamento territorial e o uso da orla, contribuindo para a implantação das diretrizes e compromissos assumidos na esfera do GERCO-SC, e para o desenvolvimento do turismo sustentável no município, através de projetos que visem à proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável executados de forma harmoniosa. O projeto Orla de Itapema (2019) dividiu a orla de Itapema em unidades de paisagem e estas foram divididas em trechos de planejamento da orla. A área em estudo compreende os trechos 2.1, 2.2 e 2.3, os quais são descritos conforme Projeto Orla.

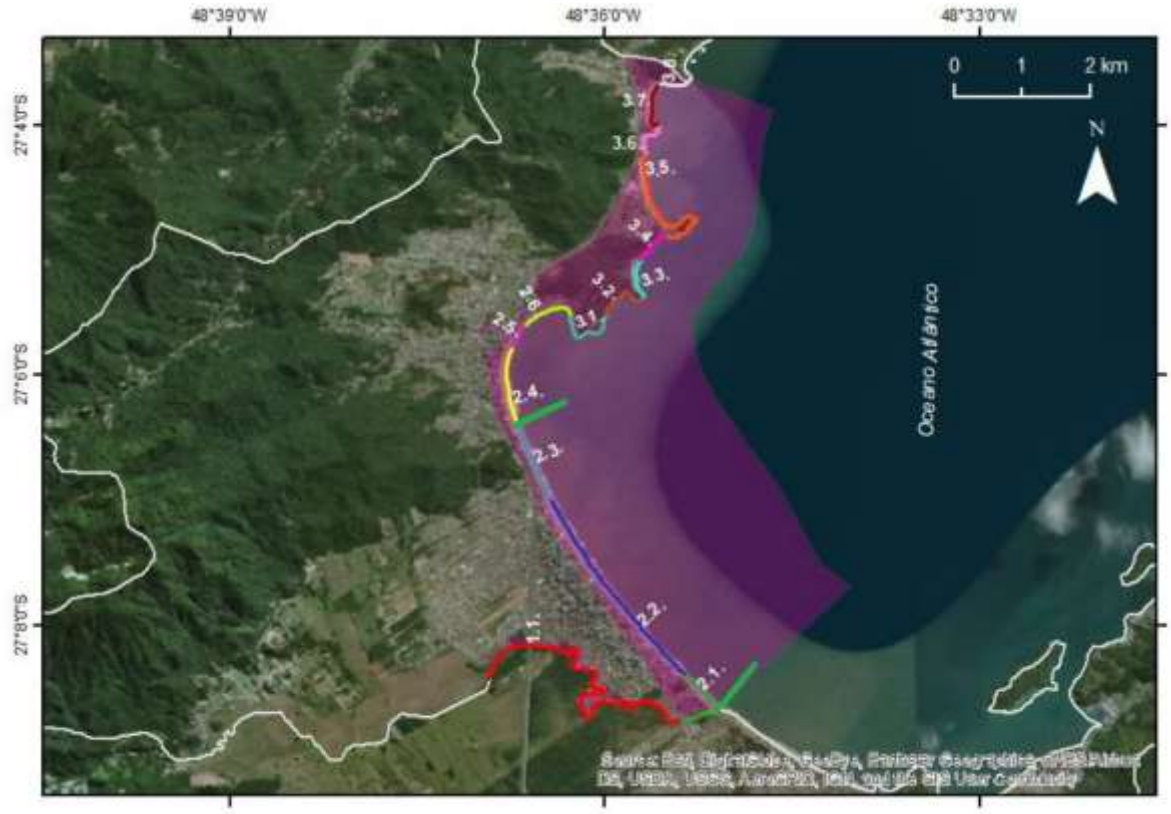


Figura 8: Trechos de planejamento da Orla de Itapema. (Fonte: Adaptado de Projeto Orla de Itapema (2019).

O trecho 2.1 está localizado entre a foz do Rio Perequê e a Rua 305. O cenário atual nesse trecho são edificações de baixo e alto gabarito na orla da praia acompanhada de urbanização e áreas de lazer do parque linear e calçadão. O cenário tendência nesse trecho é a ocupação de todos os lotes das quadras com edificações de alto gabarito, mas também implantação de equipamentos públicos de segurança e lazer na orla da praia. O cenário desejado é a implantação de Equipamentos públicos e de segurança (Posto guarda vidas) e lazer (revitalização e manutenção do parque linear com quadras permanente de esporte, parque infantil, academia etc.) na orla da praia e permanência e implantações de construções de baixo gabarito. Substituição da vegetação exótica por vegetação nativa. Fixação da barra do Rio Perequê com Píer Turístico com acesso ao público gratuito, e se necessário o engordamento da Orla nesse trecho.

O trecho 2.2 está localizado entre a Rua 305 à Rua 205. O cenário atual nesse trecho é a ocupação da orla da praia com edificações de médio e alto porte em

relação ao gabarito, acompanhada de urbanização e áreas de lazer do parque linear e calçadão. O cenário tendência é o incremento da ocupação urbana com edificações de alto gabarito na orla da praia, acompanhada com implantação de equipamentos públicos de segurança e lazer na orla da praia. Cenário desejado é a revitalização e manutenção do parque linear com quadras permanente de esporte, parque infantil, academia etc. Engordamento da Orla (faixa de praia). Implantação de equipamentos públicos (ranchos fixo de pesca padronizados e Píer ou trapiche flutuantes temporários) para embarque e desembarque de turistas nas embarcações.

O trecho 2.3 está localizado entre a Rua 205 e o Rio Taboleiro das Oliveiras. O cenário atual nesses trechos é a ocupação da orla da praia com edificações de baixo, médio e alto porte em relação ao gabarito, existindo ainda a presença de vegetação em algumas áreas. O cenário tendência é o incremento da ocupação urbana com edificações de alto gabarito na orla da praia provocando um adensamento urbano. O cenário desejado para o trecho 2.3 é a permanência das edificações de médio e baixo porte. Permanência da vegetação nativa local da orla da praia. Implantação de ligações por meio de deck ou parque linear entre meia praia e praia do centro.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE

4.1 LOCALIZAÇÃO

A praia de Meia Praia está localizada no município de Itapema, no litoral centro-norte de Santa Catarina. O município de Itapema está inserido na Região Geográfica Intermediária de Blumenau (anterior mesorregião do Vale do Itajaí) e na Região Geográfica Imediata de Itajaí (anterior microrregião de Itajaí). Tem como limites norte os municípios de Balneário Camboriú e Camboriú; a oeste Tijucas, a leste o Oceano Atlântico e sul o município de Porto Belo.



Figura 9: Localização da área em estudo.

O acesso a Itapema pode ser feito pela rodovia BR 101, que atravessa o município no sentido norte-sul.

As obras de preenchimento artificial da praia se estenderão por 4.750 metros lineares, entre os rios Perequê e Taboleiro dos Oliveiras.

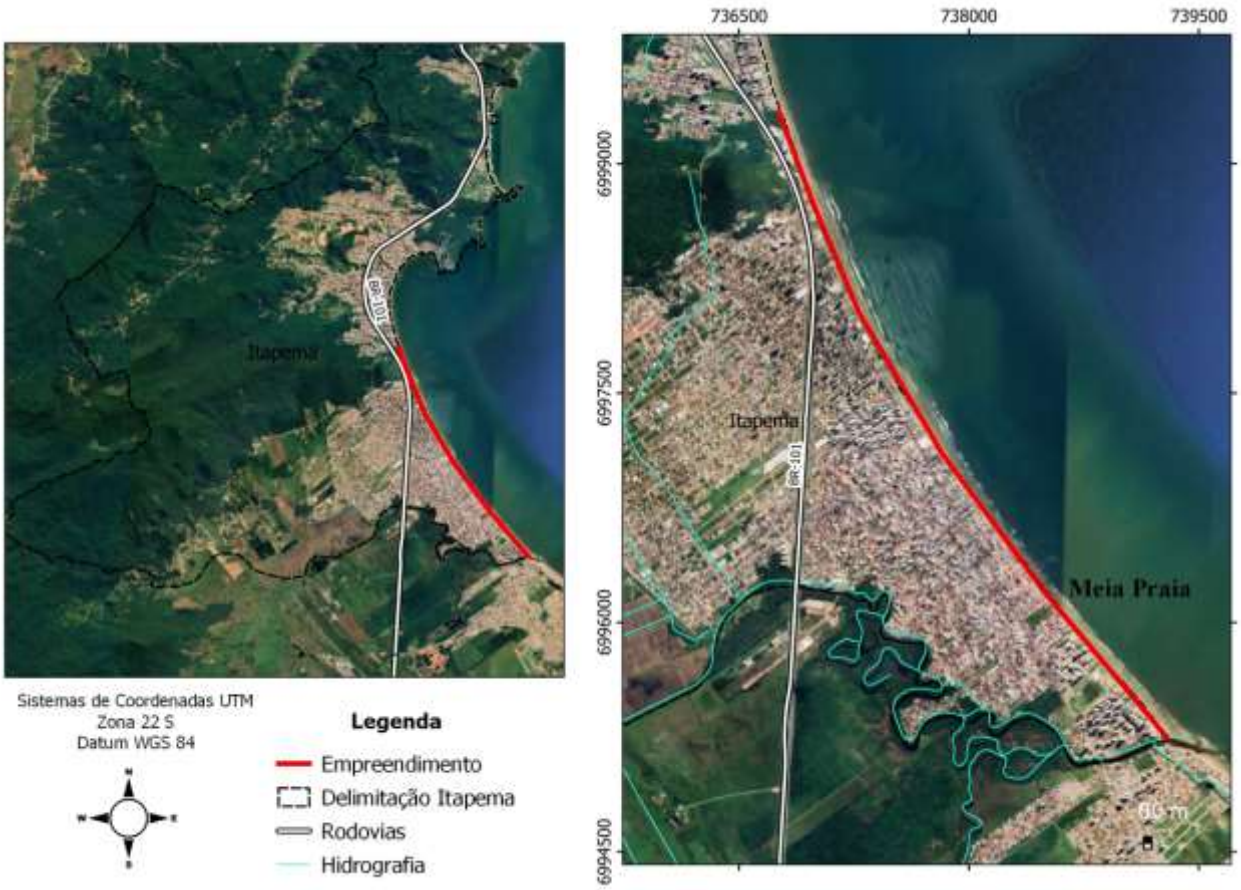


Figura 10: Localização do empreendimento.

Apresenta-se a seguir localização do empreendimento conforme carta topográfica oficial.

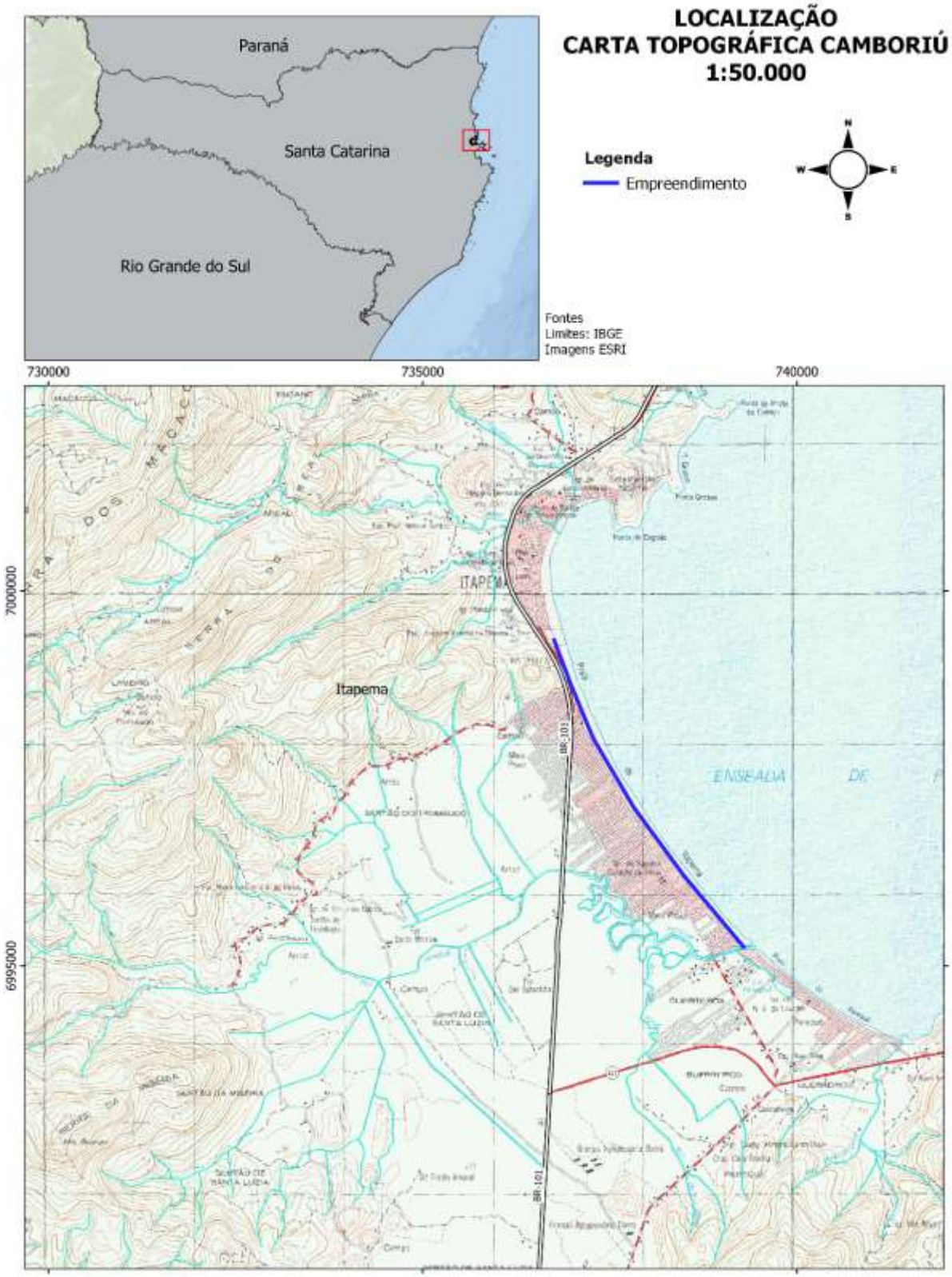


Figura 11: Localização conforme carta topográfica.

4.2 CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA

As obras de alimentação artificial da Meia Praia têm por finalidade a ampliação do perfil praial para minimizar o efeito dos processos erosivos observados ao longo da orla, contendo os danos resultantes dos eventos de alta energia e mudança na direção de ondas, além de proporcionar e uma praia de boa qualidade com largura adequada para fins recreativos.

Essa proteção pode ser obtida através de técnicas de engordamento artificial de praia ou da combinação de engordamento e estruturas rígidas para estabilização da engorda, tais como quebra-mares costeiros e/ou espigões transversais, os quais diminuem a perda de sedimentos e aumentam a vida útil da obra. A escolha deve ser realizada com base nos resultados de uma análise pormenorizada de funcionalidade, custo/ benefício, impactos ambientais ligados a questões socioeconômicas, ecológicas e estéticas, assim como de influência nas áreas adjacentes.

Neste projeto, serão utilizados em conjunto com as intervenções de alimentação da praia para estabilizar a obra, preservando os sedimentos na célula, para suportar o rebaixamento da praia durante os eventos de tempestade e, portanto, manter uma proteção adequada para a praia.

A solução a ser adotada consiste na alimentação artificial por meio de aterro hidráulico, ao longo de toda a faixa de praia, numa extensão total de 4.750 metros, desde a foz do Rio Taboleiro das Oliveiras até a foz do Rio Perequê.

Com a finalização das obras de fixação das desembocaduras dos Rios Taboleiro das Oliveiras (construção de molhes) e Perequê (construção do píer turístico como contenção), será possível iniciar a execução da obra de alimentação praial.

O molhe da foz do Rio Taboleiro das Oliveiras possui extensão de 210,00m, até a profundidade de -3,00m, 4,00 de largura de crista e cota superior de +3,50m IBGE.

A fixação do Rio Perequê se dará a partir da construção de um píer turístico com um bloco maciço de areia contida perifericamente por uma cortina de estacas pranchas e alimentação artificial da praia no trecho entre rios.

A areia para o aterro será proveniente de uma jazida submersa situada à aproximadamente 17 km da praia.

4.2.1 PREMISSAS DE PROJETO

Os cálculos nos modelos indicaram que a cota de inundação, considerando também a elevação do mar devido ao espraiamento de ondas durante as ressacas, pode atingir valores da ordem de 2,30 m do nível de referência (DHN) para um período de retorno de 100 anos. Na prática isto significa que quando o nível de espraiamento potencial excede a cota máxima da praia, esta começa a ser inundada. Este alagamento frequentemente chega a atingir a orla marítima.

A análise da dinâmica dos perfis transversais indicou que o recuo máximo da linha de costa durante uma ressaca extrema (período de recorrência de 100 anos) pode atingir até 10 m na parte central da praia. Além disso, a análise da dinâmica da configuração da linha de costa indicou que flutuações na linha de costa com menor intensidade podem acontecer devido a variações no transporte litorâneo.

No dimensionamento do projeto de alimentação artificial também deve se considerar a elevação de longo prazo do nível do mar. A estimativa de aumento do nível do mar para um horizonte de aproximadamente 100 anos é de 38cm. Se nenhum suprimento adicional de sedimentos for fornecido à praia, o ajuste vertical do perfil pode ser atingido com uma migração do perfil em direção à costa, ou seja, erosão de praia. É possível compensar o aumento do nível do mar no perfil transversal da linha da costa com sedimento adicional fornecido à praia através de alimentação artificial. Ao incluir os efeitos do aumento do nível médio do mar no plano de alimentação artificial, o impacto dos alagamentos pode ser reduzido.

A profundidade ativa da praia (profundidade de fechamento), definida como a profundidade limite acima da qual o sedimento no leito do mar pode ser mobilizado pela ação de ondas e correntes, varia entre 2,00 e 3,00 m.

O projeto de alimentação artificial da Meia Praia considera que as variações naturais da posição da linha de costa possam ser absorvidas pela praia, sem causar danos à infraestrutura costeira. Além disso, a praia terá altura e largura suficientes para diminuir o risco e o impacto de alagamento.

Para atender os conceitos apresentados acima e definir as características geométricas do aterro, dos perfis de equilíbrio e dos perfis de construção, serão utilizados os resultados dos estudos apresentados no Relatório Técnico de Projeto.

Tabela 2: Resultados dos estudos a serem utilizados na definição da geometria da praia.

Recuo da linha da costa	
Processo litorâneo	Distância
Dinâmica do perfil transversal	10,00 m
Retrocesso da linha de costa (cenário de mudanças climáticas)	65,00 m
Variações no transporte litorâneo	2,20 m
Largura mínima da praia	15,00 m
Nível do mar	
Cota de inundação	2,30 m (RN SMC) / 1,60 m (IBGE)
Elevação do nível do mar	0,38 m
Cota mínima da alimentação artificial	2,00 m (IBGE)

O material que será usado na obra de aterro hidráulico deverá ser de boa qualidade e compatível com as características da praia atual, que possui diâmetro mediano dos grãos (D50) entre 0,15mm e 0,17mm, para que o perfil final da praia não seja alterado em relação ao perfil existente, mantendo-se as condições hidrodinâmicas da área de intervenção.

Caso seja usado material diferente do sedimento existente na praia, poderão ocorrer alterações na morfodinâmica da área. Além disso, um material mais fino poderia ser levado pela dinâmica transversal ou longitudinal, além do que seria necessário um maior volume para estabilização da praia.

Ao contrário, um material mais grosso, apesar de necessitar de um volume menor para estabilização, poderia ocasionar aumento da declividade de fundo, tornando-se

uma praia mais refletiva. Ao contrário, um material mais grosso, apesar de necessitar de um volume menor para estabilização, poderia ocasionar aumento da declividade de fundo, tornando-se uma praia mais refletiva.

4.2.2 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS DA JAZIDA SEDIMENTAR

A jazida sedimentar define a área de onde o sedimento será retirado para execução do aterro hidráulico, sendo necessário haver compatibilidade dos sedimentos para o aterro em relação ao sedimento da praia original.

Inicialmente foi prevista a utilização da mesma jazida utilizada na obra de Alimentação Artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, devido aos seguintes fatores:

- ✓ apresenta compatibilidade entre o sedimento da jazida e o sedimento existente na praia;
- ✓ disponibilidade de 1.400.000,00 m³ (já considerando o que foi utilizado na Praia Central de Balneário Camboriú).
- ✓ possui disponibilidade de 1.400.000,00 m³ (já considerando o que foi utilizado na Praia Central de Balneário Camboriú. Além disso, outras características corroboram para a utilização desta área como fonte de sedimento:
- ✓ inexistência de camada de lama a ser removida, com menos de 5% de sedimentos finos no sedimento da jazida;
- ✓ não foram verificadas alterações no transporte de sedimentos ou na morfologia da praia e da região marinha adjacente;
- ✓ não há conflitos com a atividade pesqueira ou atividades náuticas e de lazer;
- ✓ possui os estudos ambientais necessários e já se encontra licenciada pelo órgão ambiental.

No entanto devido à profundidade de dragagem, que demanda um equipamento de maior porte, e distância de transporte da jazida até a área de intervenção, que é de

aproximadamente 20km, o município de Itapema entendeu ser necessária a prospecção de jazida sedimentar mais próxima da área de intervenção.

O município então contratou a UNIVALI (contrato 022/2022/PMI) para realizar estudos ambientais do meio físico, biótico e socioeconômico na orla do município de Itapema e foz do rio Perequê para obras de recuperação da faixa de areia por meio de aterro hidráulico, tendo por objetivos: (i) delimitar uma potencial jazida de areia localizada na Enseada de Porto Belo a ser utilizada para construção do aterro que se estenderá por 4.750 m entre a foz dos rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê, no limite com o Município de Porto Belo, segundo Projeto Executivo (RT-ALL-ITP-22-01-PC-001-REV00), elaborado pela Alleanza Arquitetura Urbana & Engenharia; (ii) caracterizar a macrofauna bentônica, verificando impactos advindos da obra de dragagem e aterro.

O resultado do estudo indicou que não havia compatibilidade de sedimentos na área prospectada, devido às características de material muito fino encontrado na jazida. Por esta razão, o município de itapema realizou em abril de 2004 uma nova contratação para o Estudo Técnico de Caracterização da jazida de Balneário Camboriú na engorda da Praia de Itapema/SC. A empresa contratada foi a SEACARUSO Soluções Oceânicas e Energias Renováveis, que realizou a atualização da caracterização da jazida sedimentar de Balneário Camboriú, cujo objetivo principal é avaliar a viabilidade de utilizar o material sedimentar da jazida para o projeto de recuperação da Praia de Itapema/SC.

4.2.2.1 Características da Jazida Prospectada

A jazida sedimentar de Balneário Camboriú possui uma área de aproximadamente 2.537,601m² e foi utilizada para implementação do alargamento da faixa de areia da Praia Central de Balneário Camboriú no ano de 2021. Sua localização fica a cerca de 17km do município de Itapema. A referida jazida possui uma anomalia magnética identificada em 2011, e, por isso, foi dividida em duas porções: “Jazida Oeste” (Corte

1 e Corte 2) e “Jazida Leste” (Corte 3), de forma a preservar o local da anomalia (Figura 12).



Figura 12: Demarcação da jazida sedimentar. Fonte: Seacaruso,2024.

Para a utilização do material da jazida sedimentar marinha no engordamento praial foi verificada a compatibilidade dos sedimentos, considerando características como granulometria, cor, porcentagem de material fino (silte e argila), teor de carbonatos e matéria orgânica, além da análise da presença de contaminantes. Além disso, a localização (profundidade), a distância da jazida em relação à praia a ser alimentada e o volume de material disponível a ser dragado.

O estudo demonstrou que o material da jazida também apresenta características de areia fina, com D_{50} de 0,16mm, grau de seleção moderadamente selecionado e coloração variando entre cinza amarelado e cinza claro. Destacou ainda que a análise da coloração foi feita com amostras ainda úmidas, o que pode afetar a

interpretação, mas espera-se que o material seco tenha características análogas aos da areia disposta na Praia Central de Balneário Camboriú/SC.

Em termos de compatibilidade do material da área de empréstimo com o material nativo da praia, o Coastal Engineering Manual (USACE) estabelece alguns critérios que podem servir como base para a interpretação dos resultados obtidos neste estudo. Como critério de compatibilidade do tamanho do grão, consideradas as limitações de áreas de empréstimos disponíveis, quando o compósito da praia nativa apresenta tamanho mediano de grão entre 0,15 mm e 0,2 mm, como é o caso do sedimento nativo da praia, o material de empréstimo deve apresentar compósito com diâmetro mediano dentro do intervalo de ± 0,01 mm para ser considerado compatível.

Diante disso, os resultados demonstram que a síntese dos materiais de pacote sedimentar da área de empréstimo selecionada é compatível com o da praia nativa, que varia entre 0,15 e 0,17 mm.

Quanto ao volume de sedimentos disponível na jazida, foram avaliados cenários variando a cota de aprofundamento da dragagem, considerando a área de 249.493m² da poligonal norte, localizado na porção leste da jazida sedimentar (Figura 13).

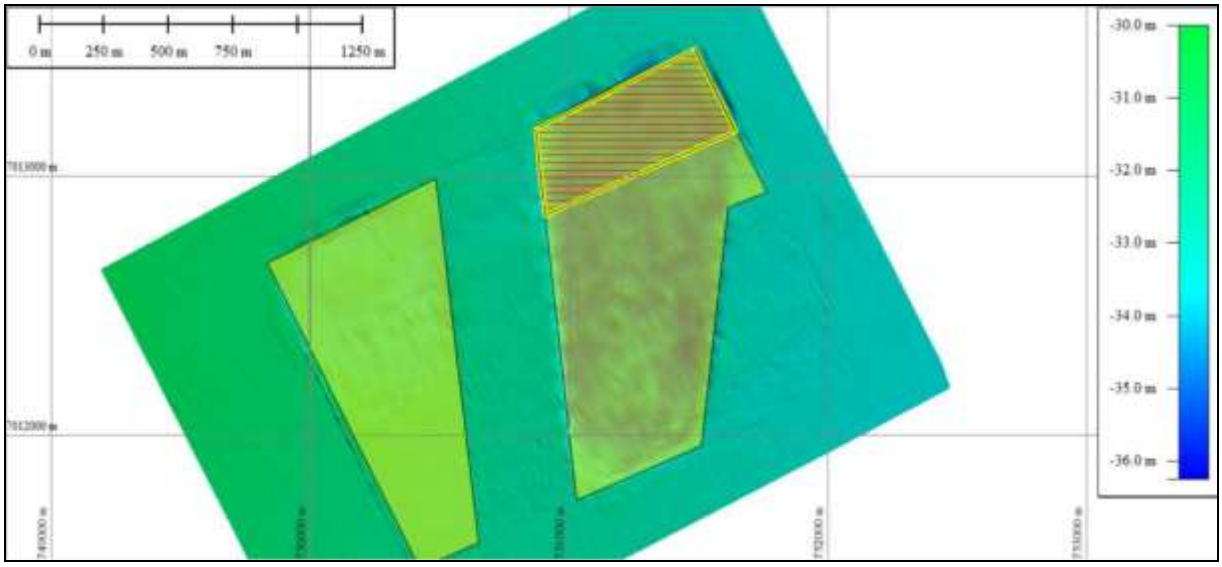


Figura 13: Poligonal norte delimitada para dragagem (área hachurada) para a obra de engorda da Praia de Itapema/SC (Seacaruso, 2024)

Para atender a premissa de projeto de 481.852,80m³ para a alimentação artificial da orla da Meia Praia, a dragagem deve ser efetuada até a cota de -37 metros, com sobredragagem até a cota de -37,50 metros, garantindo o volume necessário para a obra de engorda.

4.2.3 PERFIL DE EQUILÍBRIO

As praias respondem morfologicamente às mudanças do clima de ondas (altura, período e direção), ajustando sua posição em planta e em perfil. A forma em planta de uma praia é governada principalmente por correntes induzidas pelas ondas, a quantidade de sedimentos existente, o tamanho do grão e os limites que confinam a praia. Correntes longitudinais também interferem na disposição do equilíbrio praial, na sua forma plana, devido ao seu potencial transporte de sedimentos.

O estudo de ondas mostrou que as direções de ondas na praia são fortemente determinadas pela configuração da linha de costa em uma escala regional. O promontório sul da praia providencia abrigo para as maiores ondas dos setores SE até S. Por isso as condições são relativamente calmas.

Variações na direção de onda na zona offshore praticamente não se refletem nas condições de ondas perto da costa. Os cálculos mostram que a direção residual da onda é praticamente igual à atual orientação local da linha de costa. Esta observação é muito importante na avaliação da estabilidade da alimentação artificial da praia e indica que a configuração da praia após a implantação da obra terá a mesma que a praia atual. A obra de alimentação praial conforme projetada somente criará um alargamento da praia sem mudar a orientação da linha de costa o que significa que, além das estruturas de fixação dos Rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê, não será necessária nenhuma estrutura adicional para conter a linha de costa e estabilizar a obra.

Em relação ao perfil de equilíbrio transversal, também denominado perfil praial, são consideradas as seguintes características para inclusão no modelo (Figura 14): zona da berma ou praia seca, que vai desde a intersecção da praia com a batimetria até a linha de costa; perfil de equilíbrio, que vai desde a linha de costa até a profundidade de fechamento do perfil (h*); talude de intersecção ao pé do perfil, que possui declividade constante e paralela ao perfil, estende-se desde h* até sua intersecção com o terreno base e o terreno original, tanto na área da praia seca como no pé do perfil. Um outro talude, de declividade perpendicular ao perfil da praia, é considerado na intersecção do pé do perfil com o terreno base.

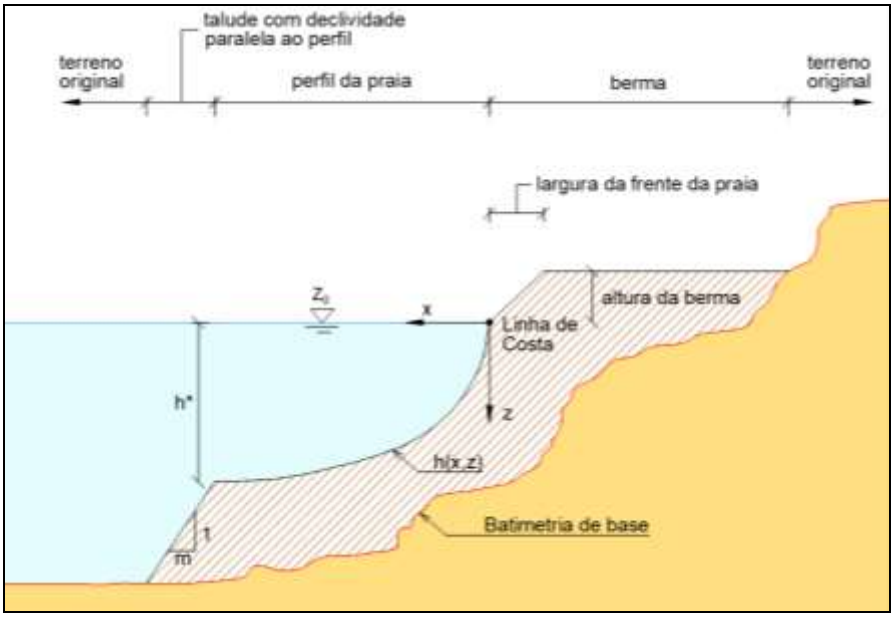


Figura 14: Esquema do perfil da praia de equilíbrio utilizado no modelo (Fonte: a autora).

A expressão parabólica do perfil de equilíbrio de Dean ($h=Ax^{2/3}$), que considera apenas uma região ao longo do perfil, melhor representou os perfis analisados. Foi considerado no modelo a profundidade de fechamento de 3,00m, conforme projeto. A equação resultou em um perfil muito próximo do perfil existente, podendo ser utilizado para o cálculo do perfil de alimentação artificial (Figura 15). A inclinação variou de 1:20 a 1:30 no pós-praia e na face praial, enquanto na antepraia a inclinação característica é de 1:45. Para a análise do perfil de equilíbrio, foi utilizado o diâmetro do sedimento da praia.

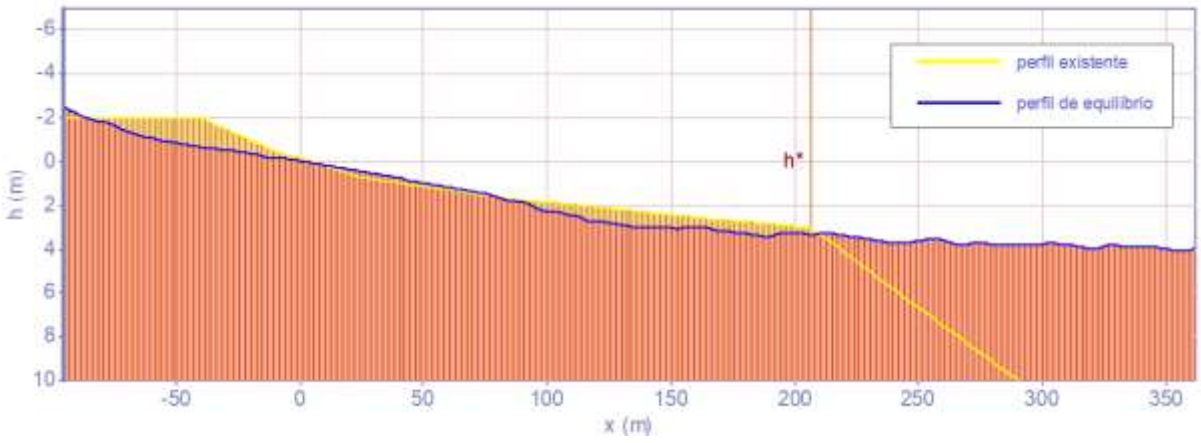


Figura 15: Esquema do perfil da praia de equilíbrio utilizado no modelo.

4.2.4 ANÁLISE DA MORFODINÂMICA DA COSTA APÓS A IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DA PRAIA.

A partir da geometria definida para as obras de alimentação artificial da praia, combinada com as obras de fixação da foz dos Rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê, foi realizada uma nova análise da morfodinâmica da costa.

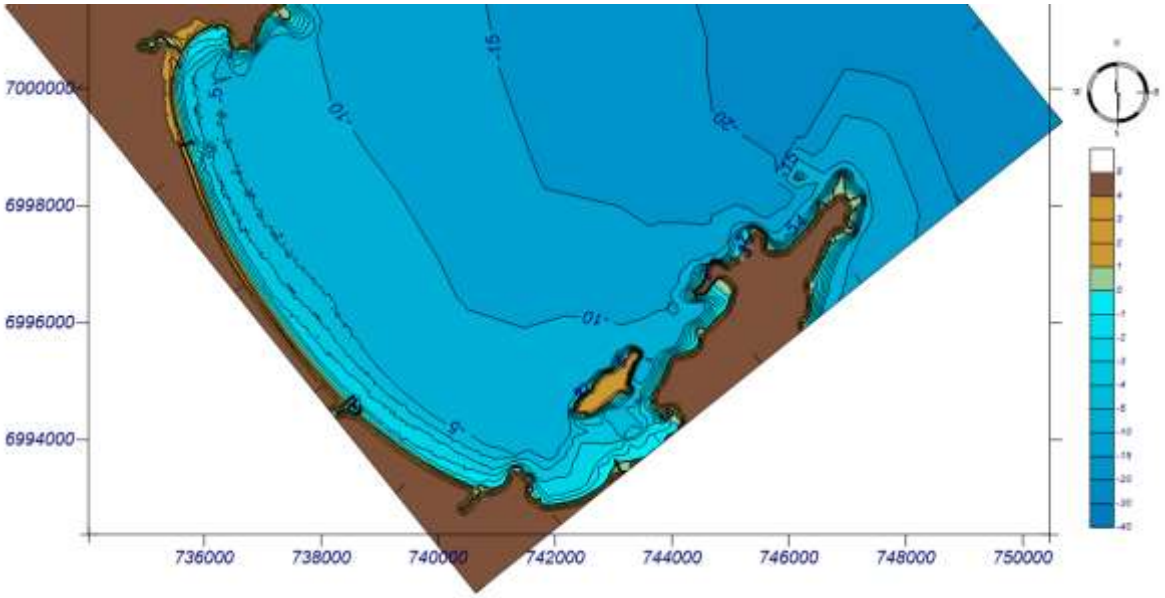


Figura 16: Batimetria regenerada da solução proposta para a foz do Rio Perequê. (Fonte: SMC-Tools)

Foram propagados os casos representativos em maré de quadratura e de sizígia, para ondas com direção proveniente de NE e ESE, apresentados na Tabela 15.

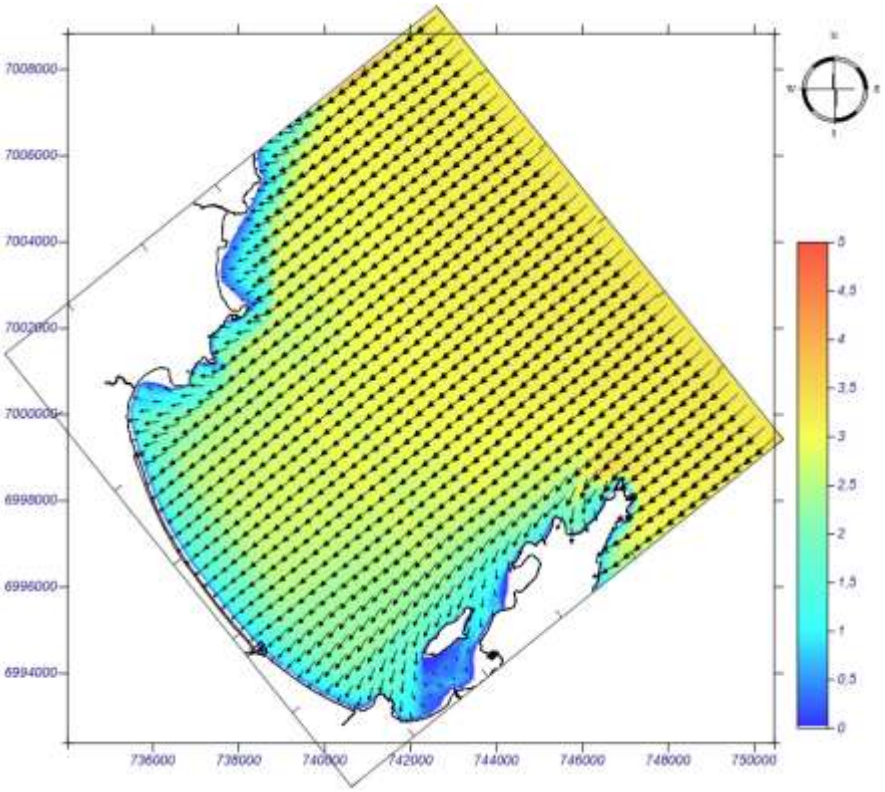


Figura 17: Altura significativa de onda (m) para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0)

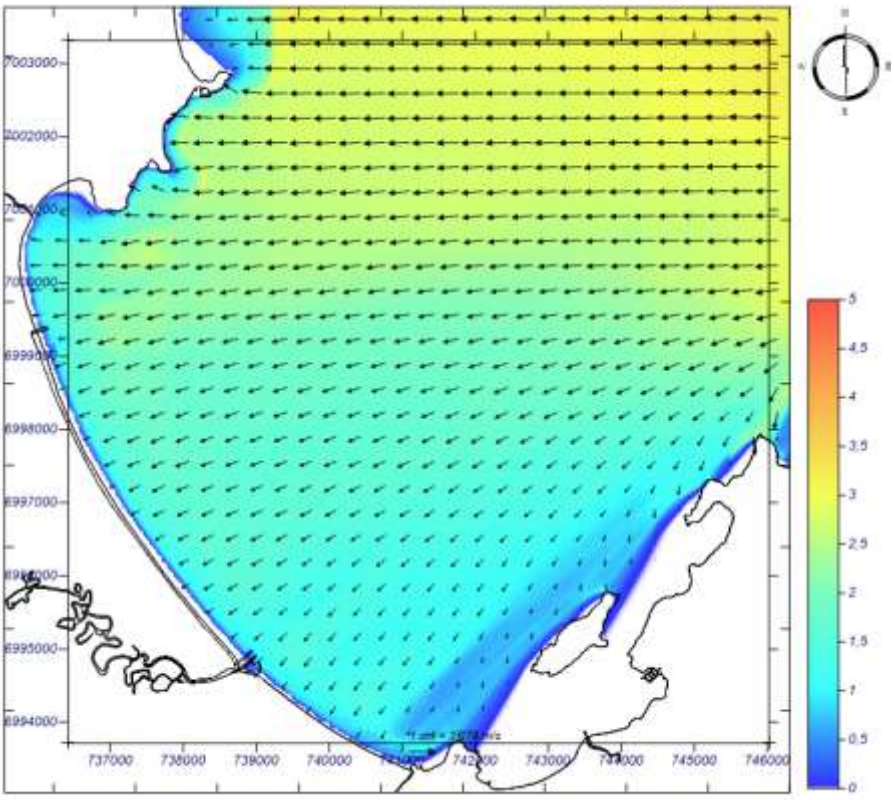


Figura 18: Altura significativa de onda (m) para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0).

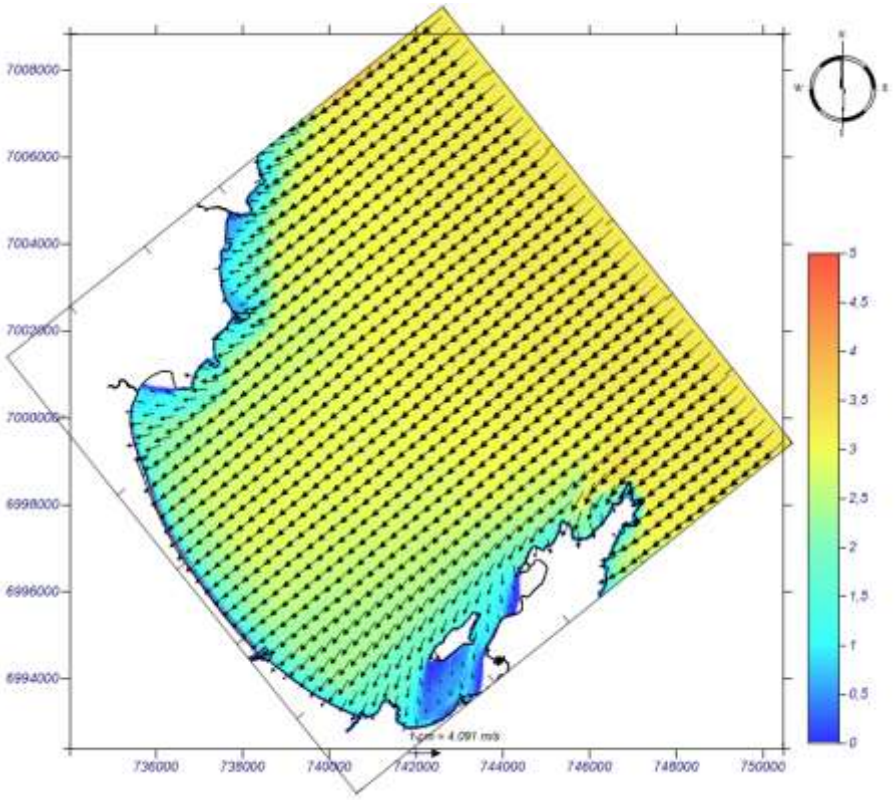


Figura 19: Altura significativa de onda (m) para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0)

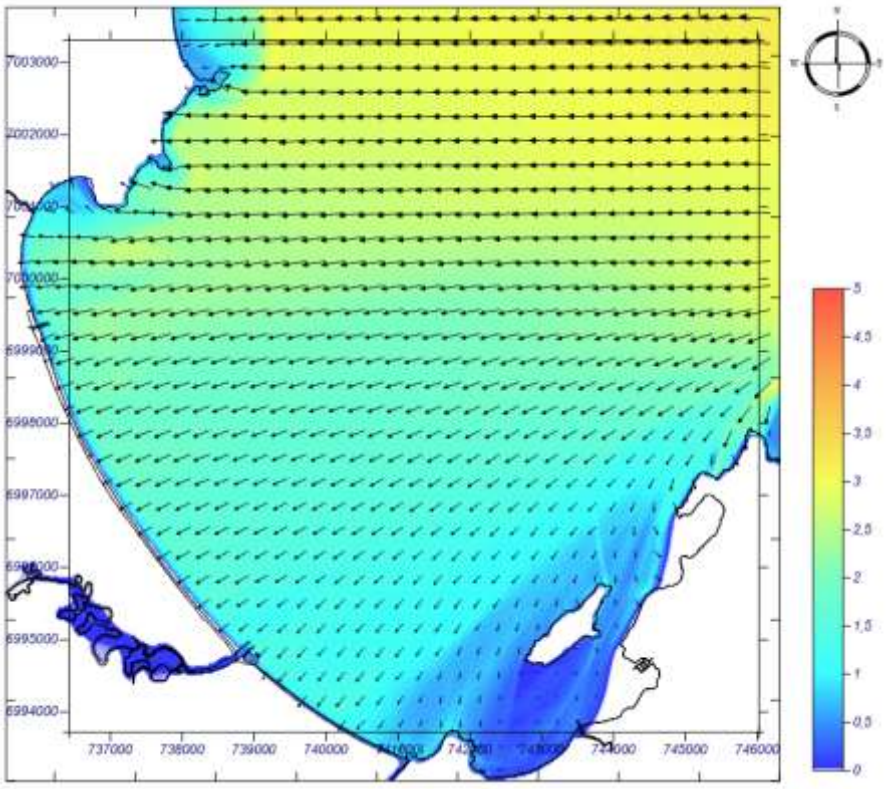


Figura 20: Simulação de Correntes (m/s) para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0).

A simulação para os quatro casos indica que não há alteração significativa nas correntes antes de depois da construção. Ressalta-se que as velocidades continuam sendo baixas (da ordem de 0,2 m/s no máximo), e que o transporte litorâneo sob estas condições é baixo, como pode ser verificado nos resultados propagados de transporte.

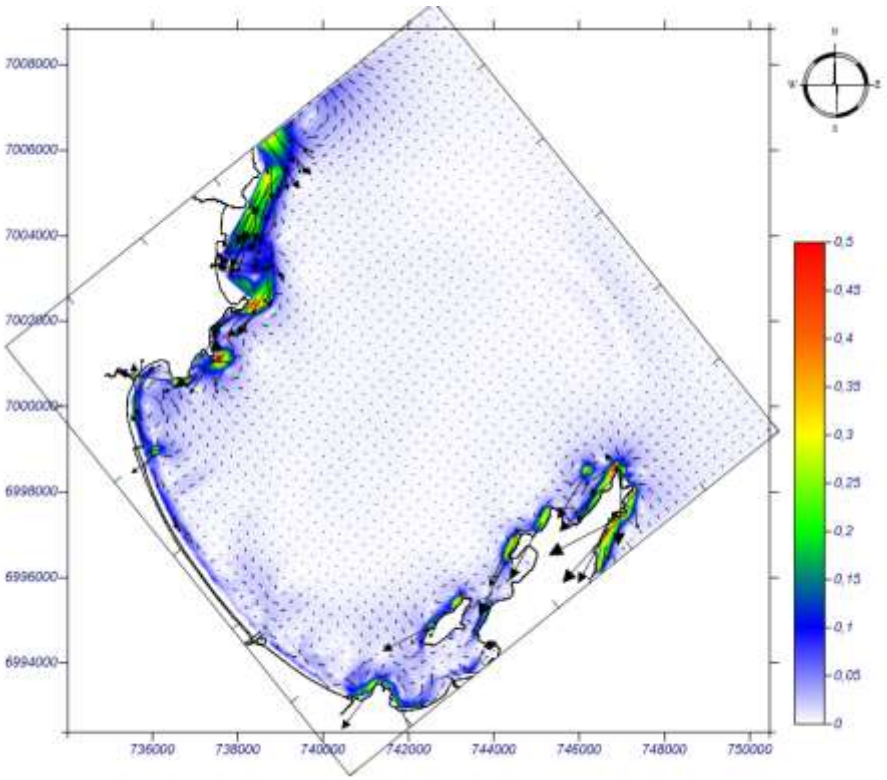


Figura 21 – Simulação de correntes (m/s) para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0)

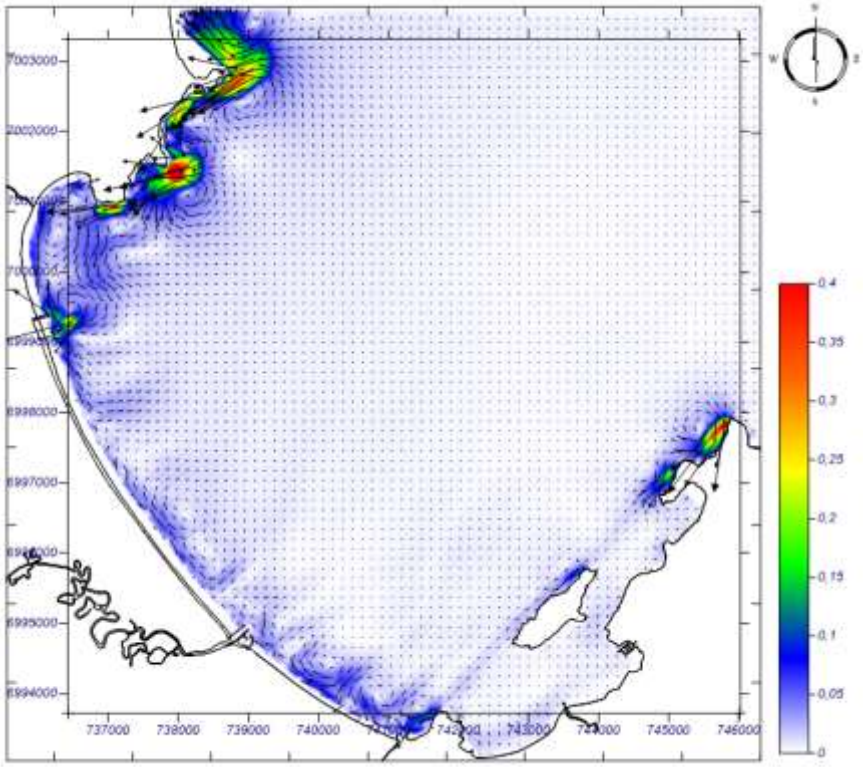


Figura 22 – Simulação de correntes (m/s) para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0).

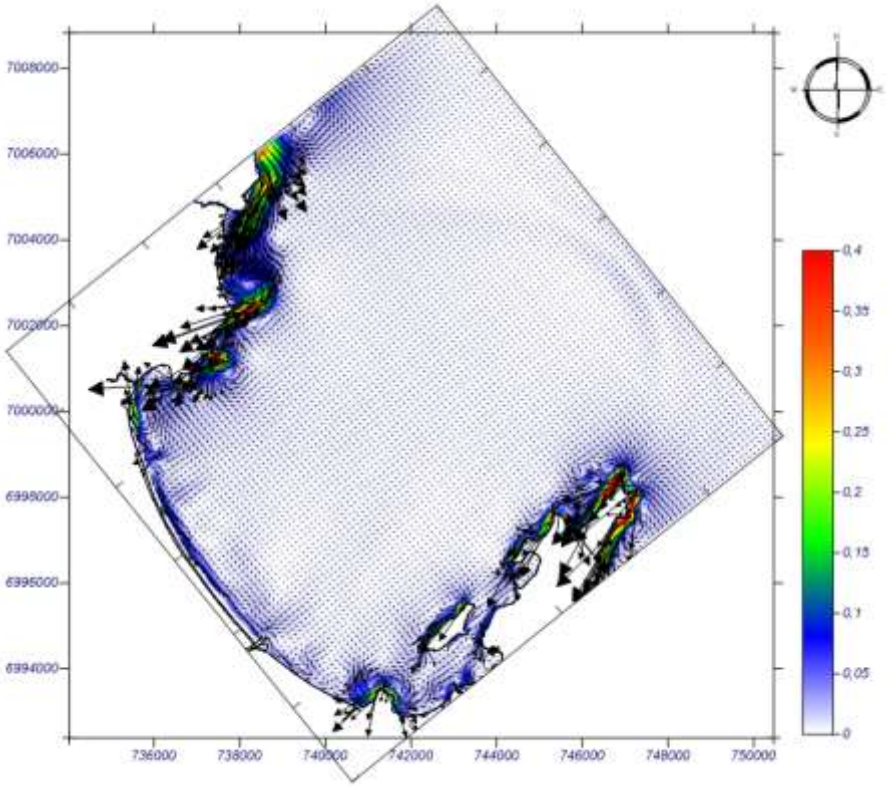


Figura 23 – Simulação de correntes (m/s) para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0)

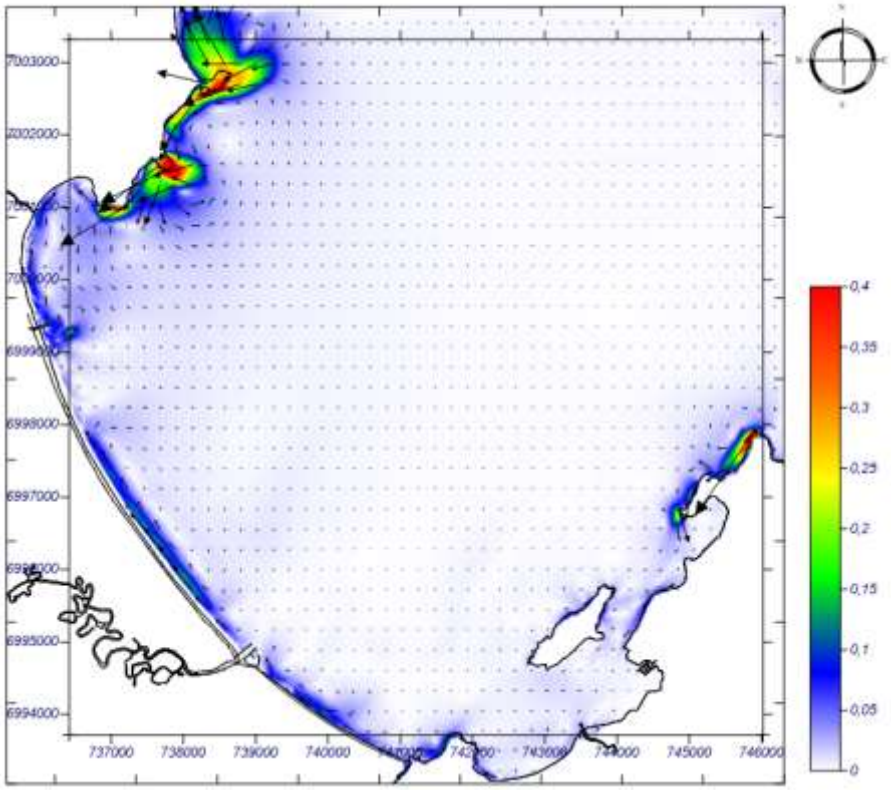


Figura 24 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0)

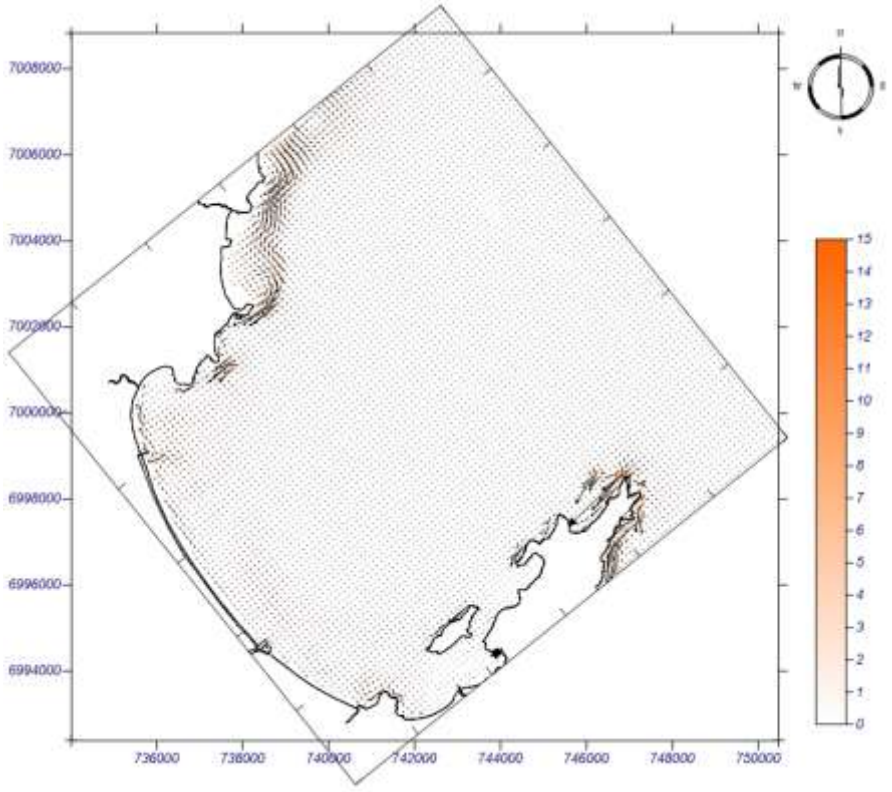


Figura 25 – Simulação de transporte (m³/h/m.l) para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0)

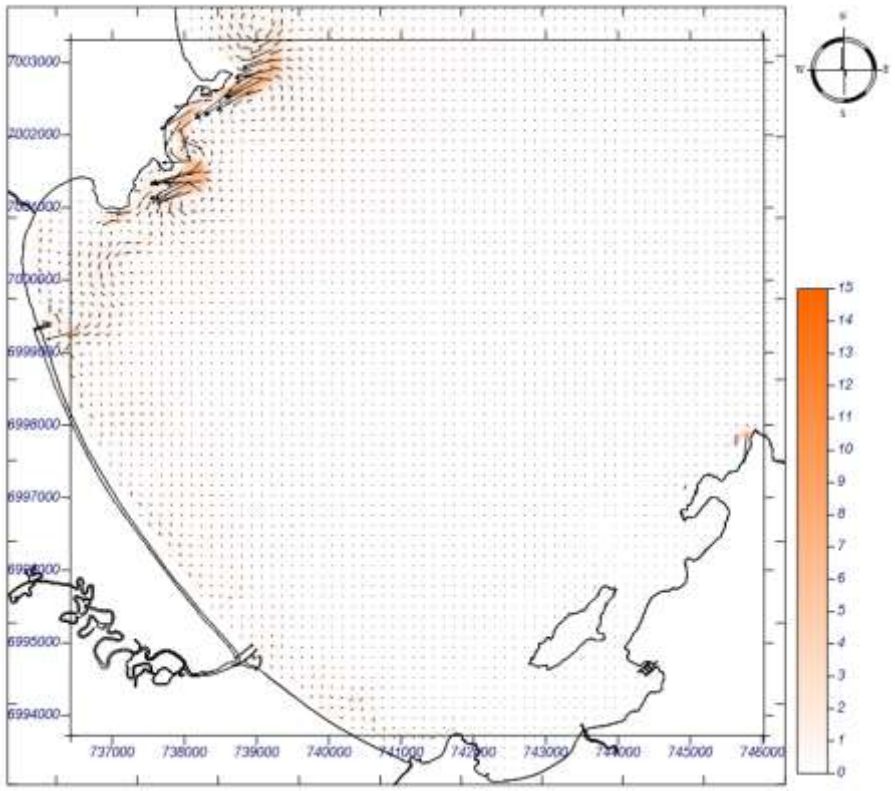


Figura 26 – Simulação de transporte (m³/h/m.l) para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0)

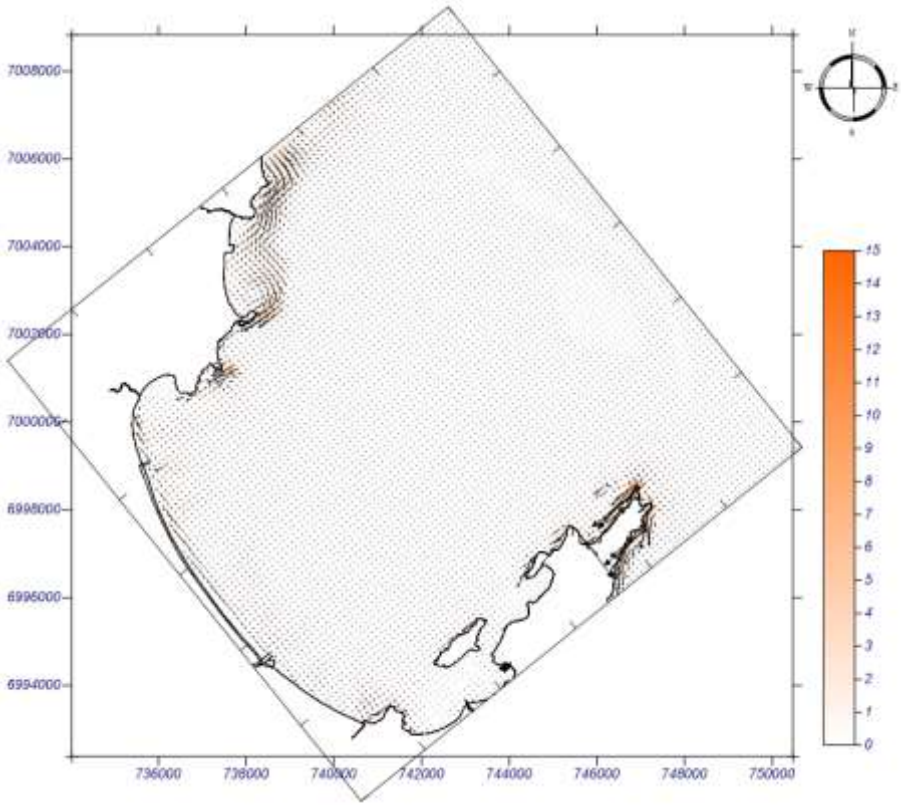


Figura 27 – Simulação de transporte (m³/h/m.l) para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0)

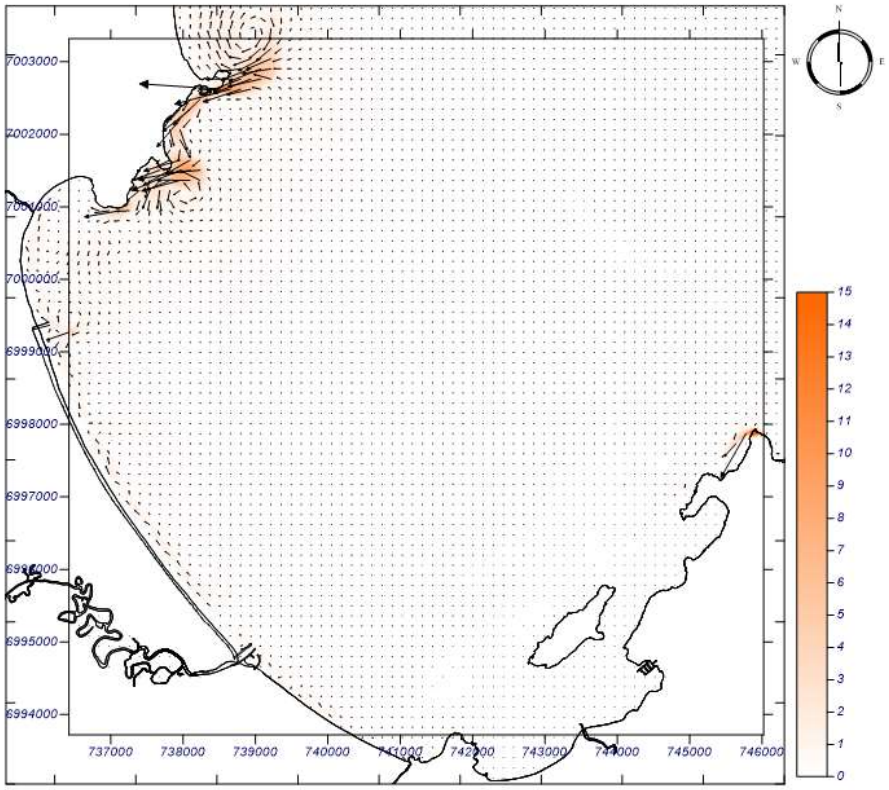


Figura 28 - Simulação de transporte (m³/h/m.l) para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0)

4.2.4.1 Comparação entre os resultados

A morfologia atual (sem o aterro hidráulico) e a morfologia futura (com o aterro hidráulico) são apresentadas na Figura 29. Pode-se observar alteração na área de intervenção devido ao aterro hidráulico. Após a execução da obra, devido ao transporte litorâneo ocorrer de sul para norte, espera-se um recuo maior na extremidade próxima a foz do Rio Perequê. O perfil da praia na érea de intervenção irá se acomodar até uma forma mais próxima do perfil de equilíbrio.

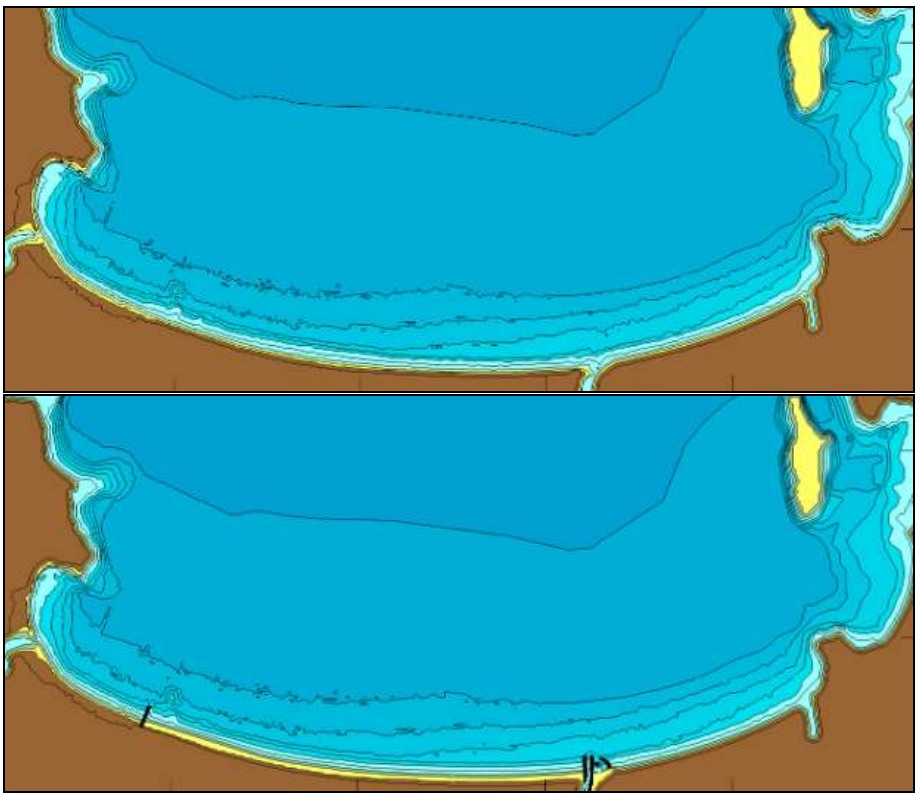


Figura 29 - Morfologia atual (sem o aterro hidráulico) e a morfologia futura (com o aterro hidráulico)

Para analisar as alterações resultantes das obras propostas devido a ondas e correntes, serão detalhados os casos 52 (NE) e 41 (ESE), sujeitos a ação da mará de sizígia. Os resultados apresentados nas seções anteriores para as malhas de detalhe mostram que os resultados em maré de quadratura seguem os mesmos padrões, embora possuam intensidades menores.

Os padrões e as intensidades de ondas e correntes não sofrem alterações significativas em decorrência da execução do aterro hidráulico, como pode ser observado na Figura 30 e na Figura 31. Uma vez que foram não foram alterados o tamanho do grão da praia e a inclinação de fundo na área a ser aterrada, os gráficos mostram que houve apenas o deslocamento da altura de onda em direção ao mar, a partir da origem até a distância equivalente a largura da berma projetada. Para as correntes, a situação inicial apresenta velocidade máxima de 0,25m/s na área de intervenção, enquanto na situação futura a velocidade máxima é de 0,15 m/s, apresentando uma redução de 0,10m/s.

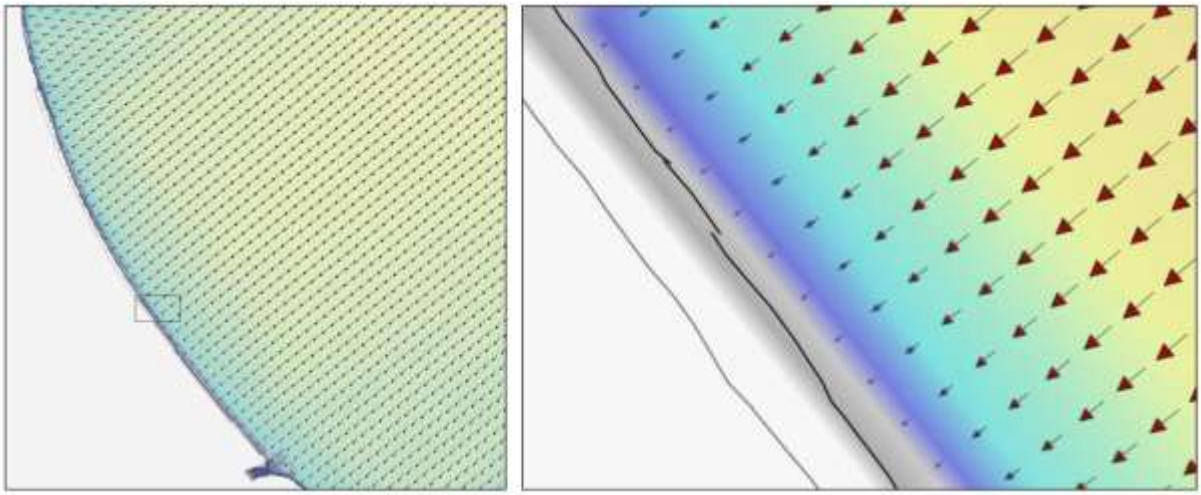


Figura 30 - Comparação entre a situação atual (gradiente de cinza com seta preta) e futura (colorida com seta vermelha) para o Caso 52 (Ondas vindas de NE)

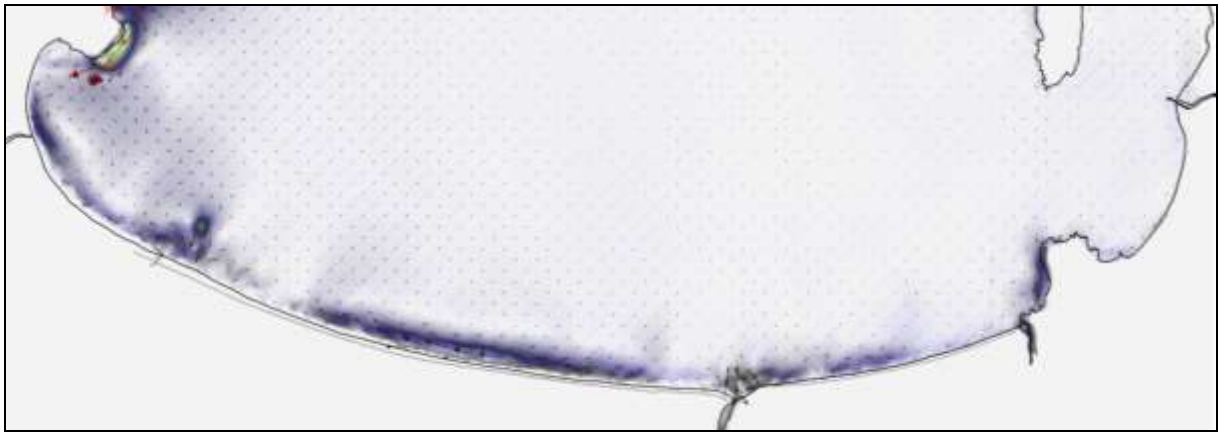


Figura 31 - Comparação entre a situação atual (gradiente de cinza com seta preta) e futura (colorida com seta vermelha) para o Caso 41 (Ondas vindas de ESE)

Próximo a extremidade da área de intervenção, também não há alterações significativas nos padrões e nas intensidades de ondas e correntes. Os molhes do Rio Taboleiro das Oliveiras, já executados, não se estenderam muito além da zona litoral. Por isso, o impacto da nova foz na linha de costa é pequeno. Durante a execução dos molhes da foz do Rio Taboleiro das Oliveiras, a areia dragada na construção do novo canal foi colocada ao lado das estruturas. A areia também será disponível no transporte litorâneo natural ao longo da praia principalmente devido ao parcel do Morretes que controla a dinâmica das correntes no local.

O píer da foz do Rio Perequê, apresenta as medidas compensatórias em processo de licenciamento próprio. Considerando a área próxima ao píer e o aterro hidráulico na extremidade sul da área de intervenção, os resultados da modelagem indicam que não haverá alterações significativas no padrão de ondas e correntes.

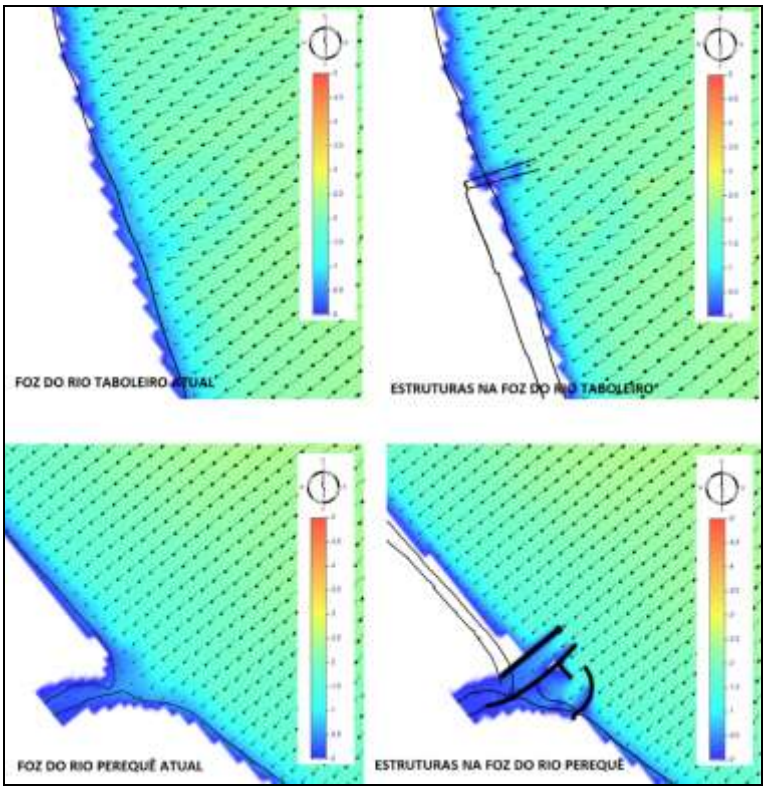


Figura 32 - Comparação entre a situação atual e futura para o Caso 52 (Ondas vindas de NE) na foz dos rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê (hs,m)

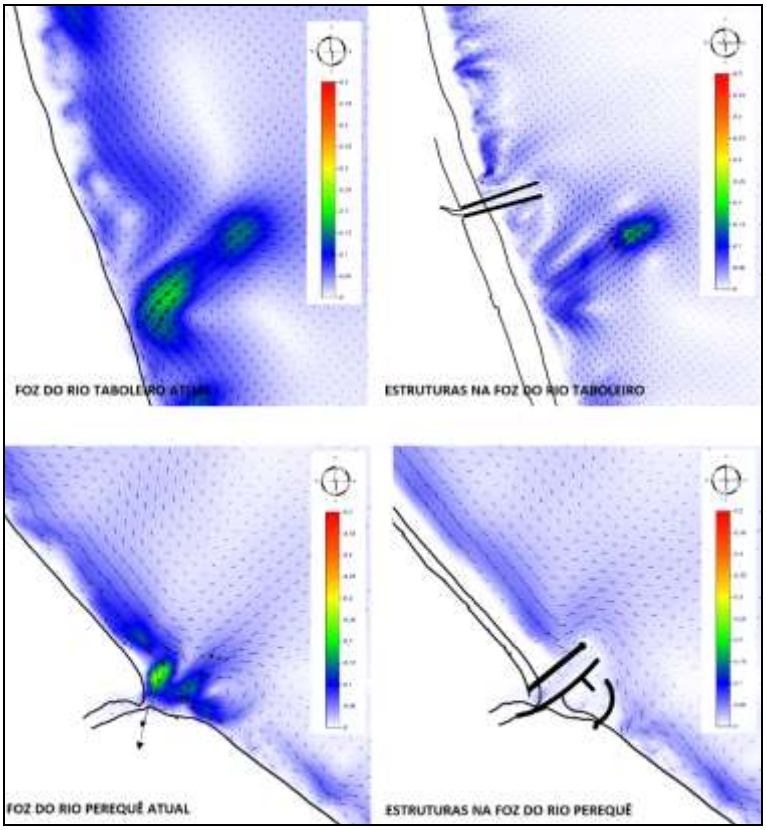


Figura 33 - Comparação entre a situação atual e futura para o Caso 52 (Ondas vindas de NE) na foz dos rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê (correntes, m/s)

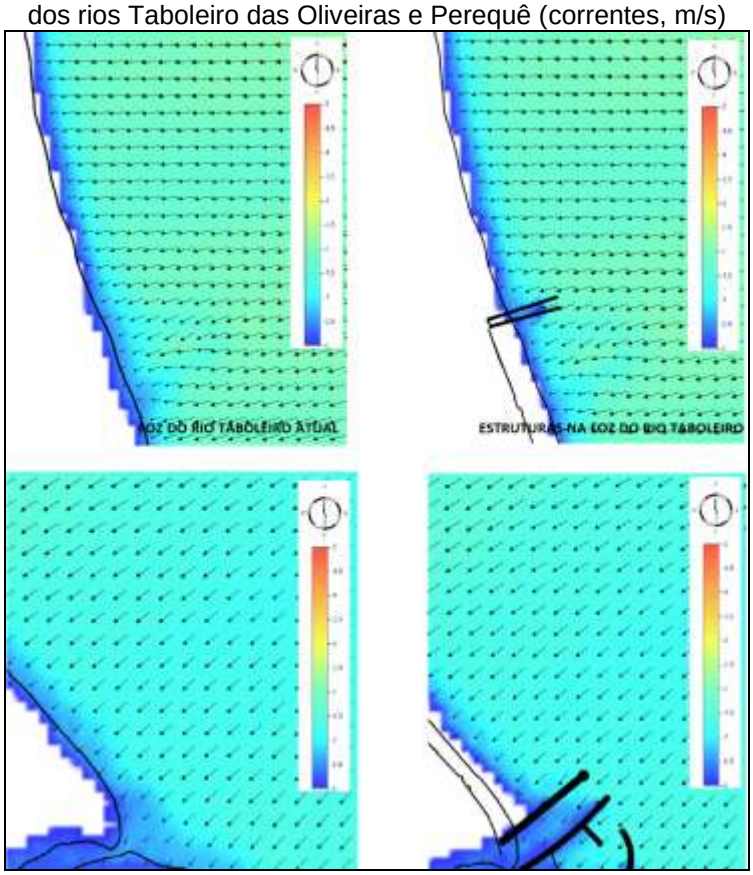


Figura 34 - Comparação entre a situação atual e futura para o Caso 41 (Ondas vindas de ESE) na foz dos rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê (hs,m)

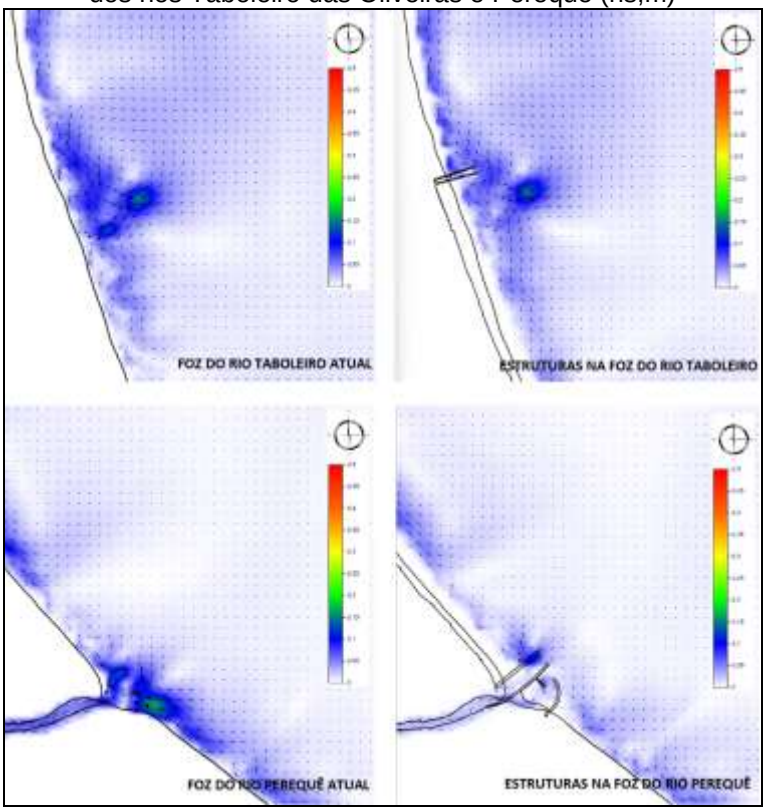


Figura 35 - Comparação entre a situação atual e futura para o Caso 41 (Ondas vindas de ESE) na foz dos rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê (correntes, m/s).

A partir destas comparações, os principais efeitos causados pela obra de aterro hidráulico podem ser descritos como o aumento da praia em direção ao mar, deslocando também as alturas de onda e a diminuição das velocidades de correntes na área de intervenção.

Nas áreas adjacentes, não há alterações devido a obra de aterro hidráulico, sendo que as mudanças observadas são relacionadas às obras das estruturas nas extremidades da área de intervenção. O mesmo ocorre para os rios, uma vez que as estruturas rígidas avançam além da área de intervenção e da profundidade de fechamento da praia.

4.2.4.2 Evolução da linha de costa e previsão de vida útil

Através dos resultados das simulações, em cenário posterior à implantação das obras de aterro hidráulico, dos processos hidrodinâmicos, propagação de ondas e mudanças morfológicas, foi possível determinar o comportamento hidrodinâmico e sedimentar na região de interesse.

A modelagem considerou as estruturas fixas já existentes nas extremidades da obra, nos molhes do Rio Taboleiro das Oliveiras e no Píer do Rio Perequê, visto que o projeto se limita na parte interna destas estruturas e que a alimentação da praia neste trecho não influencia as praias adjacentes. O diâmetro médio (D50) do sedimento considerado na modelagem para previsão de vida útil foi de 0,16mm, ou seja, já compatível com o sedimento da jazida.

No projeto de alimentação praial, foram levados em consideração dois fatores principais: a linha de costa base e o perfil de perda (conforme largura estabelecida de berma). A linha de costa base avaliou o custo-benefício da obra de acordo com a necessidade da municipalidade, enquanto o perfil de perda determinou o desenho do projeto da praia após a alimentação e o custo envolvido na sua manutenção.

A linha de costa base é a largura em que a praia, em sentido a terra, não deverá recuar em função do processo erosivo. No projeto de Itapema, a posição da linha de costa atual não pode ser menor que a linha de costa que limita a restinga a ser implantada, que ficará situada a 5 m do limite da urbanização futura.

O perfil de perda considerou o perfil de equilíbrio projetado a partir da berma de 20 m e a linha de costa base definida. A Figura 36 representa a seção tipo da praia, na posição centro sul da área de intervenção, onde está previsto um volume maior de deposição de areia tendo em vista uma maior retração do perfil atual. O volume máximo do perfil de perda é de 78,50 m³/m.

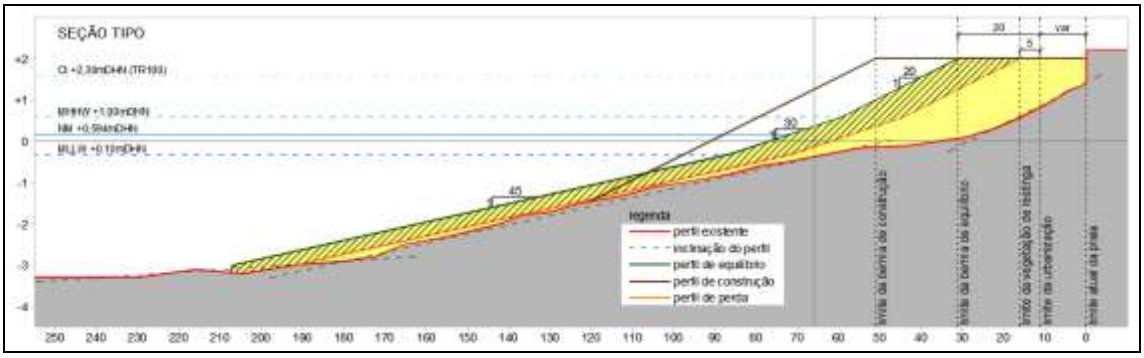


Figura 36 - Delimitação da linha de costa e perfil de perda na seção tipo no trecho sul.

Após a execução da obra, que será executada de acordo com o perfil de construção, também representado na seção tipo (Figura 36), levará um certo tempo para a praia se ajustar até a posição do perfil de equilíbrio. Mesmo após a execução da alimentação praial, o processo de erosão é contínuo, onde a retração da linha da costa continua a ocorrer devido ao aumento do nível do mar, o aumento da intensidade e mudança na direção da ondulação, aumento da frequência de tempestades.

Quando a erosão atingir a linha de costa base, obrigatoriamente um projeto de alimentação praial deve ser executado, já que o processo erosivo é contínuo em local com erosão. A análise deste processo é realizada por meio de formulações empíricas e sua avaliação foi possível por existir série temporal destas variáveis (60 anos de dados).

A aplicação da Regra de Bruun, permite a estimativa das tendências ou resposta morfológica em longo prazo. Em função da retração, é possível determinar o volume de sedimento erodido na parte superior do perfil da praia em determinado tempo e estimar a quantidade de material que seria necessário repor e quando deverá ocorrer.

O volume de areia erodido por unidade de comprimento de praia é proporcional a retração futura de praia e da profundidade de fechamento da mesma.

$$\Delta V = RE(h + B)$$

Onde:

ΔV = Volume erodido (m^3/m)

RE = Retração do perfil devido aos fatores indicados acima (m)

h = profundidade de fechamento (m)

B = altura da berma (m)

Os resultados da análise da morfodinâmica da costa após a implantação das obras de alimentação artificial da praia combinada com as obras de fixação da foz dos Rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê, permitiram estimar o retrocesso da linha de costa (RE) na seção tipo da área de intervenção definida na Figura 36. A Tabela 3 apresenta a estimativa de retração e perda de volume de areia baseada nas condições mencionadas acima.

Tabela 3 – Estimativa do volume erodido em relação a retração no trecho sul.

Tempo decorrido (ano)	Retração total (m/ano)	Volume erodido (m^3/m)	Volume disponível no perfil de perda (m^3/m)
0	0,00	0,00	78,50
1	0,61	3,05	75,45
5	0,63	15,75	62,75
10	0,66	33,00	45,50
15	0,69	51,75	26,75
20	0,72	72,00	6,50
22	0,72	79,30	-0,80

Conceitualmente, vida útil do projeto consiste no período estimado para o qual uma obra e seus sistemas, elementos e componentes são projetados para atender às atividades para as quais foram desenvolvidos e construídos. Neste contexto, considerou-se que a vida útil do projeto é de 22 anos (podendo variar entre 20 e 25 anos), pois estima-se que seja neste período que a erosão atingirá a linha de costa base.

A estimativa de perda de volume no perfil indica que entre 20 e 25 anos a posição da linha de costa (perfil de equilíbrio) do trecho sul atingirá a linha de costa base,

necessitando de re-engorda. O maior benefício para a estabilização da linha de costa é aumentar a largura da praia através de repetidos episódios de alimentação praial, conforme apresentado na Figura 37, elaborada a partir dos resultados da simulação.



Figura 37 - Estimativa de realimentação a partir da linha de costa base definida

Os trechos central e sul também apresentam tendência de erosão, porém com taxa menor. A Figura 38 apresenta a estimativa de retração por período de tempo em cada um dos trechos da área de intervenção.



Figura 38 - Estimativa de retração por trecho de praia

Com base nesta estimativa, o volume necessário para reestabelecer o volume erodido para que a linha de costa retorne para a linha do perfil de equilíbrio de projeto é de 242.000 m³, sendo 163.000 m³ no trecho sul, 64.000 m³ e 15.000 m³ no trecho norte.

A seguir será demonstrado em planta a variação estimada de linha da costa para 1, 5, 10, 20 e 22 anos.



Figura 39: Estimativa de evolução da linha de costa - trecho norte.



Figura 40 - Estimativa de evolução da linha de costa - trecho central.



Figura 41 - Estimativa de evolução da linha de costa - trecho sul 1.



Figura 42 - Estimativa de evolução da linha de costa - trecho sul 2.



Figura 43 - Estimativa de evolução da linha de costa - trecho sul 3.

Uma vez que a evolução da linha de costa foi obtida por simulação, variações são esperadas e o real conhecimento das taxas de perda anual poderão ser obtidas a partir do monitoramento anual de perfis de praia. A taxa de perda medida posteriormente à alimentação artificial da praia é parâmetro de fundamental importância para tomadas de decisão em futuras intervenções e deverão ocorrer sempre que o monitoramento do ambiente costeiro indicar que o perfil praial atingiu a linha de costa base definida em projeto.

Considerando que nenhuma manutenção seja executada na Meia Praia após a obra de alimentação, e considerando a mesma metodologia apresentada na resposta anterior, o perfil da praia irá atingir a linha de infraestrutura atual (perfil existente antes do engordamento) em aproximadamente 40 anos, como pode observar na tabela e gráfico a seguir.

Tabela 4 - Estimativa do volume erodido em relação a retração no trecho sul, sem manutenção.

Tempo decorrido (ano)	Retração total (m/ano)	Volume erodido (m^3/m)	Volume disponível no perfil de perda (m^3/m)
0	0,00	0,00	148,10
1	0,61	3,05	145,05
5	0,63	15,75	132,35
10	0,66	33,00	115,10
15	0,69	51,75	96,35
20	0,72	72,00	76,10
22	0,72	79,30	68,80
25	0,75	93,75	54,35
30	0,78	117,00	31,10
40	0,87	173,00	-24,90



Figura 44 - Estimativa de vida útil da obra de alimentação sem considerar manutenção futura.

4.2.5 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA OBRA DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL

Em boras de alimentação artificial por aterro hidráulico, é comum que o material seja depositado na parte emersa da praia e o processo de distribuição do material de aterro (areia) seja distribuído naturalmente, as ondas e correntes se encarregariam de transportar a areia depositada no aterro equalizando a declividade do talude da praia emersa e imersa ao longo do tempo até que o aterro atinja a linha de equilíbrio prevista.

Este projeto, porém, projeto pretende antecipar auxiliando a natureza a “construir a praia”, realizando a terraplenagem mecanicamente com equipamentos apropriados já no mesmo período da execução do preenchimento artificial coma areia, de forma a ajustar o perfil de construção em uma inclinação semelhante a inclinação da praia atual.

Na parte imersa, será distribuído o material de preenchimento (areia) nas zonas de “surf” onde a energia das ondas e as correntes equalizem de forma mais rápida a distribuição de sedimentos para atingir a linha final de equilíbrio pretendida.

A forma do perfil transversal da praia é uma função morfológica local e depende do grão de preenchimento. A partir das análises de modelagem para diferentes volumes

e granulometrias do material a ser usado no engordamento, optou-se por trabalhar com a granulometria D_{50} = 0,15mm, por se assemelhar a granulometria dos sedimentos da praia e a jazida fornecer este tipo de sedimento.

Considerando a funcionalidade da praia e sua estabilidade, bem como a viabilidade financeira da obra, o projeto prevê a ampliação da berma da praia em 20m, que absorverá a dinâmica do perfil praial e as variações devido ao transporte litorâneo.

O perfil de projeto é a seção transversal esperada para a praia equilibrada. Já o perfil de construção é a seção transversal que será executada na praia. Este perfil tende a ser mais inclinado que o perfil de equilíbrio, devido às condições do processo construtivo. O perfil de construção adotado para esta obra terá berma com largura maior que o perfil de projeto, pois será utilizada inclinação única de 1V:20H. Esta definição também considerou minimizar a insegurança dos banhistas, pois está mais próxima da inclinação existente na praia.

À medida que a obra avança, a ação das ondas age no perfil de construção gerando os ajustes para tornar-se um talude mais suave e mais próximo do perfil de equilíbrio. Este processo de ajuste ocorre tempo depois, condicionado principalmente pelo primeiro evento de ondas mais energético.

Sendo assim, o perfil transversal da praia resultou nas seguintes características:

- ✓ Nível máximo da Berma: +2,00 m (0IBGE);
- ✓ Largura da Berma de equilíbrio: 35 a 40 m em relação a infraestrutura existente (15 a 20 m para ampliar a infraestrutura (urbanização) e 20 m de berma livre);
- ✓ Inclinação do perfil da Face Superior da Praia até a linha de MHHW: 1:20 (V:H)
- ✓ Inclinação do perfil da Face Inferior da Praia da linha de MHHW até 0DHN: 1:30 (V:H)
- ✓ Inclinação de perfil da linha da Face da Imersa de 0DHN até a profundidade de fechamento: 1:45 (V:H);
- ✓ Largura da berma do perfil de construção: varia entre 20 e 60 m;
- ✓ Diâmetro mediano do sedimento da praia atual (D_{50}): 0,15m;

- ✓ Diâmetro mediano do sedimento a ser colocado na praia (D_{50}): 0,16m.

O projeto considera uma berma com largura que englobe os dos objetivos (faixa de proteção de 20 m mais faixa para urbanização de até 15 m). O perfil de construção ainda prevê uma faixa adicional variável conforme o volume necessário para estabilizar cada seção. Este volume total está devidamente quantificado. Este perfil de construção será atingido com o auxílio de equipamentos de terraplanagem e será executado na inclinação 1:20 (V:H).

A berma do perfil de construção foi definida a cada seção de 50 m, e a largura varia de acordo com o volume necessário para estabilizar o perfil de equilíbrio. A Figura 45 apresenta duas seções tipo, uma no norte (entre as estacas 2+650 a 4+750) e outra no sul (entre as estacas 1+050 e 2+600), que resumem as características adotadas como solução para o perfil de projeto.

Quanto maior o volume de engordamento maior será o volume de sedimento que fica acumulado nas partes submersas do perfil. Este volume não contribui para o alargamento da praia, mas é necessário para manter o perfil de equilíbrio correspondente ao tipo de sedimento usado.

A partir da foz do Rio Taboleiro, em uma extensão de aproximadamente 1050m, não existe intenção do município em ampliar a área urbanizada sobre a faixa de areia, sendo que está em execução uma passarela sobre a vegetação de restinga existente. A urbanização, com previsão futura se dará após o término da vegetação, que já se encontra urbanizada com edificações multifamiliares. Considerando que área de vegetação de restinga protege contra a erosão por ser fixadora de duna e faz parte da berma, esta área não necessitará de berma adicional, sendo que as seções serão preenchidas apenas com o volume necessário para completar o perfil de equilíbrio, para manter a estabilidade da praia.

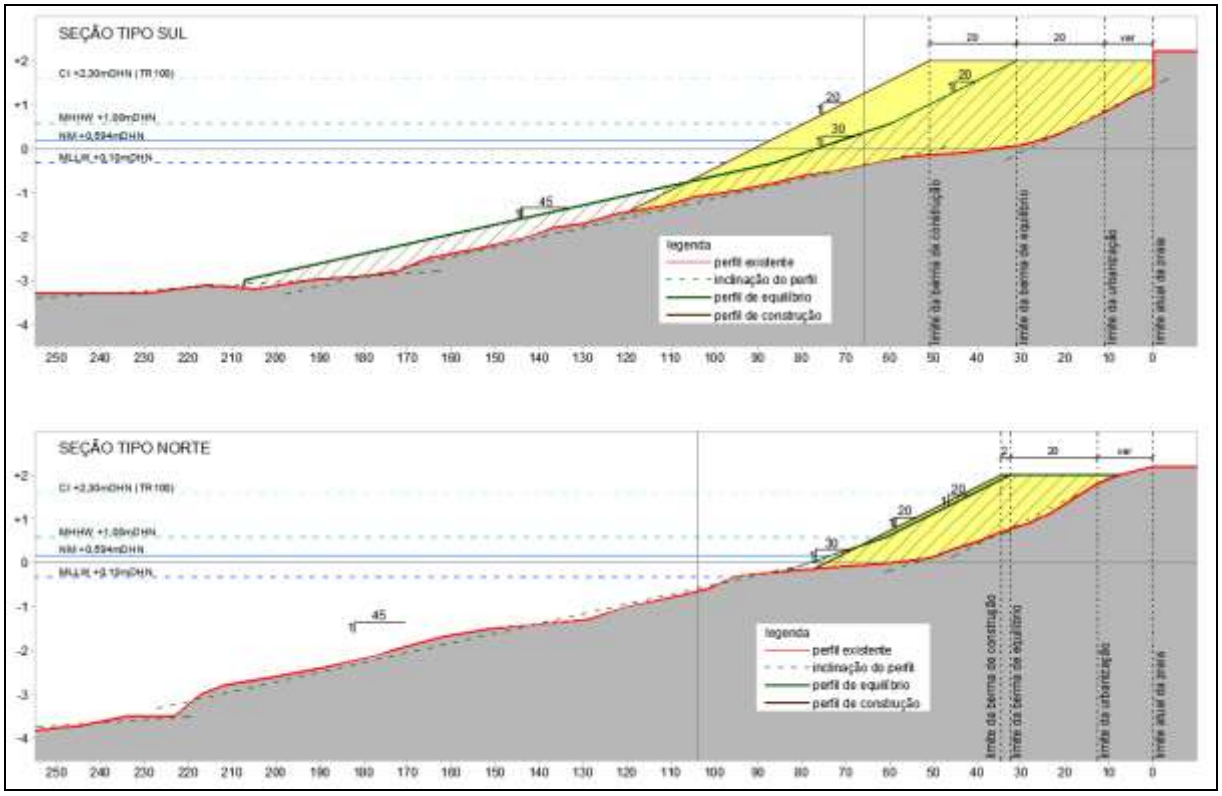


Figura 45: Perfil transversal tipo – seção de projeto.

4.2.6 CÁLCULO DO VOLUME DE MATERIAL PARA EXECUÇÃO DO ATERRO HIDRÁULICO

O cálculo do volume de material para execução de aterro hidráulico levou em consideração o perfil de equilíbrio e as larguras destinadas a área para futura urbanização e para a berma de proteção da praia em função das dinâmicas transversais e longitudinais da praia.

Os perfis existentes para o cálculo do volume de projeto, foram obtidos através de levantamento hidrográfico realizado em dezembro de 2021. O levantamento hidrográfico foi apresentado na prancha AP-03/28 (Levantamento topobatimétrico e escala de profundidades).

Após estabelecer o volume necessário para atendimentos destas condições, foram desenhados os perfis de construção, de modo que em cada seção da praia seja disposto o material necessário par estabilizar a praia, alcançando a largura da berma desejada.

Para facilitar a execução da obra, foram padronizadas larguras para a berma de construção, variando entre 2, 10, 15 e 20 m, para a tender a densidade volumétrica de cada um dos perfis de equilíbrio.

Os perfis foram desenhados a cada 50 m (conforme projeto executivo - pranchas AP-05/28 a AP28/28), resultando em 96 perfis, da estaca 0+000 a 4+750. A Tabela 5 apresenta as seções, com seus respectivos volumes de equilíbrio e de construção para a obra de alimentação artificial da Meia Praia.

Tabela 5 - Cálculo de volume dos perfis e volume de dragagem

Seções de projeto			**PERFIL DE EQUILIBRIO**		PERFIL DE CONSTRUÇÃO	
Seção	**Estaca**	**Extensão (m)**	**Área (m²)**	**Volume (m³)**	**Área (m²)**	**Volume (m³)**
1	0+000	25,00	-	0,00	-	0,00
2	0+050	50,00	-	0,00	-	0,00
3	0+100	50,00	-	0,00	-	0,00
4	0+150	50,00	-	0,00	-	0,00
5	0+200	50,00	3,430	171,50	3,430	171,50
6	0+250	50,00	60,090	3.004,50	22,890	1.144,50
7	0+300	50,00	14,180	709,00	14,180	709,00
8	0+350	50,00	10,000	500,00	10,000	500,00
9	0+400	50,00	9,510	475,50	9,510	475,50
10	0+450	50,00	14,780	739,00	14,780	739,00
11	0+500	50,00	15,430	771,50	15,430	771,50
12	0+550	50,00	15,340	767,00	15,340	767,00
13	0+600	50,00	16,710	835,50	16,710	835,50
14	0+650	50,00	18,610	930,50	21,170	1.058,50
15	0+700	50,00	17,150	857,50	19,620	981,00
16	0+750	50,00	17,780	889,00	20,360	1.018,00
17	0+800	50,00	10,710	535,50	13,380	669,00
18	0+850	50,00	14,110	705,50	16,650	832,50
19	0+900	50,00	15,770	788,50	18,280	914,00

20	0+950	50,00	22,350	1.117,50	23,190	1.159,50
21	1+000	50,00	30,510	1.525,50	32,440	1.622,00
22	1+050	50,00	61,150	3.057,50	62,360	3.118,00
23	1+100	50,00	54,860	2.743,00	57,100	2.855,00
24	1+150	50,00	56,370	2.818,50	57,550	2.877,50
25	1+200	50,00	49,380	2.469,00	50,880	2.544,00
26	1+250	50,00	48,470	2.423,50	50,530	2.526,50
27	1+300	50,00	54,510	2.725,50	56,000	2.800,00
28	1+350	50,00	53,460	2.673,00	54,980	2.749,00
29	1+400	50,00	42,870	2.143,50	45,090	2.254,50
30	1+450	50,00	42,450	2.122,50	44,120	2.206,00
31	1+500	50,00	41,770	2.088,50	43,450	2.172,50
32	1+550	50,00	51,050	2.552,50	52,560	2.628,00
33	1+600	50,00	40,010	2.000,50	41,020	2.051,00
34	1+650	50,00	33,230	1.661,50	34,910	1.745,50
35	1+700	50,00	38,400	1.920,00	40,690	2.034,50
36	1+750	50,00	37,630	1.881,50	39,550	1.977,50
37	1+800	50,00	38,970	1.948,50	40,190	2.009,50

Seções de projeto			**PERFIL DE EQUILIBRIO**		**PERFIL DE CONSTRUÇÃO**	
Seção	**Estaca**	**Extensão (m)**	**Seção**	**Estaca**	**Extensão (m)**	**Seção**
38	1+850	50,00	38,440	1.922,00	40,380	2.019,00
39	1+900	50,00	32,450	1.622,50	34,680	1.734,00
40	1+950	50,00	42,820	2.141,00	44,840	2.242,00
41	2+000	50,00	43,580	2.179,00	45,480	2.274,00
42	2+050	50,00	43,520	2.176,00	45,150	2.257,50
43	2+100	50,00	47,650	2.382,50	49,490	2.474,50
44	2+150	50,00	44,940	2.247,00	47,440	2.372,00
45	2+200	50,00	40,560	2.028,00	42,450	2.122,50
46	2+250	50,00	47,060	2.353,00	48,480	2.424,00

47	2+300	50,00	43,720	2.186,00	45,780	2.289,00
48	2+350	50,00	46,880	2.344,00	48,350	2.417,50
49	2+400	50,00	46,010	2.300,50	47,570	2.378,50
50	2+450	50,00	44,590	2.229,50	46,960	2.348,00
51	2+500	50,00	48,950	2.447,50	50,750	2.537,50
52	2+550	50,00	54,130	2.706,50	55,110	2.755,50
53	2+600	50,00	62,230	3.111,50	64,050	3.202,50
54	2+650	50,00	70,560	3.528,00	69,540	3.477,00
55	2+700	50,00	94,360	4.718,00	86,910	4.345,50
56	2+750	50,00	94,330	4.716,50	91,140	4.557,00
57	2+800	50,00	113,370	5.668,50	96,070	4.803,50
58	2+850	50,00	94,660	4.733,00	90,580	4.529,00
59	2+900	50,00	131,260	6.563,00	121,440	6.072,00
60	2+950	50,00	133,250	6.662,50	118,220	5.911,00
61	3+000	50,00	126,090	6.304,50	120,800	6.040,00
61	3+050	50,00	126,150	6.307,50	126,630	6.331,50
62	3+100	50,00	140,260	7.013,00	130,890	6.544,50
63	3+150	50,00	156,250	7.812,50	139,960	6.998,00
64	3+200	50,00	149,150	7.457,50	149,250	7.462,50
65	3+250	50,00	154,700	7.735,00	148,770	7.438,50
66	3+300	50,00	140,680	7.034,00	151,070	7.553,50
67	3+350	50,00	145,130	7.256,50	151,330	7.566,50
68	3+400	50,00	126,190	6.309,50	143,430	7.171,50
69	3+450	50,00	126,310	6.315,50	144,270	7.213,50
70	3+500	50,00	141,330	7.066,50	147,400	7.370,00
71	3+550	50,00	181,090	9.054,50	163,220	8.161,00
72	3+600	50,00	170,280	8.514,00	160,640	8.032,00

Seções de projeto			**PERFIL DE EQUILIBRIO**		**PERFIL DE CONSTRUÇÃO**	
Seção	**Estaca**	**Extensão (m)**	**Seção**	**Estaca**	**Extensão (m)**	**Seção**

73	3+650	50,00	158,620	7.931,00	158,030	7.901,50
74	3+700	50,00	171,430	8.571,50	166,950	8.347,50
75	3+750	50,00	169,900	8.495,00	163,400	8.170,00
76	3+800	50,00	176,400	8.820,00	170,130	8.506,50
77	3+850	50,00	148,810	7.440,50	150,050	7.502,50
78	3+900	50,00	173,810	8.690,50	168,010	8.400,50
79	3+950	50,00	180,430	9.021,50	172,750	8.637,50
80	4+000	50,00	172,100	8.605,00	164,390	8.219,50
81	4+050	50,00	163,980	8.199,00	166,400	8.320,00
82	4+100	50,00	160,460	8.023,00	165,100	8.255,00
83	4+150	50,00	167,520	8.376,00	173,090	8.654,50
84	4+200	50,00	169,550	8.477,50	174,660	8.733,00
85	4+250	50,00	154,630	7.731,50	165,960	8.298,00
86	4+300	50,00	147,930	7.396,50	154,770	7.738,50
87	4+350	50,00	167,700	8.385,00	171,450	8.572,50
88	4+400	50,00	154,710	7.735,50	162,570	8.128,50
89	4+450	50,00	127,290	6.364,50	143,980	7.199,00
90	4+500	50,00	135,910	6.795,50	152,660	7.633,00
91	4+550	50,00	141,060	7.053,00	160,100	8.005,00
92	4+600	50,00	137,800	6.890,00	156,930	7.846,50
93	4+650	50,00	117,200	5.860,00	157,560	7.878,00
94	4+700	50,00	99,580	4.979,00	123,130	6.156,50
94	4+750	50,00	81,250	4.062,50	121,950	6.097,50
	Total	**4.775,00**		**393.602,00**		**401.544,00**
Volume a ser dragado, considerando perda de 20% devido ao processo executivo e overflow (m³)						**481.852,80**

4.2.7 CARACTERIZAÇÃO DA GEOMORFOLOGIA DA MEIA PRAIA

4.2.7.1 Geomorfologia

A geomorfologia da Meia Praia foi estudada a partir da realização de três campanhas de campo para aquisição e análise de dados de variação de volume e largura dos perfis praiais. Tais levantamentos ocorreram nos dias 29/06/2022 e 06/07/2022 (campo 1), 15, 22 e 23/08/2022 (campo 2) e 14 e 26/10/2022 (campo 3). Em cada uma destas campanhas amostrais foram realizados noventa e cinco (95) perfis espaçados em 50 m, totalizando 285 perfis topográficos até a última campanha de campo. Os perfis topográficos foram realizados com o objetivo de caracterizar a atual morfologia da praia além de definir a conformação atual e utilizá-la como controle para o monitoramento da evolução do perfil praial durante a construção do aterro e após o seu término até sua estabilização.

Maiores detalhes sobre a metodologia de execução, localização dos estudos e resultados detalhados podem ser verificados no relatório da UNIVALLI (2023): ESTUDOS AMBIENTAIS DO MEIO FÍSICO, BIÓTICO E SOCIOECONÔMICO NA ORLA DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA E FOZ DO RIO PEREQUÊ PARA OBRAS DE RECUPERAÇÃO DA FAIXA DE AREIA POR MEIO DE ATERRO HIDRÁULICO, versão de julho de 2023.

De maneira geral, a Enseada de Porto Belo/Itapema possui volume e largura de perfil com variabilidade espacial ao longo da orla, sendo os maiores valores localizados entre os perfis 20 e 58, localizados no setor central da praia. Nas extremidades da área amostrada, os volumes e larguras tendem a diminuir. Esta característica demonstra que correntes de deriva longitudinais podem estar atuando no sentido de transportar o sedimento das extremidades para o setor central da praia, dependendo da direção de incidência das ondas, porém esta hipótese necessitará de maior volume amostral em escala temporal para ser confirmada.

A Tabela 6 apresenta os resultados gerais dos dados comparativos da variação dos volumes (m^3/m) e largura (m) dos perfis nas três campanhas, executadas durante os meses de junho (campo 1), agosto (campo 2) e outubro (campo 3) de 2022. Os

cálculos foram realizados desde o referencial de nível (RN) até a profundidade de -0,5 m para evidenciar as alterações quali-quantitativas das variáveis morfológicas na porção subaérea, até a região do espraiamento.

Tabela 6: Variação de volume e largura dos perfis praiais.

Variação de volume (m^3/m) dos perfis praiais. Variações negativas indicam diminuição de volume sedimentar nos respectivos pontos amostrados.		
média	var. 1-2	var. 2-3
	-20,08	1,3
Variação de largura (m) dos perfis praiais. Variações negativas indicam diminuição de largura do perfil nos respectivos pontos amostrados.		
média	var. 1-2	var. 2-3
	-14,6	0,6

Nesta tabela também pode ser evidenciada a reconstrução parcial dos volumes (acúmulo sedimentar) de diversos perfis ao longo da orla, entre os levantamentos de agosto e outubro, com uma média de 1,30 m^3/m ante uma retração de -20,08 m^3/m do período anterior, o que demonstra que a energia das ondas e os eventos de ressaca diminuíram no período, e isto possibilitou o retorno de parte do sedimento remobilizado no período amostral anterior (junho a agosto). A tendência é que este processo de reconstrução continue a atuar nos meses de verão.

Na região de Itapema é comum ocorrer eventos de alta energia e ressacas com certa regularidade nos meses de inverno devido à elevação do nível do mar pela ação dos ventos e aumento da altura incidente de ondas. Situações como estas resultam em uma maior remobilização sedimentar e, consequente, retração da morfologia praial. É sabido que ambientes que se encontram em equilíbrio morfossedimentar não apresentam perdas significativas de sedimento no médio e longo prazo, sendo que estes eventos de alta energia (ressacas) são passageiros, e o perfil morfológico geral do sistema tende a se recompor quando da diminuição da energia de onda pós-eventos. Apenas os trechos da costa que já apresentam uma certa vulnerabilidade prévia, ou um desequilíbrio no balanço de sedimentos tenderão a sofrer com os efeitos das ressacas, e podem até desencadear processos erosivos pontuais ou generalizados, porém estes diagnósticos só são possíveis com monitoramento prolongado, para eliminar os “ruídos” gerados por eventos esporádicos. Já nos meses de verão, os eventos de ressaca tendem a diminuir, o

que proporciona uma reconstrução gradual do perfil praial pela dinâmica sedimentar em direção à praia e, consequentemente, aumento dos volumes e larguras dos perfis.

Os levantamentos de campo e a análise dos perfis praiais forneceram informações importantes sobre o comportamento morfodinâmico da Meia Praia, mas é necessário a implementação de um programa de monitoramento praial mais amplo, compreendendo um ciclo anual completo, para a melhor caracterização do comportamento morfodinâmico e diagnóstico do balanço sedimentar mais preciso da orla da Enseada de Porto Belo.

4.2.8 CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DA MEIA PRAIA

Em obras costeiras, especificamente de alimentação artificial de praias, a compatibilidade entre os sedimentos da praia e da jazida oceânica é essencial para assegurar a eficiência e durabilidade da obra. Nos itens a seguir apresentam-se o compilado dos estudos de caracterização dos sedimentos praiais.

Ao longo do processo foram realizados estudos em 2021, o qual a empresa Alleanza Arquitetura Urbana & Engenharia utilizou para compor o seu projeto executivo; em 2022 (junho e agosto) a Univali realizou novas análises nos mesmos pontos amostrais, visando complementar os resultados.

Por fim, a empresa Caruso, que realizou os estudos finais para caracterização da jazida, realizou a caracterização dos sedimentos praiais em campanha no ano de 2024, visando atender as solicitações de complementação

4.2.8.1 Caracterização dos Sedimentos Praiais – 2021

A descrição deste item é um resumo do RELATÓRIO DESCRITIVO elaborado pela empresa Inova Laboratórios e Engenharia, apresentado em anexo a este estudo.

4.2.8.1.1 Metodologia

Para caracterização granulométrica do material a ser dragado para alimentação da praia foram realizadas amostragens em sete pontos distintos, descritos a seguir:

Tabela 7: Localização dos pontos de amostragem dos sedimentos.

Amostra	Identificação	Caracterização	Localização
A	AMOSTRA 1 (Baixa-mar)	Sedimento Marinho	E=737347.732 N=7001205.629
B	AMOSTRA 1 (Nível médio)	Sedimento Marinho	E=737347.732 N=7001205.629
C	AMOSTRA 1 (Preia-mar)	Sedimento Marinho	E=737347.732 N=7001205.629
D	AMOSTRA 2 (Baixa-mar)	Sedimento Marinho	E=736687.896 N=7000500.000
E	AMOSTRA 2 (Nível médio)	Sedimento Marinho	E=736687.896 N=7000500.000
F	AMOSTRA 2 (Preia-mar)	Sedimento Marinho	E=736687.896 N=7000500.000
G	AMOSTRA 3 (Baixa-mar)	Sedimento Marinho	E=736789.372 N=6999500.000
H	AMOSTRA 3 (Nível médio)	Sedimento Marinho	E=736789.372 N=6999500.000
I	AMOSTRA 3 (Preia-mar)	Sedimento Marinho	E=736789.372 N=6999500.000
J	AMOSTRA 4 (Baixa-mar)	Sedimento Marinho	E=737155.422 N=6998500.000
K	AMOSTRA 4 (Nível médio)	Sedimento Marinho	E=737155.422 N=6998500.000
L	AMOSTRA 4 (Preia-mar)	Sedimento Marinho	E=737155.422 N=6998500.000
M	AMOSTRA 5 (Baixa-mar)	Sedimento Marinho	E=737646.997 N=6997500.000
N	AMOSTRA 5 (Nível médio)	Sedimento Marinho	E=737646.997 N=6997500.000
O	AMOSTRA 5 (Preia-mar)	Sedimento Marinho	E=737646.997 N=6997500.000
P	AMOSTRA 6 (Baixa-mar)	Sedimento Marinho	E=738327.451 N=6996500.000
Q	AMOSTRA 6 (Nível médio)	Sedimento Marinho	E=738327.451 N=6996500.000
R	AMOSTRA 6 (Preia-mar)	Sedimento Marinho	E=738327.451 N=6996500.000

Amostra	Identificação	Caracterização	Localização
S	AMOSTRA 7 (Baixa-mar)	Sedimento Marinho	E=739159.713 N=6995500.000
T	AMOSTRA 7 (Nível médio)	Sedimento Marinho	E=739159.713 N=6995500.000
U	AMOSTRA 7 (Preia-mar)	Sedimento Marinho	E=739159.713 N=6995500.000

As coletas das amostras foram realizadas no dia 19/11/2021 por técnico do laboratório INOVA.

“Após serem coletadas, as amostras foram submetidas à análise visual, objetivando um reconhecimento preliminar quanto às suas características de cor, odor, textura e presença de organismos vivos e/ou detritos. Em seguida, foram embaladas em sacos plásticos, devidamente etiquetadas e acondicionadas para transporte ao laboratório”.

“As amostras de sedimentos foram processadas no Laboratório, sendo efetuada sua análise granulométrica. A esses efeitos, as amostras receberam tratamento prévio, sendo lavadas para a retirada de sais solúveis, secas em estufa do tipo Fanem mod. 315SE, à temperatura inferior a 60ºC, e quarteadas manualmente para se obter uma fração da amostra sem perder representatividade. Para a análise granulométrica foi utilizada amostras com peso entre 10 e 60g (com maior peso para aquelas com sedimentos mais grosseiros) (...)”.

O detalhamento da análise mecânica dos sedimentos pode ser verificado no Relatório Descritivo em anexo.

“O tratamento estatístico e gráfico dos sedimentos foi efetuado utilizando-se os programas SYSGRAN específicos para estudos sedimentológicos, e gráfico do Excel”.

Detalhes sobre os métodos de análise podem ser verificados no Relatório em anexo.

4.2.8.1.2 Resultados

Os valores quantitativos e consequentes classificações e representações gráficas dos sedimentos, são apresentados abaixo, através de gráficos e tabelas.

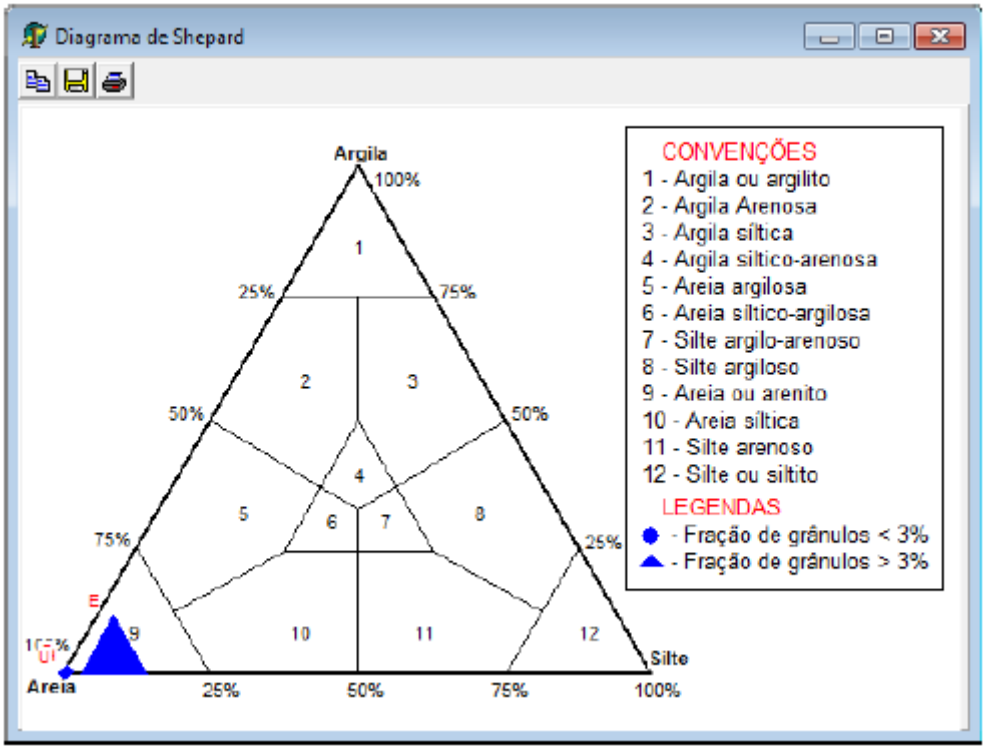


Figura 46: Diagrama triangular de classificação dos sedimentos clásticos mistos: areia, silte e argila, conforme Shepard (1954), dos de Sedimentos de Itapema – SC. Fonte: Relatório Descritivo (INOVA, 2021).

Conforme diagrama triangular, observa-se que todas as amostras estão localizadas no setor 9 do diagrama, com percentual de areia de entre aproximadamente 85 e 100%.

Tabela 8: Classes texturais dos sedimentos de Itapema – SC.

AMOSTRAS	FRAÇÕES %			
	Cascalho	Areia	Silte	Argila
A	0	99,23	0,587	0,188
B	0	99,98	0,016	0
C	0	99,99	0,006	0
D	1,523	98,48	0	0
E	11,33	85,49	3,176	0
F	0,062	99,25	0,309	0,378

AMOSTRAS	FRAÇÕES %			
	Cascalho	Areia	Silte	Argila
G	0,239	98,84	0,584	0,337
H	0,127	98,49	0,866	0,518
I	0,05	99,61	0,228	0,117
J	0	99,41	0,316	0,27
K	0,1	99,08	0,523	0,293
L	0,236	99,76	0	0
M	0,306	99,69	0	0
N	0	99,98	0,018	0
O	0	99,91	0,088	0,006
P	0	99,97	0,028	0
Q	0	99,94	0,038	0,022
R	0	99,79	0,158	0,051
S	0	99,97	0,028	0
T	0	99,79	0,147	0,062
U	0	99,99	0,006	0

Fonte: Relatório Descritivo (INOVA, 2021).

Observa-se que apenas a amostra E apresentou teor de areia abaixo de 98%, com 85,49% de areia, 11,33% de cascalho e 3,176% de silte.

Tabela 9: Valores granulométricos do sedimento de Itapema – SC.

Amostras	Cascalho %	Areias %					
		m.grossa	grossa	média	fina	m,fina	silte / argila
A	0,000	2,018	1,733	32,828	55,079	7,567	0,587
B	0,000	1,022	1,317	80,960	13,106	3,579	0,016
C	0,000	2,059	1,186	78,284	13,831	4,633	0,006
D	1,523	2,733	19,720	62,880	12,690	0,461	0,000
E	11,330	9,350	17,840	19,460	26,320	12,530	3,176
F	0,062	2,010	7,749	74,517	7,438	7,536	0,309
G	0,239	2,028	2,782	62,762	21,635	9,633	0,584
H	0,127	2,896	3,600	31,336	39,657	20,999	0,866
I	0,050	2,979	8,467	62,581	14,160	11,418	0,228
J	0,000	1,007	1,736	42,800	39,267	14,603	0,316
K	0,100	3,007	6,927	65,858	14,771	8,520	0,523
L	0,236	2,871	10,950	36,830	43,240	5,884	0,000
M	0,306	1,692	12,100	46,280	36,090	3,531	0,000
N	0,000	1,009	1,403	86,687	9,370	1,514	0,018
O	0,000	0,000	1,313	72,034	18,880	7,680	0,088

Amostras	Cascalho %	Areias %					
		m.grossa	grossa	média	fina	m,fina	silte / argila
P	0,000	0,000	1,590	83,186	11,668	3,527	0,028
Q	0,000	2,023	1,313	71,554	16,450	8,599	0,038
R	0,000	1,013	24,708	63,357	9,193	1,520	0,158
S	0,000	1,007	1,320	85,219	8,901	3,526	0,028
T	0,000	2,014	1,545	73,264	16,422	6,545	0,147
U	0,000	0,000	1,638	75,789	15,919	6,648	0,006

Obs.: AMG = Areia muito grossa AG = Areia grossa AM = Areia média AF = Areia fina AMF = Areia muito fina. Fonte: Relatório Descritivo (INOVA, 2021).

De acordo com a Tabela 8 a granulometria predominante é de área média e fina em todos os pontos amostrados.

Tabela 10: Classificação textural, pela mediana e média (Folk & Ward, 1957), e textura (Shepard, 1954), dos sedimentos de Itapema – SC.

AMOSTRAS	CLASSIFICAÇÃO / FRAÇÃO (phi)		
	MEDIANA	MÉDIA	TEXTURA
A	3,159	3,244	Areia muito fina
B	2,604	2,589	Areia fina
C	2,646	2,597	Areia fina
D	2,321	2,414	Areia fina
E	2,359	2,59	Areia fina
F	2,539	2,539	Areia fina
G	2,88	2,716	Areia fina
H	3,606	3,304	Areia muito fina
I	2,796	2,615	Areia fina
J	3,134	3,113	Areia muito fina
K	2,749	2,607	Areia fina
L	2,932	2,976	Areia fina
M	2,824	2,776	Areia fina
N	2,549	2,549	Areia fina
O	2,815	2,676	Areia fina
P	2,582	2,582	Areia fina
Q	2,794	2,652	Areia fina
R	2,303	2,383	Areia fina
S	2,559	2,559	Areia fina
T	2,747	2,634	Areia fina
U	2,747	2,638	Areia fina

Fonte: Relatório Descritivo (INOVA, 2021).

“De modo geral, os sedimentos estudados são quartzosos angulosos, algumas vezes, com raras frações pouco arredondadas, além de traços de fragmentos biodetríticos e de matéria orgânica vegetal. A cor dos sedimentos é acinzentada.

A amostra “E” é a mais distinta. Apresenta grande quantidade de carapaças inteiras e fragmentos, as vezes atingindo o tamanho 0,5cm, de pedaços de conchas, entre outros não identificados. A cor da amostra é cinza claro pouco avermelhado”.

4.2.8.2 Caracterização dos Sedimentos Praiais – 2022 (UNIVALI)

4.2.8.2.1 Metodologia

A UNIVALI também realizou a caracterização dos sedimentos praiais, com campanhas de no mês de junho e agosto de 2022. Maiores detalhes sobre a metodologia de execução, localização dos estudos e resultados detalhados podem ser verificados nos relatórios da UNIVALLI (2022): “*Estudos Ambientais do Meio Físico, Biótico e Socioeconômico na Orla do Município de Itapema e Foz do Rio Perequê para Obras de Recuperação da Faixa de Areia por Meio de Aterro Hidráulico, produto 4, setembro de 2022*.”

No mês de junho foram coletadas sete amostras de sedimento sobre o perfil praial da Meia Praia com o intuito de criar um conjunto de amostras controle com as quais os sedimentos depositados durante o aterro seriam comparados.

Ressalta-se que as amostragens foram realizadas nos mesmos pontos que a empresa Alleanza Arquitetura Urbana & Engenharia utilizou para compor o seu projeto executivo em 2021 (apresentadas no item anterior), mantendo-as também para fins de comparação (Figura 47).

Em agosto nova campanha para coleta de amostras de sedimentos na praia foi organizada e executada. Desta feita, foram coletadas amostras em três pontos sobre os quatro perfis praiais que estão sendo regularmente a cada dois meses efetivados para controle da morfologia da praia no segmento que receberá o aterro hidráulico para o alargamento da faixa de areia e nos três perfis mais à norte onde a praia não

será aterrada (Figura 47). Em cada um destes sete perfis foram coletadas três amostras estando elas situadas em três diferentes zonas hidrodinâmicas da praia: na pós-praia (PP), na praia média (PM) e na face de praia (FP) totalizando 21 amostras na campanha. Até o momento oito amostras foram analisadas no Laboratório de Sedimentologia da Escola do Mar, Ciência e Tecnologia (EMCT).

4.2.8.2.2 Resultados

Os resultados das campanhas de junho e agosto são apresentados na Tabela 11 e Tabela 12, apresentadas a seguir.

Tabela 11: Resultados da análise granulométrica dos sedimentos coletados na Meia Praia, Itapema, no mês de junho.

Amostra	Média	Classificação Shepard	Mediana	Selecionamento	Simetria	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
1	2,686	Areia fina	2,717	Bem selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,7	0,2993	0
2	2,594	Areia fina	2,629	Bem selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,7	0,2987	0
3	2,866	Areia fina	2,819	Muito bem selecionado	Positiva	0	98,57	1,434	0
4	2,818	Areia fina	2,796	Muito bem selecionado	Positiva	0	99,88	0,1154	0
5	1,793	Areia média	1,828	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,96	0,0396	0
6	2,554	Areia fina	2,664	Moderadamente selecionado	Muito negativa	0	99,83	0,1721	0
7	2,351	Areia fina	2,335	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,8	0,1998	0

Tabela 12: Resultados da análise granulométrica dos sedimentos coletados na Meia Praia, Itapema, no mês de agosto.

Estação	Média	Classificação Shepard	Mediana	Selecionamento	Simetria	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
1FP	2,87	Areia fina	2,834	Muito bem selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,97	0,03	0
1PM	3,023	Areia muito fina	3,069	Bem selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,9	0,1	0
1PP	2,963	Areia fina	2,956	Bem selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,44	1,56	0

Estação	Média	Classificação Shepard	Mediana	Selecionamento	Simetria	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
2FP	2,916	Areia fina	2,907	Bem selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,99	0,013	0
2PM	3,024	Areia muito fina	3,103	Bem selecionado	Muito negativa	0	99,98	0,024	0
2PP	2,724	Areia fina	2,736	Bem selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,79	0,21	0
3FP	2,867	Areia fina	2,833	Bem selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,97	0,03	0
3PM	2,987	Areia fina	2,998	Muito bem selecionada	Aproximadamente simétrica	0	99,99	0,01	0
3PP	2,818	Areia fina	2,794	Bem selecionada	Aproximadamente simétrica	0	99,94	0,05	0
4FP	2,937	Areia fina	2,911	Muito bem selecionada	Aproximadamente simétrica	0	99,99	0,006	0
4PM	2,789	Areia fina	2,769	Bem selecionada	Aproximadamente simétrica	0	99,99	0,008	0
4PP	2,755	Areia fina	2,911	Muito bem selecionado	Aproximadamente simétrica	0	99,98	0,02	0
5FP	2,474	Areia fina	2,769	Bem selecionado	Negativa	0	99,96	0,04	0
5PM	2,965	Areia fina	2,752	Muito bem selecionado	Aproximadamente simétrica	0	100	0,003	0
5PP	1,803	Areia média	2,523	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	0,07	99,79	0,14	0,07
6FP	2,973	Areia fina	2,955	Bem selecionado	Negativa	0	99,95	0,05	0
6PM	2,18	Areia fina	1,786	Pobremente selecionado	Negativa	0	99,94	0,06	0
6PP	2,18	Areia fina	2,981	Pobremente selecionado	Negativa	0	99,94	0,0573	0
7FP	3,049	Areia muito fina	2,391	Muito bem selecionado	Negativa	0	99,82	0,1776	0
7PM	3,048	Areia muito fina	2,391	Bem selecionado	Negativa	0	99,93	0,06	0
7PP	3,103	Areia muito fina	3,088	Muito bem selecionado	Negativa	0	97,25	2,748	0

Os resultados até aqui obtidos caracterizam as areias presentes na Meia Praia de Itapema na área do estudo com granulometria predominantemente fina.



Figura 47: Mapa de localização dos Referenciais de Nível (RN) (pontos amarelos) que serviram de base para a realização dos perfis praiais e localização dos pontos de coleta de sedimentos sobre os perfis (pontos vermelhos).

4.2.8.3 Caracterização dos Sedimentos Praiais – 2024 (SEACARUSO)

Para atendimento de complementações solicitadas ao longo do processo, foram realizadas novas amostragens e análises granulométricas dos sedimentos praiais. O estudo completo pode ser verificado no documento denominado "*Estudo Técnico. Caracterização da Jazida de Balneário Camboriú para Utilização na Engorda da Praia de Itapema/SC"*, versão julho/2024.

4.2.8.3.1 Metodologia

Para a caracterização da praia, a amostragem foi guiada por meio do uso de *webgis* com mapeamento prévio de 05 (cinco) pontos distribuídos ao longo da Praia Itapema/SC (Figura 48). Em 15 de maio de 2024 foram coletadas, em cada ponto, amostras superficiais do sedimento em três porções: antepraia, face praial e pós-praia, totalizando 15 (quinze) amostras para caracterização da praia nativa (Figura 49). O Quadro 1 apresenta os dados obtidos na coleta realizada com suas respectivas coordenadas geográficas.



Figura 48: Utilização da ferramenta WebGIS para controle e localização dos pontos amostrais. Fonte: SEACARUSO, 2024.



Figura 49: Distribuição dos pontos de coleta do sedimento superficial da Praia de Itapema/SC. Fonte: SEACARUSO, 2024.

Quadro 1: Dados da coleta realizada para caracterização do sedimento nativo da Praia de Itapema/SC. Fonte: SEACARUSO, 2024.

Amostra	Local	Coordenadas UTM 22S (Datum SIRGAS 2000)		Observações
		X	Y	
SED01	Antepraia	736843	6999290	Espraiamento
SED01	Face da praia	736810	6999286	Berma
SED01	Pós-praia	736792	6999284	Próximo ao molhe/vegetação
SED02	Antepraia	737237	6998202	Espraiamento
SED02	Face da praia	737218	6998193	Berma
SED02	Pós-praia	737206	6998188	Próximo ao calçadão
SED03	Antepraia	737831	6997147	Espraiamento
SED03	Face da praia	737817	6997140	Berma
SED03	Pós-praia	737807	6997132	Vegetação
SED04	Antepraia	738503	6996210	Espraiamento
SED04	Face da praia	738495	6996203	Berma (praia seca e estreita)
SED04	Pós-praia	738493	6996200	Próximo à vegetação
SED05	Antepraia	739252	6995355	Espraiamento
SED05	Face da praia	739241	6995346	Berma
SED05	Pós-praia	739219	6995330	Areia molhada, próximo à muro

A campanha de amostragem foi realizada utilizando uma colher para coleta superficial e subsuperficial com cerca de 20 centímetros de profundidade (Figura 50). Como procedimento de conservação das características físico-químicas do sedimento, as amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos identificados com lacres numerados e imediatamente acondicionadas dentro de caixas termo isolantes, conforme norma ABNT NBR: 9898:1987 (Figura 51), e encaminhadas para análises laboratoriais. As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório Acquaplant, certificado pela Norma ISO/IEC 17.025.

Cada amostra passou pelos seguintes ensaios: análise táctil-visual, teor de carbonato, teor de matéria orgânica e granulometria. A metodologia de cada uma das etapas pode ser verificada no Estudo Técnico elaborado pela empresa SEACARUSO.



Figura 50: Coleta superficial e subsuperficial das amostras de areia da praia. Fonte: SEACARUSO, 2024.



Figura 51: Acondicionamento das amostras identificadas em sacos plásticos. Fonte: SEACARUSO, 2024.

A. Análise táctil-visual

A análise táctil-visual das amostras tem como objetivo descrever a composição visual do material e classificar a coloração de acordo com o diagrama Munsell Soil-Color Chart (1994). Essa análise consiste em classificar a amostra encontrando a coloração padrão a qual se assemelha a partir dos diferentes diagramas (Figura 52).



Figura 52: Aplicação do diagrama de Munsell durante as coletas de campo.

B. Teor de carbonato

O cálculo do teor de carbonato é realizado por meio da diferença de massa antes e após a queima do carbono. O método de queima utiliza a oxidação por combustão catalítica na temperatura de 900°C, e para isso, utilizou-se o equipamento TOC-LCPN (analisador de carbono orgânico total da marca Shimadzu). Para cada 50mg de amostra são adicionadas três gotas de HCl 0,05mol. O resultado de carbono orgânico total das amostras sólidas é liberado em % pelo equipamento.

C. Teor de Matéria Orgânica

Para o cálculo do teor de Matéria Orgânica, foi utilizada a ABNT NBR 13600:1996 – Solo: Determinação do teor de matéria orgânica por queima a 440°C. Essa norma estabelece que o método de queima deve ser realizado por meio de um forno mufla com temperatura de 440°C, até a queima total da MO, ou seja, até que não apresente variação de massa, tempo que leva em torno de 12 horas. As amostras finais são pesadas após o resfriamento depois da queima. O teor é calculado em cima da amostra inicial. É então calculada a diferença entre o peso do material antes e após a queima da MO, de acordo com a fórmula abaixo:

$$\%MO = \left(1 - \frac{massa_{depois}}{massa_{antes}}\right) * 100$$

D. Granulometria

Para determinação da granulometria é realizado um ensaio denominado Peneiramento, em que se utiliza um conjunto de peneiras com intervalos de ¼ de Phi (totalizando 26 peneiras). O procedimento é relativamente simples: consiste em uma sequência de peneiras, montadas de forma que a malha diminua de cima para baixo e, desta forma, os grãos que permanecerem em uma peneira (retidos) são maiores que a abertura da mesma, mas menores que a abertura da peneira superposta. A amostra de solo é colocada na parte superior da sequência e, em

seguida, as peneiras são agitadas. Em cada peneira, de acordo com o tamanho do grão e abertura da malha, uma quantidade de solo é retida, a qual é pesada ao final do ensaio para determinar a fração de cada classe em relação ao total.

Os aspectos físicos (granulometria), obtidos a partir das análises laboratoriais, foram enquadrados à escala granulométrica de Folk & Ward (1957), na qual classifica a granulometria em: Cascalho (maior que 2mm), Areia Muito Grossa (2 a 1mm), Areia Grossa (1 a 0,5mm), Areia Média (0,5 a 0,25mm), Areia Fina (0,25 a 0,125mm), Areia Muito Fina (0,125 a 0,062mm), Silte (0,062 a 0,00394 mm) e Argila (menor que 0,00394) (Quadro 2).

Quadro 2: Classificação granulométrica segundo Folk & Ward (1957). Fonte: SEACARUSO, 2024.

Escala phi	Dimensão (mm)	Classificação
< - 1	> 2,0	Cascalho
0 a - 1	1,0 a 2,0	Areia muito grossa
1 a 0	0,50 a 1,0	Areia grossa
2 a 1	0,25 a 0,50	Areia média
3 a 2	0,125 a 0,25	Areia fina
4 a 3	0,0625 a 0,125	Areia muito fina
8 a 4	0,00394 a 0,0625	Silte
> 8	< 0, 00394	Argila

Além da curva granulométrica gerada a partir do material retido em cada peneira, também são gerados digramas de Shepard com o enquadramento do material, entre outros parâmetros como: diâmetro característico (D50), grau de seleção, assimetria e curtose.

4.2.8.3.2 Resultados

Para cada amostra, foram estimados o teor de carbonato, MO, classificação por cor e traçada sua curva granulométrica. Esses parâmetros estão resumidos por amostra no Quadro 3.

A Figura 53 a Figura 57 apresenta os gráficos de distribuição granulométrica por ponto de coleta agrupado; e na Figura 58 a Figura 60 estão apresentados os diagramas de Shepard com a classificação das amostras SED01 a SED05 separadas por posição. Os laudos correspondentes estão apresentados no estudo da empresa SEACARUSO.

Quadro 3: Dados amostrais da coleta realizada para caracterização do sedimento nativo da Praia de Itapema/SC. Fonte: SEACARUSO, 2024.

Dados das Coletas								
Amostra	D50 (mm)	Classificação	Coloração	Seleção	Curtose	Assimetria	MO	Teor Carbono
SED01 Antepraia	0,17	Areia Fina	2.5Y 4/3 – Marrom oliva	Bem selecionado	Leptocúrtica	Positiva	0,093 %	< 3%
SED01 Face da praia	0,17	Areia Fina	2.5Y 8/4 – Marrom pálido	Bem selecionado	Mesocúrtica	Positiva	0,077 %	< 3%
SED01 Pós-praia	0,17	Areia Fina	2.5Y 8/6 – Amarelo	Bem selecionado	Leptocúrtica	Positiva	0,079 %	< 3%
SED02 Antepraia	0,17	Areia Fina	2.5Y 4/3 – Marrom oliva	Bem selecionado	Mesocúrtica	Positiva	0,070 %	< 3%
SED02 Face da praia	0,17	Areia Fina	2.5Y 8/6 – Amarelo	Bem selecionado	Leptocúrtica	Positiva	0,061 %	< 3%
SED02 Pós-praia	0,17	Areia Fina	2.5Y 8/4 – Marrom pálido	Bem selecionado	Leptocúrtica	Positiva	0,066 %	< 3%
SED03 Antepraia	0,16	Areia Fina	2.5Y 4/3 – Marrom oliva	Moderadamente selecionado	Leptocúrtica	Positiva	0,208 %	< 3%
SED03 Face da praia	0,17	Areia Fina	2.5Y 6/6 – Amarelo oliva	Bem selecionado	Leptocúrtica	Positiva	0,029 %	< 3%
SED03 Pós-praia	0,17	Areia Fina	2.5Y 6/6 – Amarelo oliva	Bem selecionado	Leptocúrtica	Positiva	0,089 %	< 3%
SED04 Antepraia	0,17	Areia Fina	2.5Y 4/3 – Marrom oliva	Moderadamente selecionado	Leptocúrtica	Aproximadamente simétrica	0,165 %	< 3%
SED04 Face da praia	0,16	Areia Fina	2.5Y 8/4 – Marrom pálido	Moderadamente selecionado	Leptocúrtica	Positiva	0,058 %	< 3%
SED04 Pós-praia	0,16	Areia Fina	2.5Y 8/4 – Marrom pálido	Moderadamente selecionado	Leptocúrtica	Muito positiva	0,123 %	< 3%
SED05 Antepraia	0,19	Areia Fina	2.5Y 5/3 – Marrom oliva claro	Moderadamente selecionado	Leptocúrtica	Negativa	0,150 %	< 3%
SED05 Face da praia	0,17	Areia Fina	2.5Y 7/4 – Marrom pálido	Bem selecionado	Leptocúrtica	Positiva	0,066 %	< 3%
SED05 Pós-praia	0,17	Areia Fina	2.5Y 7/3 – Marrom pálido	Bem selecionado	Leptocúrtica	Positiva	0,116 %	< 3%

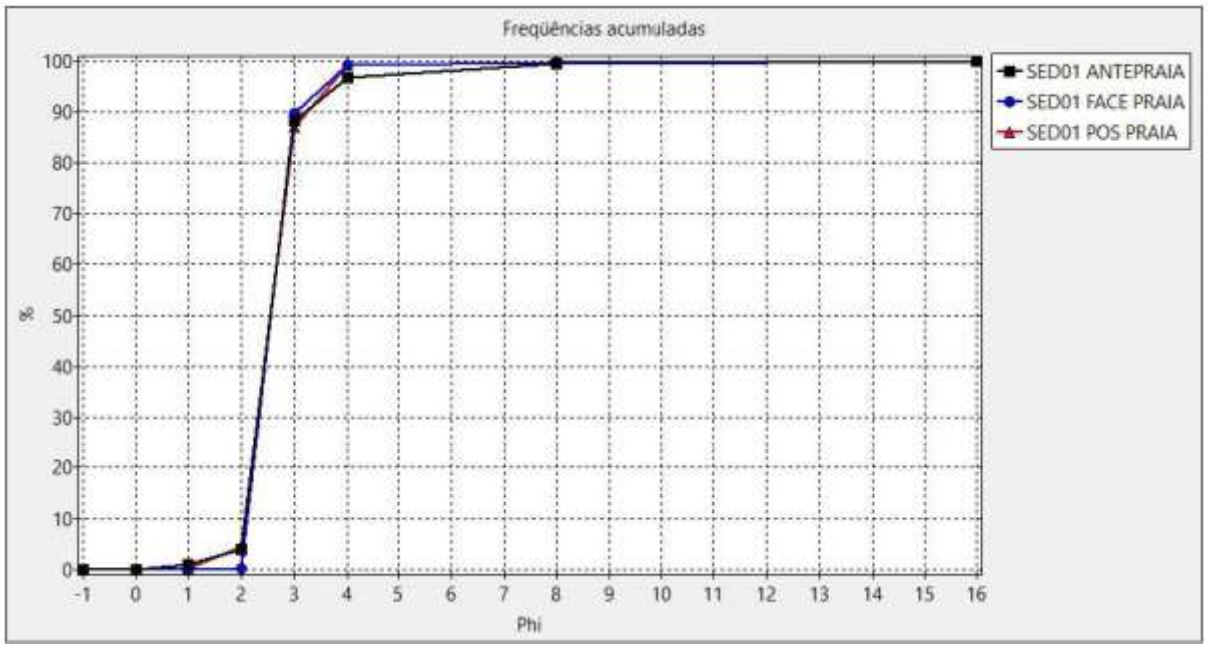


Figura 53: Distribuição granulométrica da amostra SED01. Fonte: SEACARUSO, 2024.

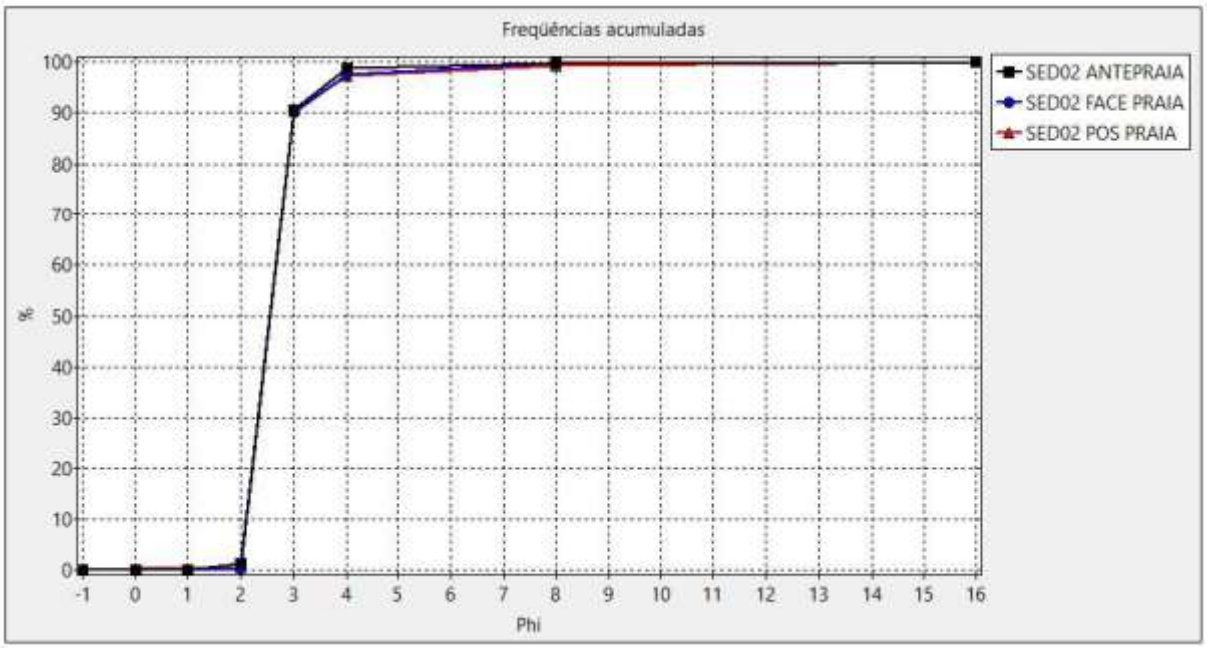


Figura 54: Distribuição granulométrica da amostra SED02. Fonte: SEACARUSO, 2024.

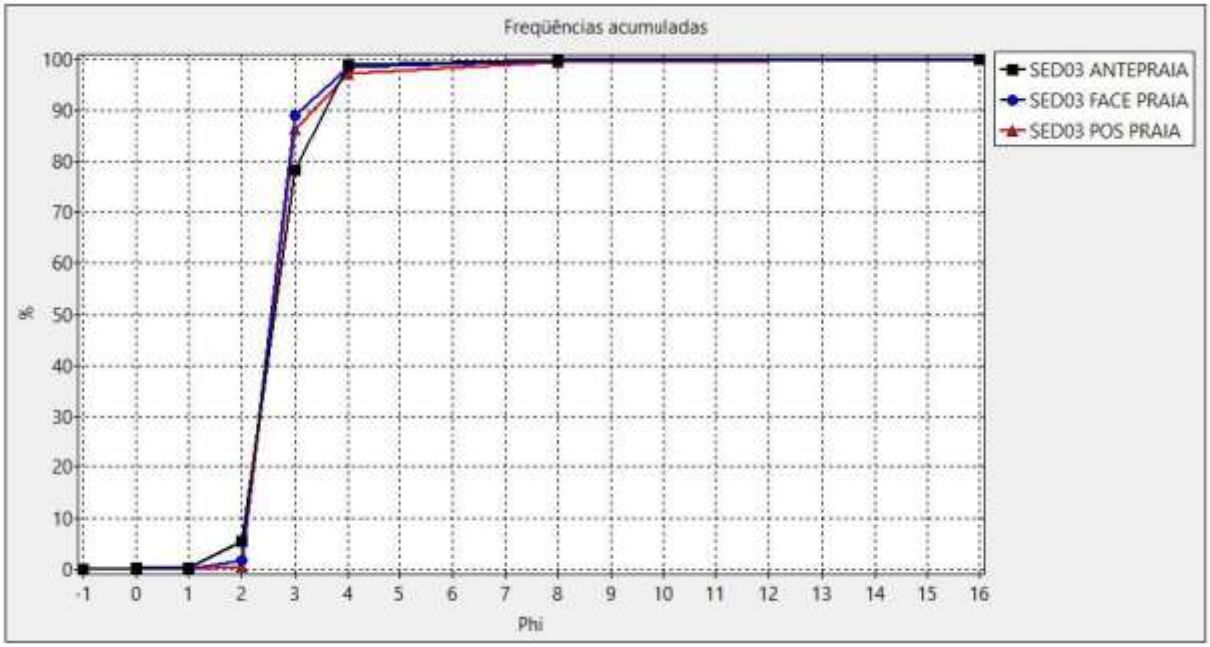


Figura 55: Distribuição granulométrica da amostra SED03. Fonte: SEACARUSO, 2024.

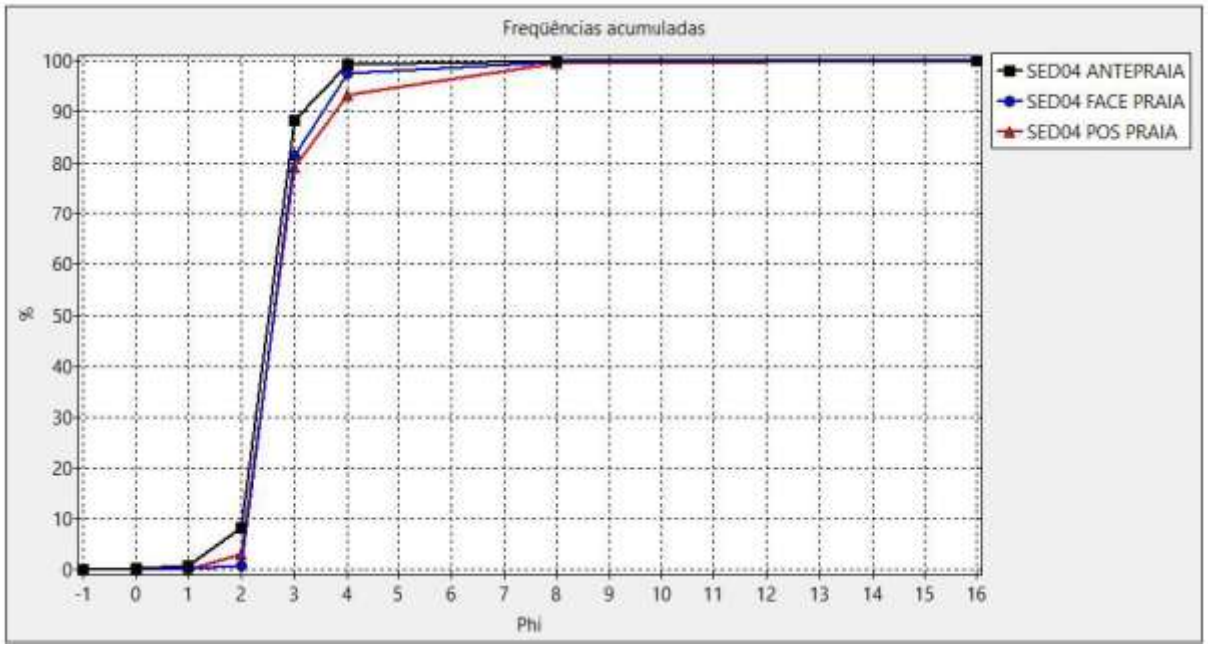


Figura 56: Distribuição granulométrica da amostra SED04. Fonte: SEACARUSO, 2024.

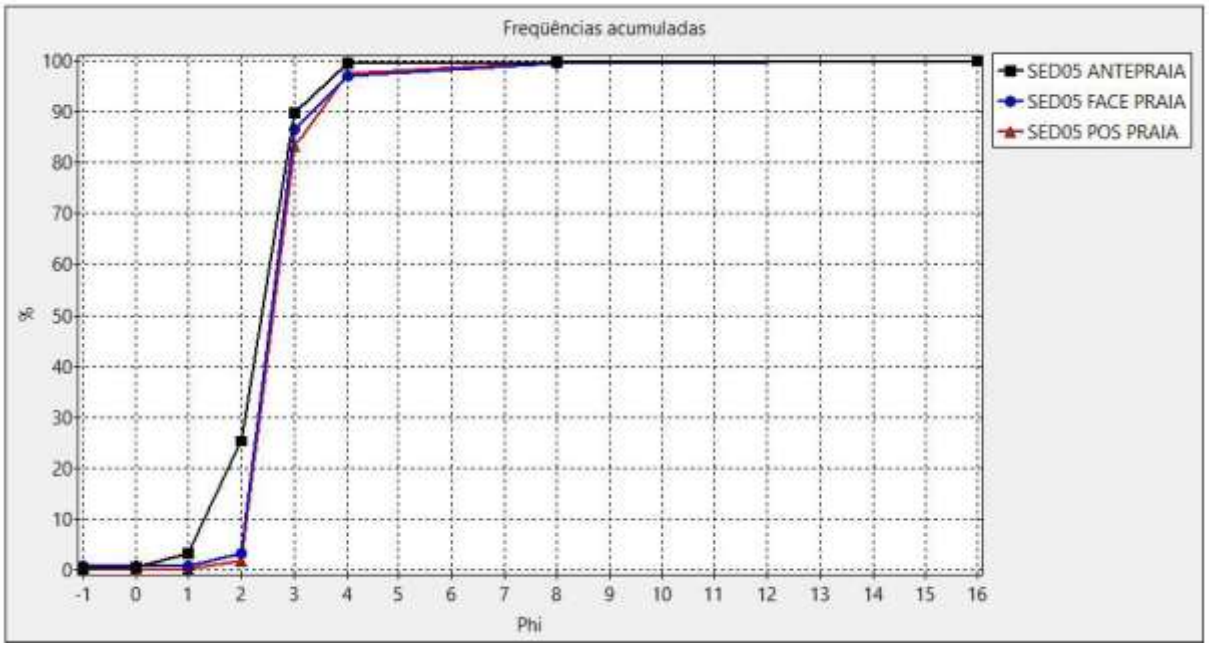


Figura 57: Distribuição granulométrica da amostra SED05. Fonte: SEACARUSO, 2024.

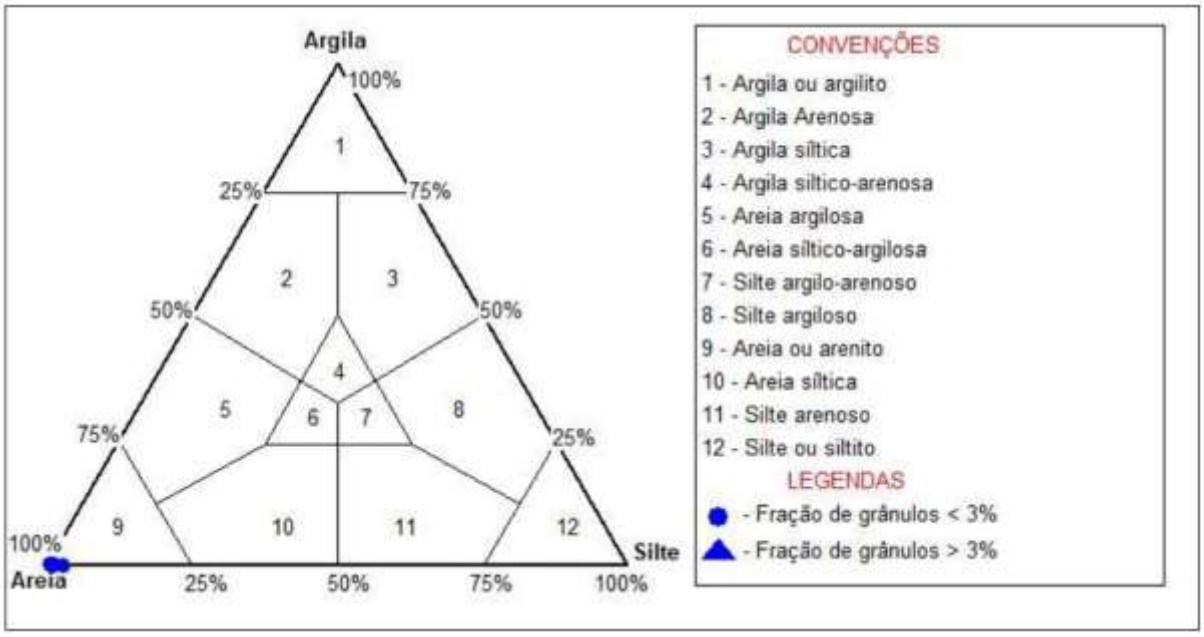


Figura 58: Diagrama de Shepard das amostras SED01 a SED05 na posição da ANTEPRAIA. Fonte: SEACARUSO, 2024.

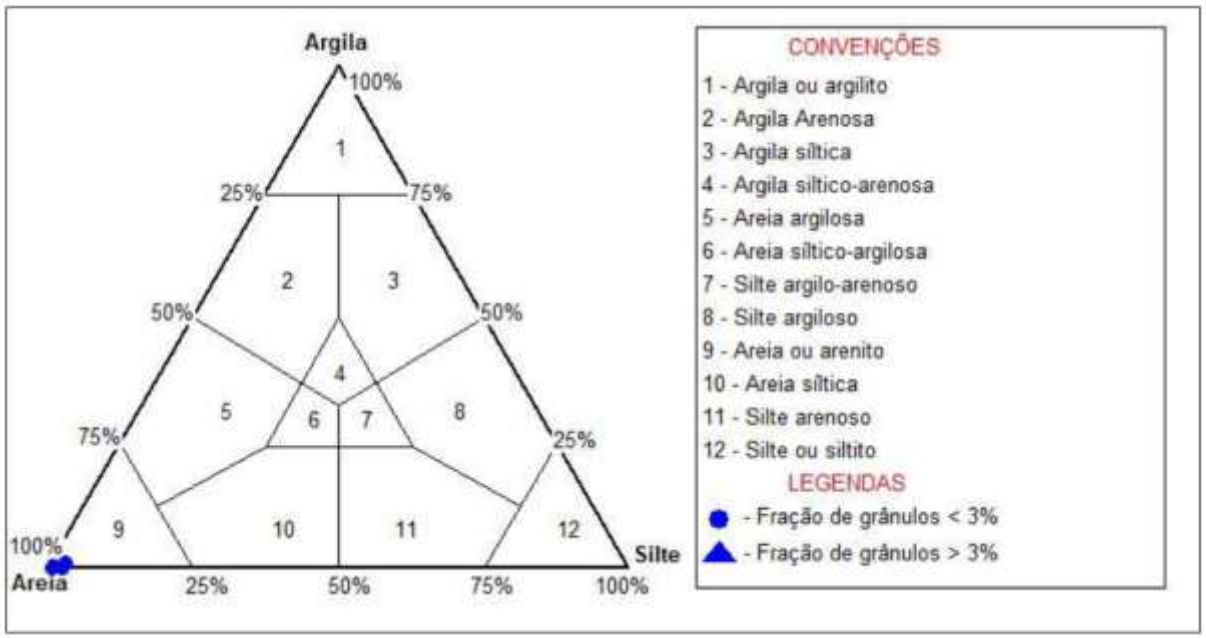


Figura 59: Diagrama de Shepard das amostras SED01 a SED05 na posição da FACE DA PRAIA. Fonte: SEACARUSO, 2024.

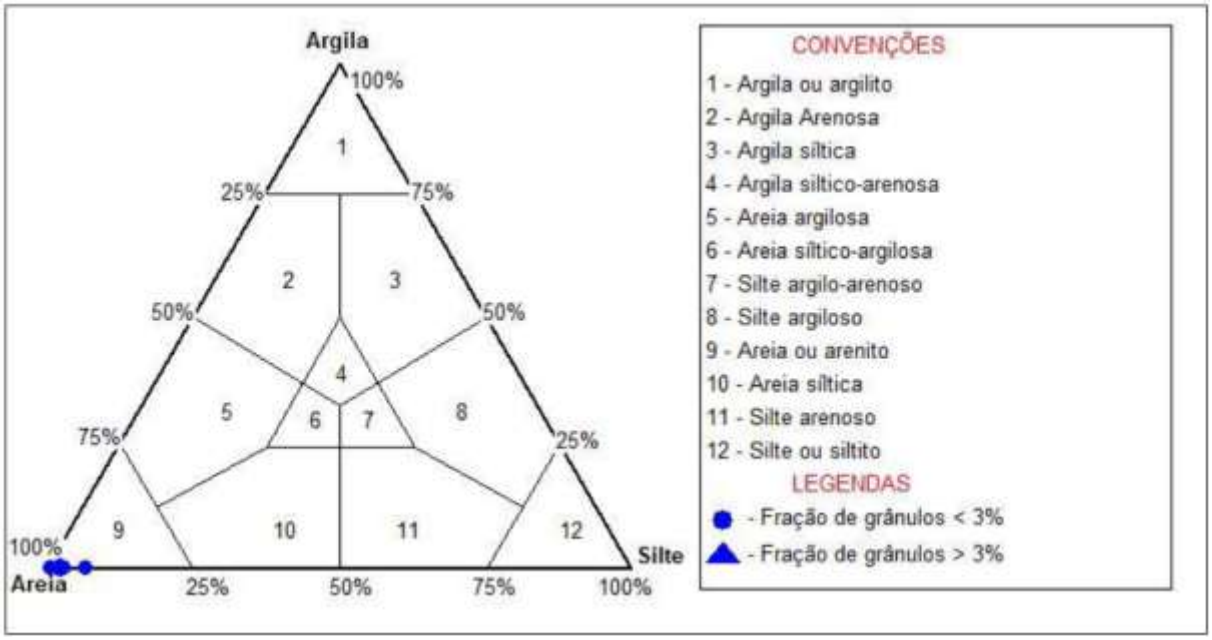


Figura 60: Diagrama de Shepard das amostras SED01 a SED05 na posição da PÓS-PRAIA. Fonte: SEACARUSO, 2024.

Todos os pontos variaram entre a coloração marrom oliva ou pálida ao amarelo. As porções de sedimento molhados encontradas na antepraia foram as que apresentaram coloração marrom oliva em todos os pontos. A coloração marrom pálida foi encontrada na porção mais distante da água, com exceção dos pontos #01

e #03, que eram locais com maior presença de vegetação, resultando em uma coloração mais amarelada. Por fim, a porção da face da praia (berma), apresentou coloração marrom pálido, com exceção dos pontos #02 e #03, que estavam mais molhados nesses locais do que nos demais pontos. Assim, pode-se considerar que a praia de Itapema como um todo tem coloração marrom pálido a amarelo.

Em relação a distribuição granulométrica, foi visto que todos os pontos foram classificados como areia fina, com o diâmetro característico variando de 0,16 a 0,19 milímetros. O diagrama de Shepard corrobora com os dados demonstrados nos gráficos de distribuição granulométrica, com fator de grânulos (cascalho) menor do que 3%. E por fim, o teor de carbonato manteve-se para todas as amostras menor do que 3%, com presença rara de conchas inteiras e partidas nas amostras coletadas; já o percentual de matéria orgânica para todos os pontos ficou em torno de 0,1%, indicando que quase totalmente a praia é composta por material inorgânico, característico de areia quartzosa.

4.2.9 DADOS OCEANOGRÁFICOS PRIMÁRIOS

4.2.9.1 Aquisição de dados

O levantamento de dados oceanográficos primários em águas rasas, em local próximo da área de interesse, foi feito através do fundeio com uso de correntógrafo acústico, a fim de coletar dados de ondas, correntes e variação de maré no período compreendido entre 27 de maio a 10 de junho de 2022 nas proximidades da foz do rio Perequê, divisa entre os municípios de Itapema e Portobelo, Estado de Santa Catarina, em uma profundidade aproximada de 5 metros de coluna d’água.

O local de instalação do referido equipamento está ilustrado na Figura 61.



Figura 61: Localização do ponto de fundeio do perfilador acústico de correntes ao largo Rio Perequê, em Itapema – coordenadas geográficas: Lat.: 27° 08' 21” S / Lon.: 48° 34' 41” W.

O ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler ou Perfilador de Correntes por Efeito Doppler) possui sensores que permitem ao aparelho discretizar a massa d’água em várias células de profundidade e, em cada uma delas, medir as componentes das velocidades de corrente. O ADCP também possui um sensor de pressão e outro de temperatura. O sensor de pressão possibilita a medição da maré e das ondas direcionais. O sensor de temperatura possibilita a correção da velocidade do som na água, informação utilizada pelo aparelho para o cálculo das velocidades de corrente.

Detalhes do equipamento e do suporte utilizados para a manutenção do equipamento no leito marinho estão mostrados nas figuras baixo (Figura 62).



Figura 62: ADCP Aquadop 1 MHz Nortek.

A figura abaixo ilustra o sistema de fundeio empregado para a manutenção do equipamento em segurança fazendo a medição dos dados durante o período selecionado.

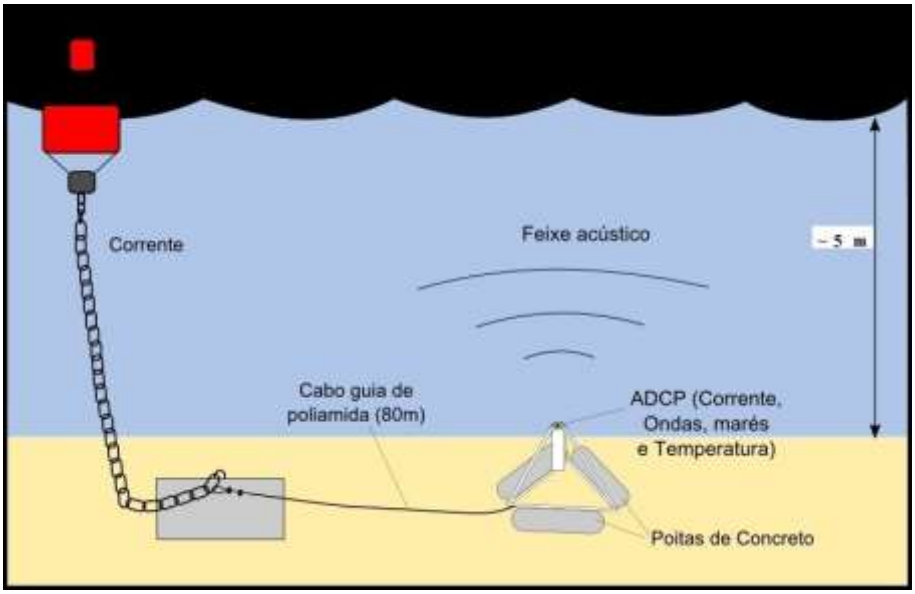


Figura 63: Modelo esquemático da instalação do ADCP.

A Figura 64 mostra como os dados foram medidos. Através de um feixe acústico, o ADCP mede as velocidades da corrente em toda a coluna d'água separadamente

em células, que são contadas de baixo para cima. Na parte superior do ADCP existe uma região de branco, onde não é possível medir as correntes.

Para este monitoramento, a área de branco foi de 0,4 m acima do ADCP, enquanto as células possuem o tamanho de 1,0 m (Figura 64). A célula de número 01 representa os dados de velocidade de fundo. As velocidades do meio da coluna de água e da superfície variam de acordo com as diferenças de maré para cada instante (t). O intervalo de medição foi de 30minutos.

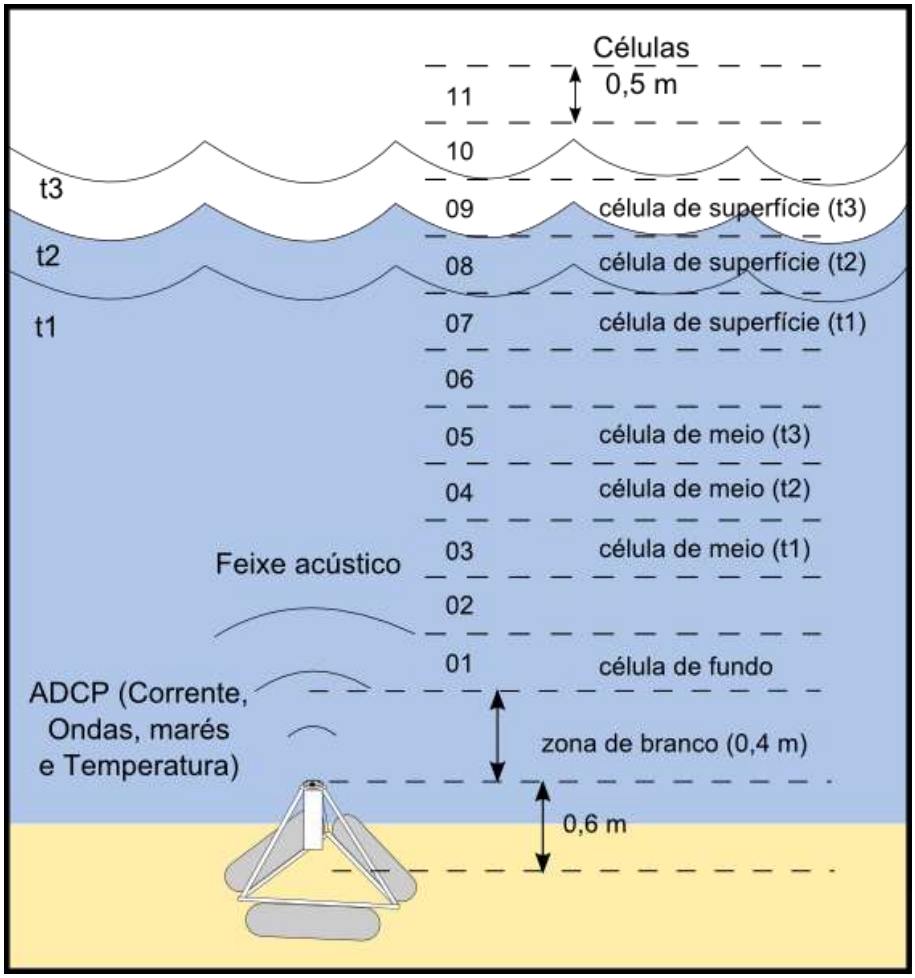


Figura 64: Configuração dos perfis.

Na sequência serão apresentados os resultados obtidos, os quais foram pós-processados e geradas as figuras esquemáticas para cada parâmetro medido.

Na Figura 65 é apresentada a velocidade e direção das correntes promediadas na vertical (média ao longo da coluna d'água).

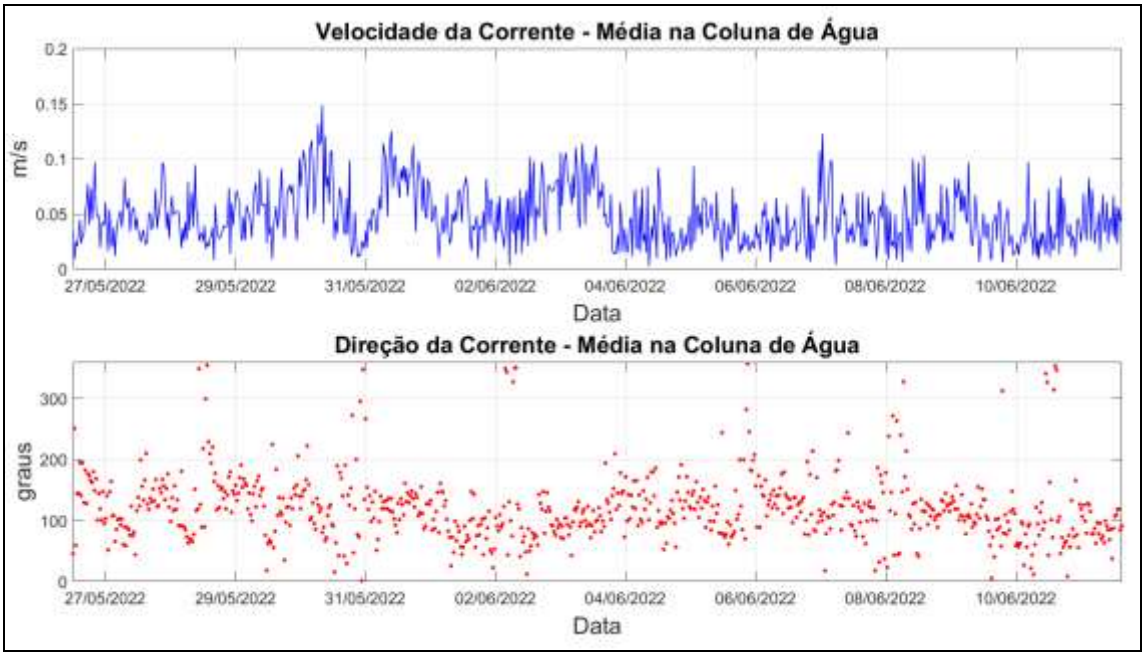


Figura 65: Velocidade e direção das correntes promediadas na vertical (média ao longo da coluna d'água).

Na Figura 66 é apresentada a rosa direcional das correntes. Conforme pode ser observado, as correntes no ponto de medição são predominantemente paralelas à costa e, durante o período de medição, com fluxo para SE.

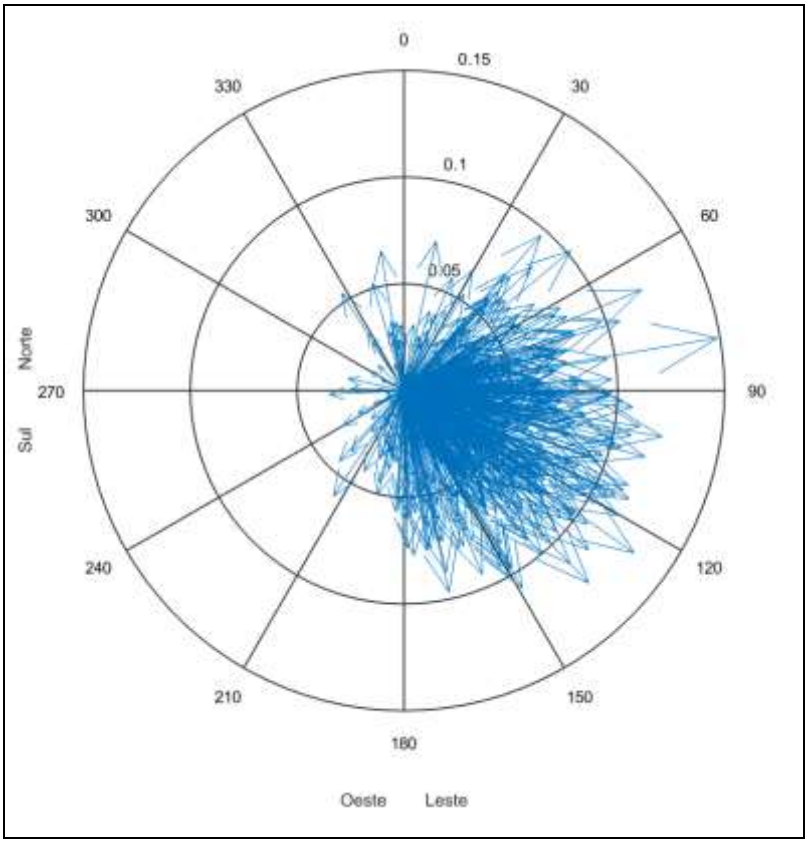


Figura 66: Rosa direcional das correntes medidas. Média ao longo da coluna de água.

Na Figura 67 é apresentada a série de dados de maré medidos no ponto de fundeio do ADCP.

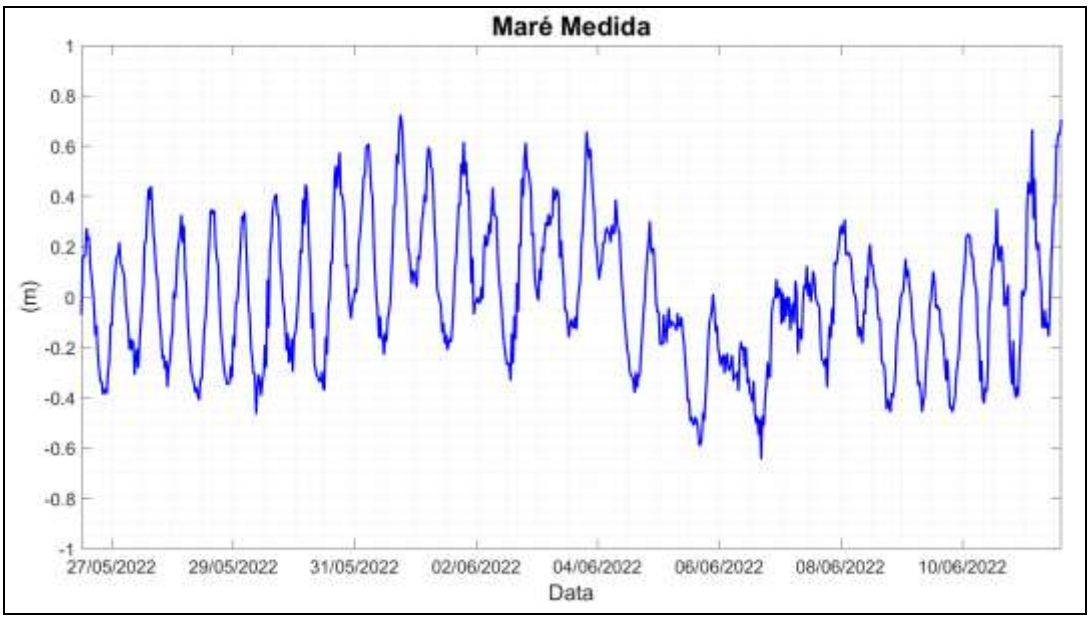


Figura 67: Dados de maré medidos no ponto de fundeio do ADCP.

Da Figura 68 são apresentadas as séries de dados de altura significativa, período de pico e direção de pico das ondas medidas no ponto de fundeio do equipamento.

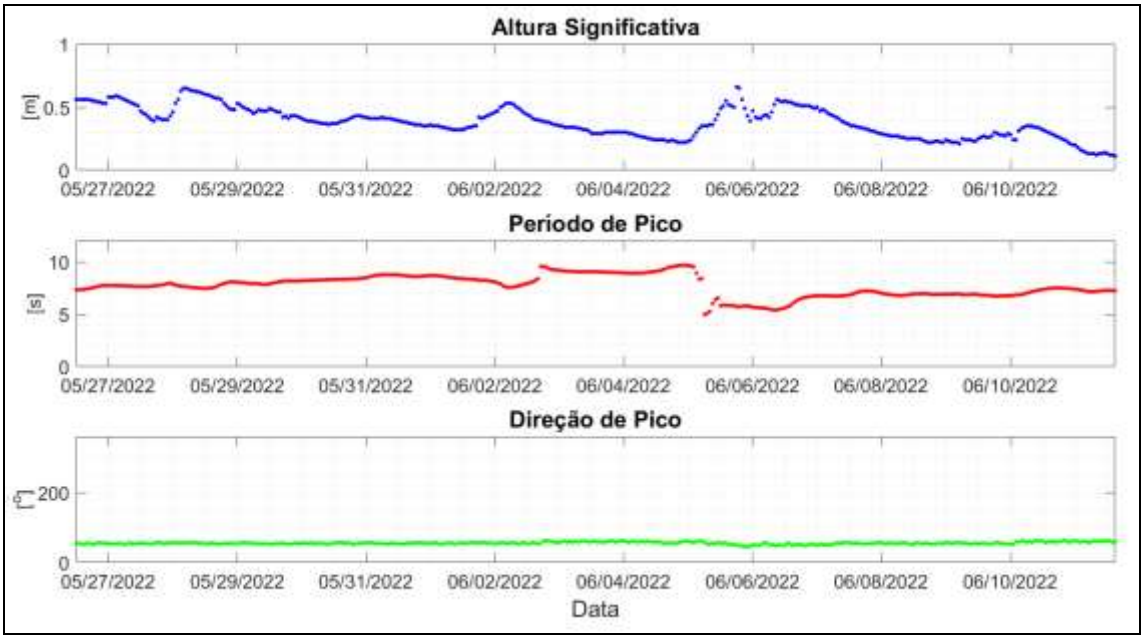


Figura 68: Séries de dados de altura significativa, período de pico e direção de pico das ondas medidas no ponto de fundeio do equipamento.

4.3 ESTUDOS DE MODELAGEM COSTEIRA

O Sistema de Modelagem Costeira do Brasil (SMC-Brasil), ferramenta para apoio à gestão da costa brasileira, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) é um pacote computacional (software) composto por metodologias de trabalho, modelos numéricos e bases de dados. A utilização de suas ferramentas permite estudos temporais de processos costeiros e quantificação das variações no litoral. Desta forma, a utilização da ferramenta SMC possibilita a construção de cenários sobre a dinâmica da linha de praia, fornecendo informações importantes para o planejamento e qualificação na tomada de decisões, evitando o desperdício de recursos públicos e buscando amenizar questões relacionadas a vulnerabilidade ambiental, o risco à vida humana e manutenção do patrimônio.

O estudo contempla o estudo de transformação de ondas para determinação do clima de ondas na área de interesse do projeto (altura significativa, período e direção de pico), o transporte de sedimentos e valores extremos de cotas de inundação e elevação do nível do mar, utilizando o Sistema de Modelagem Costeiro (SMC-Brasil).

4.3.1 UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SMC-BRASIL

A modelagem numérica mostra-se como uma importante ferramenta para o conhecimento dos processos dinâmicos, auxiliando na interpretação de medições pontuais e servindo como base para a simulação de cenários (DALBOSCO, 2013).

O Instituto Hidráulica Ambiental da Universidade da Cantabria (IHCantabria) desenvolveu, para o Ministério do Meio Ambiente da Espanha, um sistema preparado para atender as necessidades ade engenharia e gestão costeira, no tratamento de questões como alimentação de praias ou mudanças de praias devido a intervenções, incluindo estruturas costeiras (QUETZALCÓATL et al, 2019). O sistema é utilizando por mais de 60 países.

O sistema SMC está preparado para preparado para estudar os impactos mais importantes na costa, como inundações e erosões, fornecendo uma metodologia personalizada de acordo com o problema, além de avaliar os processos pertinentes de curto, médio e longo prazo. O sistema inclui ainda um conjunto de ferramentas para estimar, a muito longo prazo, os impactos potenciais futuros das mudanças climáticas nas praias.

Ao contrário de outros sistemas, o objetivo do SMC Brasil é fornecer uma base de dados extensa e fornecer aos usuários um guia para o quadro teórico e as metodologias para abordar as intervenções costeiras e, portanto, selecionar a ferramenta mais adequada para abordá-las desde os estágios iniciais, como entender como o sistema de praia funciona para propor soluções para mitigar as intervenções humanas. Para Gonzalez et al (2016), o sistema auxilia os técnicos no projeto, execução e acompanhamento de projetos costeiros, e ainda na análise de

dinâmica marinha e litorânea para entender as mudanças no litoral causadas por esta dinâmica.

Diversos documentos técnicos do Ministério do Meio Ambiente citam como referência a utilização do SMC-Brasil para auxílio nos processos de licenciamento ambiental e projetos de engenharia costeira (MMA, 2018a; Brasil, 2018).

Esta ferramenta possui um conjunto de metodologias e modelos numéricos que permite analisar as informações sobre os processos costeiros, verificar a resposta da praia diante da ação de um evento de tempestade, calcular o perfil praial de equilíbrio e a forma em planta da praia. Também é possível gerar diversos cenários, como: modificação da batimetria, incluir estruturas rígidas (molhes, cais, muros, etc.) ou não consolidadas (preenchimentos de areia, dragagem, etc.) ou gerar batimetrias em condições de equilíbrio em longo prazo de uma praia (perfil e planta).

O SMC-Brasil é composto principalmente por duas ferramentas:

1. SMC Tools: permite acessar o módulo IH-DATA, que inclui as bases de dados das cartas náuticas do litoral brasileiro (imagens, dados de batimetrias tipo XYZ), dados de ondas e dados de nível do mar (maré astronômica e meteorológica). Dentro desta ferramenta, os dados de ondas podem ser caracterizados através de uma análise estatística de suas variáveis ambientais, a partir do módulo IH-AMEVA, que também permite realizar a transformação de ondas dos pontos DOW em direção à costa (IH-DYNAMICS). Estes módulos fornecem dados de entrada necessários para os modelos do SMC e para o processamento de resultados.

2. SMC 3.0: consiste em dois módulos: o módulo de análise em curto prazo de praia, formado pelos programas MOPLA (OLUCA COPLA E EROS) e PETRA e o módulo de análise em médio e longo prazo de praia, formado pelo módulo de praia em equilíbrio. Também inclui um módulo de regeneração do terreno para a atualização de topografia e batimetria.

A descrição detalhada destas ferramentas e suas formulações podem ser acessadas em https://smcbrasil.paginas.ufsc.br/.

Ferramentas incorporadas ao SMC-Brasil também permitem estimar os efeitos potenciais das mudanças do clima na costa devido as variações na dinâmica marinha, para a realização de projetos de dinâmica costeira, recuperação de praias, estudos de impacto ambiental etc.

A metodologia utilizada baseia-se na estimativa dos efeitos potenciais das mudanças do clima na costa a partir das séries temporais de variáveis do clima que permitem estimar os seus impactos na praia. De forma complementar, considera vários cenários de mudanças do clima.

O SMC-Brasil permite a transferência das séries de ondas até a costa por meio de um modelo de propagação levando em conta os principais processos aos quais a onda está submetida em sua propagação em direção ao litoral: refração, difração, empinamento e quebra (MMA,2018), porém não considera o efeito de reflexão de onda. Este efeito pode ser importante na análise dos processos erosivos, principalmente quando se tem implementadas estruturas rígidas **paralelas** a costa. Considerando que as estruturas nas extremidades da área de intervenção já existem e são perpendiculares a costa (molhes e píer), os efeitos da reflexão são pontuais e não exercem influência na dinâmica na obra de alimentação artificial por aterro hidráulico.

4.3.2 REGIME DE ONDAS E MARÉ NA REGIÃO

Estudos realizados na costa sul brasileira apontam que o regime de ondas reflete o padrão meteorológico típico da região, comandado principalmente pelas interações entre o Anticiclone Tropical Atlântico semi-estacionário e o Anticiclone Polar Atlântico migratório. Esses dois sistemas atmosféricos determinam, respectivamente, a geração de ondas locais, decorrentes da atuação de ventos de nordeste, e a incidência de ondulações de quadrante sul, associadas à passagem de frentes frias na região. Os dados de ondas disponíveis para o litoral de Santa Catarina mostram a ocorrência dessas duas direções principais, associadas à incidência de ondas de leste (ABREU, 2011).

A direção das ondas incidentes mais energéticas é sul-sudeste (ALVES, 1996 apud MENEZES E KLEIN, 2001), conforme apresentado na Figura 69: Medições de ondas no litoral norte de SC – direções dominantes (ALVES, 1996). A maré local é micromaré, principalmente semi diurna, com amplitude média em torno de 0,8m e maré máxima de 1,2 m. Estudos de Schettini (1996) e Truccolo (1998) indicam que os níveis de água podem ser influenciados por marés meteorológicas que ocasionam uma elevação de até 1 metro em relação ao nível médio relativo do mar.



Figura 69: Medições de ondas no litoral norte de SC – direções dominantes (ALVES, 1996)

Os dados analisados por Araújo et al. (2003) na Ilha de Santa Catarina também mostraram o predomínio de incidência de ondas de quadrante sul, seguido da incidência de ondas de leste-nordeste, que totalizaram respectivamente cerca de 60% e 15% das ocorrências, e de ondas de leste com aproximadamente 11% dos registros.

4.3.3 BASE DE DADOS UTILIZADA – DADOS DE ENTRADA DO PROJETO

4.3.3.1 Nível de Referência

O SMC utiliza as cartas náuticas com referência de profundidades reduzidas ao nível da baixa-mar média de sizígia, enquanto os dados de altimetria são geralmente referenciados pelo Datum IBGE. Para correlacionar os dois zeros, foram utilizadas informações das estações maregráficas disponibilizadas pelo Centro de Hidrografia Marinha da Marinha do Brasil.

A carta náutica utilizada pelo SMC na área de estudo é a Carta 1902.

Apesar da base de dados do SMC-Brasil informar os níveis de maré, astronômica e meteorológica, como referência, buscou-se informações sobre os níveis do mar local.



60 245

F - 41

TÁBUAS DE MARÉS

DESCRIÇÃO DE ESTAÇÃO MAREGRÁFICA

Estação Porto de Florianópolis Estado SC Localidade Florianópolis

LH Carta Nº. 1903 – Canal Norte de Santa Catarina Navio DNPVN Ano 1982

Coordenadas geográficas

Lat: 27° 35' 3 S

Long: 048° 33' 4 W

Datum

Fuso +3

O nível de redução está 16,3 centímetros acima do zero da régua de 1968.

Fonte de informação: Análise Estatística e Harmônica de 2(illegible) dias de observação da Mare.

Tipo de marégrafo: RICHARD

Zero do marégrafo: coincide com o zero da régua.

Descrição das réguas de marés

Não há descrição de régua.

Esta ficha foi compilada de Modelo-DHN-5503 de 1968, F-41-1983-001/82, Relatorio-Portoferio-INPH-(161/83) e da F-41-1985-001/87. Atualizado em 17/07/2008.

Descrição das referências de nível

RN-DNPVN - Pilar de pedra ao gramado a 15 cm da quina do muro à direita do quiosque entre os Portoferio. A parte superior do pilar tem 20 cm de altura e base de 15 x 15 cm. Citada a partir de 1968.

RN1-Portoferio - Marco encravado em uma estrutura de concreto em frente a um edifício histórico na Avenida Beira-mar. Citada a partir de 1983.

RN2-DHN - Encravado no canteiro da primeira ponta da Avenida Beira-mar (sentido sul/norte) a 20 metros mais à direita em relação ao Monumento da Paz, tendo o mar pelas costas. Implantada em 2007.

RN3-DHN - Encravado na extrema junto ao muro fio mais próximo ao mar, a 20 metros mais à direita em relação ao trapiche, tendo o mar pelas costas. Implantada em 2007.

DHN-6016-A

Arquivo Técnico a ser preenchido no CHM

Recebida em:

Documento de referência: Relatório de Portoferio-INPH - (161/83) - LH-PC/2007

Pessoal que tomou parte na montagem

Equipe de 1968:

DNPVN

Chefe da equipe:

Equipe de 2007:

1ºSG-HN Fabião

2ºSG-HN Freitas

2ºSG-HN Borges

Chefe da equipe: 1º T Tongue

Figura 70: Descrição da estação maregráfica Porto de Florianópolis. (Fonte: CHM).

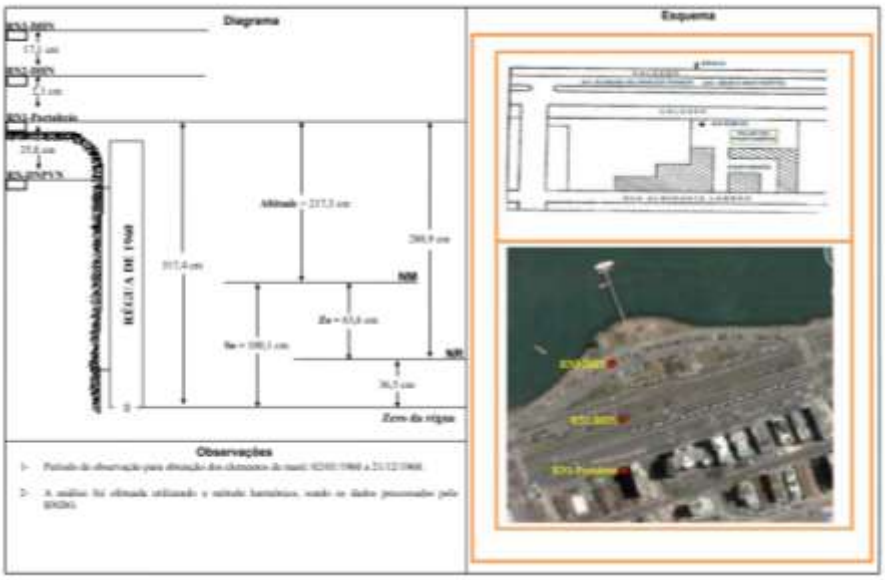
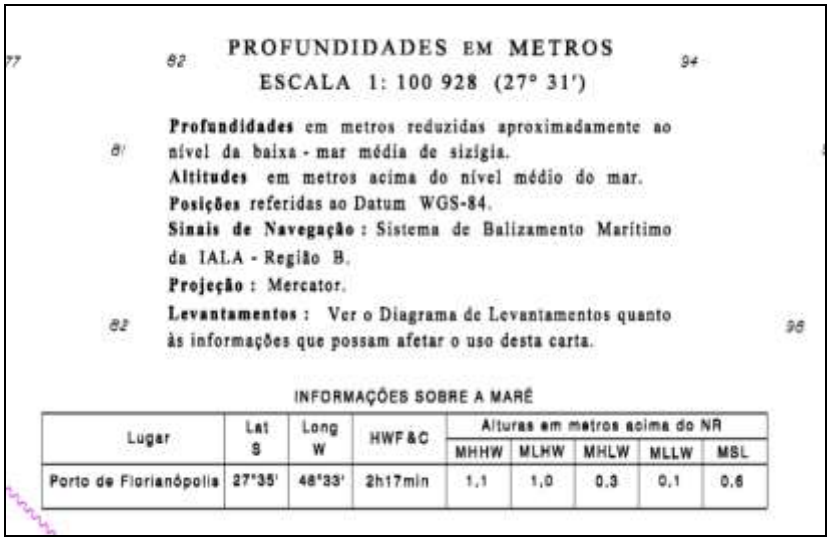


Figura 71: Diagrama e Esquema da estação maregráfica Porto de Florianópolis. (Fonte: CHM).



PROFUNDIDADES EM METROS

ESCALA 1: 100 928 (27° 31')

Profundidades em metros reduzidas aproximadamente ao nível da baixa-mar média de sizígia.
Altitudes em metros acima do nível médio do mar.
Posições referidas ao Datum WGS-84.
Sinais de Navegação: Sistema de Balizamento Marítimo da IALA - Região B.
Projeção: Mercator.
Levantamentos: Ver o Diagrama de Levantamentos quanto às informações que possam afetar o uso desta carta.

INFORMAÇÕES SOBRE A MARÉ

Lugar	Lat S	Long W	HWF&C	Alturas em metros acima do NR				
				MHHW	MLHW	MHLW	MLLW	MSL
Porto de Florianópolis	27°35'	48°33'	2h17min	1,1	1,0	0,3	0,1	0,6

Figura 72: Informações sobre a maré Porto de Florianópolis – Carta 1902 (Fonte: CHM).

Com base nas informações das referências de nível do Datum IBGE e DHN, foi possível gerar um gráfico de referência auxiliar para relacionar estas referências. Este gráfico apenas relaciona os zeros de cada referência, sendo que os níveis de maré (nível médio do mar, maré astronômica e de sizígia) foram correlacionados com os dados da estação maregráfica do Porto de Itajaí.

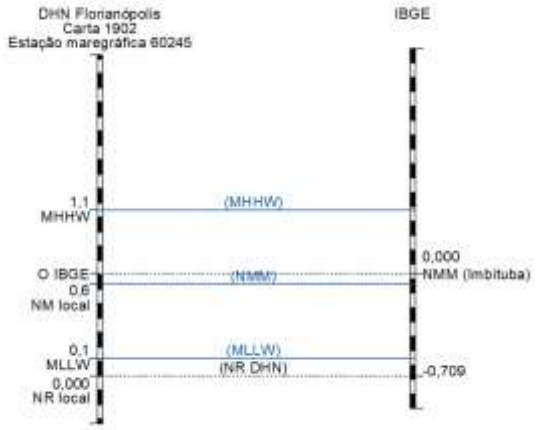


Figura 73: Gráfico de Referência auxiliar para relação de níveis (Fonte: a autora)

4.3.3.2 Batimetria

Os dados batimétricos utilizados neste estudo são provenientes de duas fontes: base de dados de batimetria do SMC 3.0 e dados de batimetria de detalhe. Esses dados foram utilizados na propagação de ondas, correntes, transporte de sedimentos, cálculo do perfil praial e da forma em planta.

A base de dados batimétricos contida no SMC 3.0, módulo BACO, foi originada através da digitalização das cartas náuticas do litoral brasileiro provenientes da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN) e folhas de bordo obtidas junto ao Bampetro, CHM (Centro de Hidrografia da Marinha), USP (Universidade de São Paulo) e Marinha do Brasil. Os dados batimétricos estão referidos ao datum horizontal WGS84 e o datum vertical DHN local de cada carta náutica.

Os dados da batimetria de detalhe foram obtidos através dos levantamentos topobatimétrico identificados no item 5.5.

A partir da batimetria da DHN processada e da inserção da batimetria de detalhe no mesmo datum horizontal (WGS-84) e vertical (DHN) na área de estudo, o terreno em frente à praia pôde ser representado da forma mais real possível.

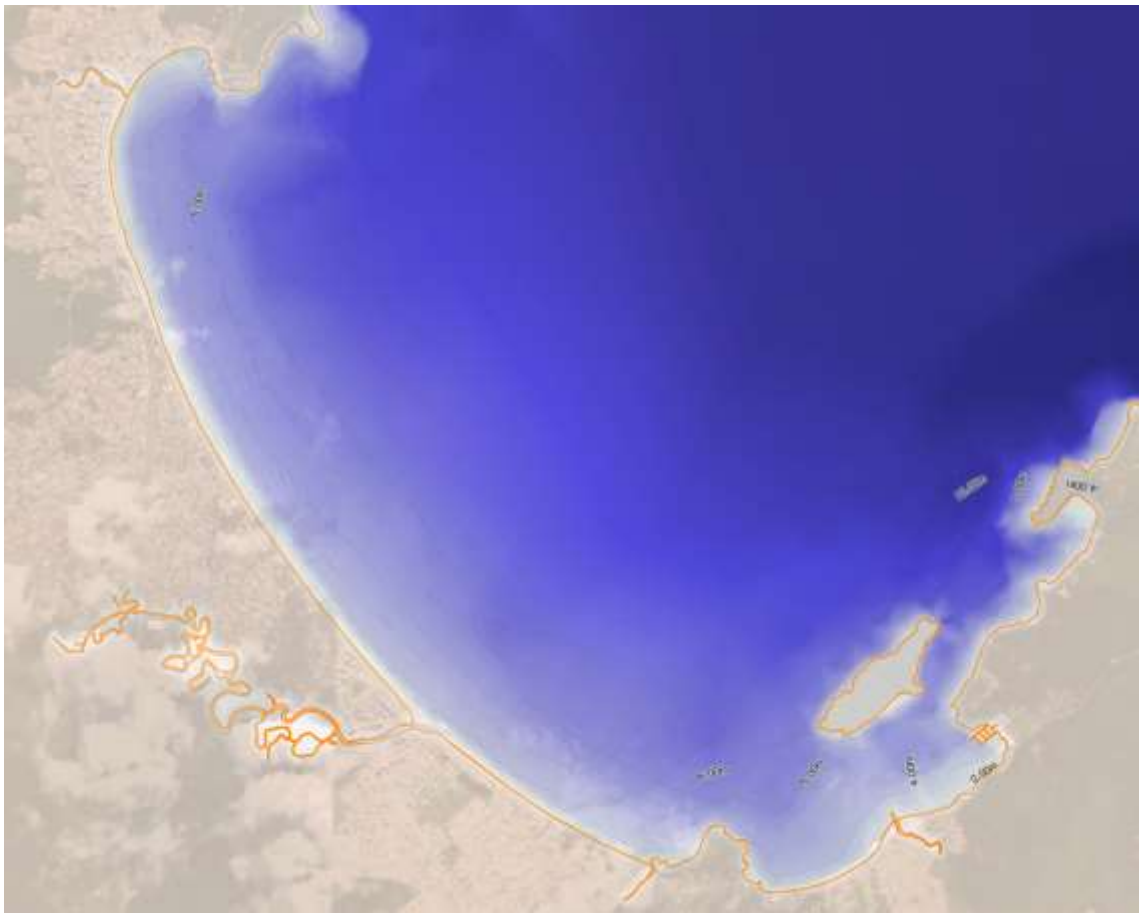


Figura 74: Batimetria regenerada - Interpolação da carta náutica e da batimetria de detalhe (módulo BACO).

4.3.3.3 Dados de ondas

O modelo SMC-Brasil apresenta uma base de dados de onda e de nível (maré astronômica e maré meteorológica) com resolução horária para o período de 60 anos (1948-2008). Estes dados foram obtidos a partir de reanálises globais e regionais realizadas no Instituto de Hidráulica da Cantabria, e estão inseridos na versão brasileira do modelo SMC para utilização nas propagações até a costa.

A base de dados de ondas DOW (*Downscaled Ocean Waves*) foi gerada a partir da transferência de dinâmica de águas profundas (GOW - *Global Ocean Waves**)*** para águas intermediárias através de simulações executadas com o modelo numérico SWAN, utilizando a batimetria das cartas náuticas brasileiras e folhas de bordo digitalizadas pelo projeto, no intuito de melhorar a resolução da batimetria anterior

(GEBCO) e dados de vento (Reanálise 1 – NCEP/NCAR - *National Center for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research*).

As bases de dados de ondas costeiras e níveis do mar foram geradas numericamente e calibradas por meio de métodos internos e foram validadas por comparação com dados in situ de medidores de maré e boias de ondas (CAMUS *et al*, 2011; GOMES DA SILVA, 2015; MMA, 2018; QUETZALCÓATL *et al, 2019*). Esta base fornece parâmetros de altura significativa de onda (Hs), período médio (Tm), período de pico (Tp) e direção média de onda (θm) e permite a realização da propagação final de ondas até a costa utilizando o modelo numérico OLUCA.

4.3.3.4 Granulometria dos sedimentos

Os resultados dos estudos relacionados no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, demonstram que o material da praia nativa possui diâmetro médio de 150μm (0,15mm).

4.3.4 DADOS NA ZONA OFSHORE

Para caracterização do clima marítimo da região, foi utilizado ponto DOW disponibilizado na base de dados do SMC 3.0 para propagação desde águas intermediárias até a área de estudo. O ponto dou selecionado está localizado a uma profundidade de 31 m, com latitude 27ºS e longitude 48,5ºW.

Estes dados são frequentemente utilizados em projetos de engenharia oceânica, costeira e portuária ao redor do mundo, principalmente em casos onde séries medidas não são suficientemente longas para caracterizar o clima marítimo da região e fornecer os parâmetros de projeto adequados para o desenho de estruturas.

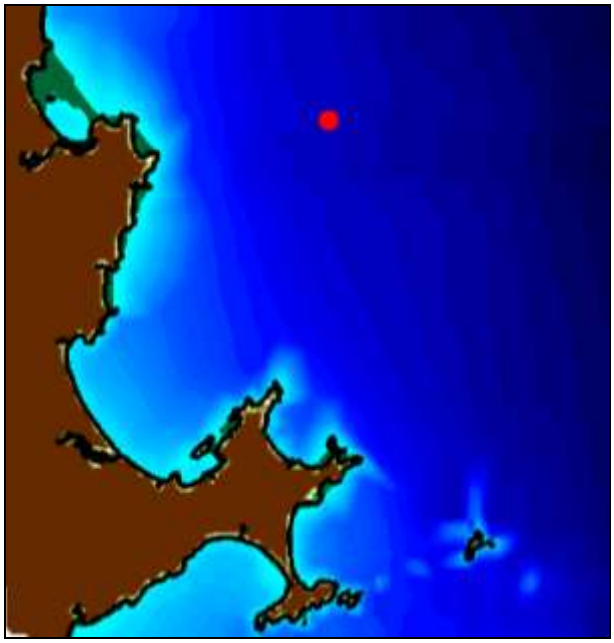


Figura 75: Área de estudo e definição do ponto de ondas DOW. (Fonte: SMC 3.0)

4.3.4.1 Maré astronômica e meteorológica

Em projetos de intervenções costeiras, a análise da maré meteorológica é de extrema importância, pois quando uma elevação significativa de maré meteorológica coincidir com marés astronômicas de sizígia e ondas de tempestades, poderão ocorrer grandes inundações e destruição na zona costeira. As oscilações do nível do mar têm implicações importantes na dinâmica e morfologia de uma praia, por isso essas variações são consideradas no SMC-Brasil para simular diferentes processos, incluindo a propagação da onda no cálculo da cota de inundação.

No ponto DOW selecionado, existe uma série de maré astronômica e maré meteorológica associadas de tal forma que para este ponto pode-se analisar essas variáveis. Os resultados mostram a oscilação do nível do mar varia entre ± 1,5m e está fortemente influenciado pela maré meteorológica, que chegando a oscilar entre + 1,2m e -1,0m, durante eventos de tempestade. Para maré astronômica a variação é de ± 0,6m.

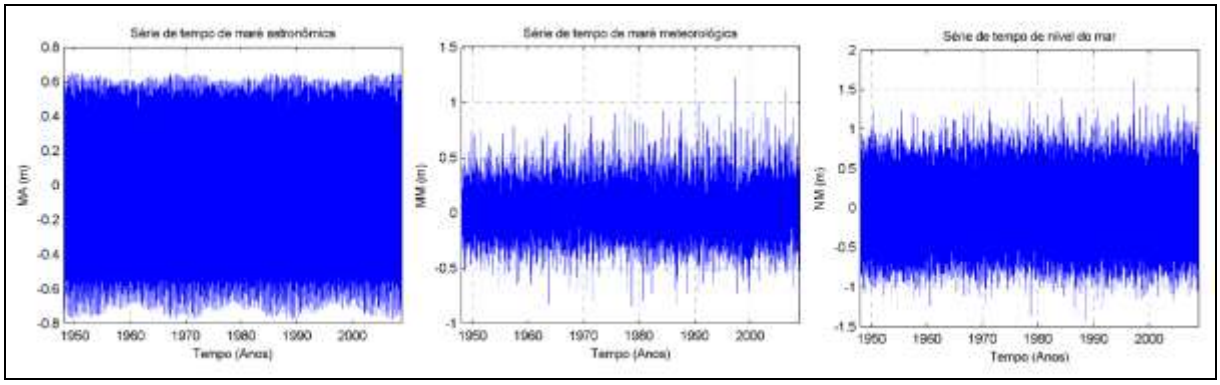


Figura 76: Série de tempo de maré astronômica, maré meteorológica e de nível do mar no ponto DOW (com referência ao NMM local)

O modelo SMC-Brasil calculou os níveis de maré considerando 0,78 m para o nível médio do mar. Comparando os valores modelados com os dados do marégrafo de Itajaí (Figura 77), pode-se perceber a relação entre os níveis médios do mar, indicando que o modelo está representando bem a situação real de nível do mar.

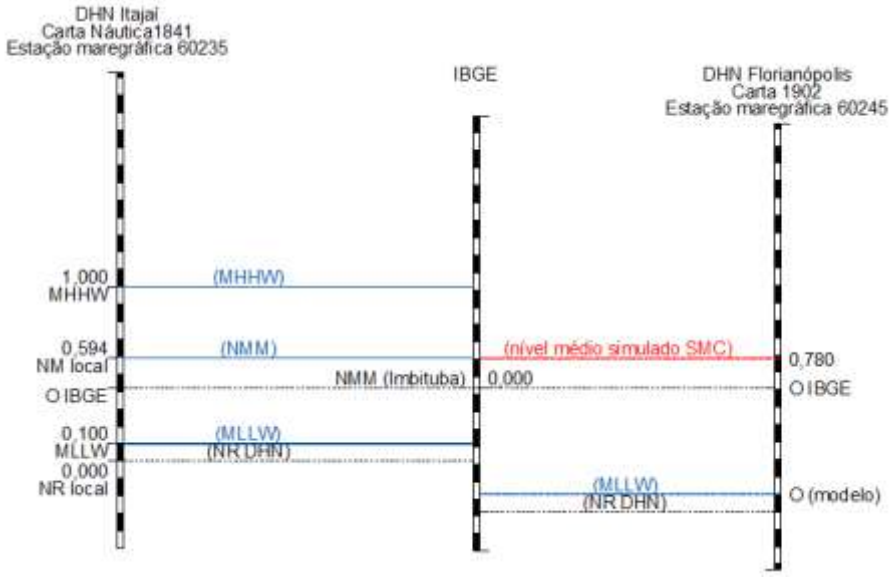


Figura 77: Comparação entre os dados medidos do marégrafo de Itajaí com os níveis modelados pelo SMC.

4.3.4.2 Clima de ondas em águas profundas (ponto DOW)

A caracterização do clima de ondas em águas intermediárias a profundidade de 31m, no ponto DOW, selecionado se deu através de diversas análises estatísticas, séries temporais, histogramas, densidade de probabilidade, rosas direcionais, cálculo dos eventos extremos e do fluxo de energia fornecidos pelo SMC 3.0, calculados a partir da reanálise de dados do período entre 1948 e 2008.

As análises do clima de ondas apresentam os valores médios temporais anuais, sazonais e os valores relacionados a eventos extremos (Hs_{12}).

A altura significativa de onda (Hs) é definida como o valor médio do terço das maiores ondas de um estado de mar. A altura significativa de onda que indica o valor abaixo do qual estão 50% das alturas significativas registradas, é denominada Hs_{50}. Já a altura significativa de onda superada 12 horas ao ano (Hs_{12}) é a altura de onda significativa superada 12 horas ao ano, ou seja, associada à tempestade anual média.

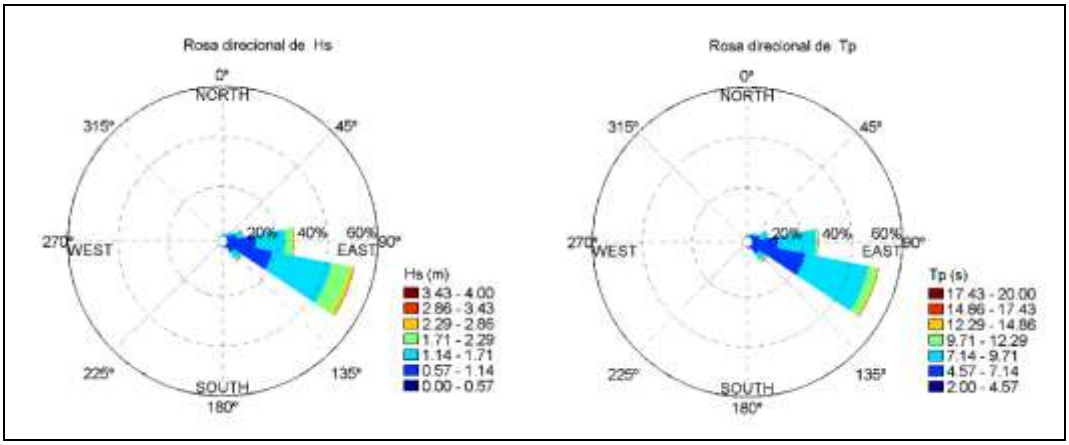


Figura 78: Rosas direcional de médias anuais de Hs e Tp no ponto DOW selecionado. (Fonte: SMC-Tools)

Considerando-se os dados gerados a partir do ponto DOW selecionado, verifica-se que direções de ondas atuam predominantemente provenientes de leste (E) e de leste-sudeste (ESE), que juntas representam mais de 75% das ondas incidentes neste ponto. Porém há a presença de ondulações de leste-nordeste (ENE) e Sudeste (SE). Outras direções de ondas ocorrem com menos frequência. Nas rosas direcionais das ondas separadas por estações do ano, observa-se a predominância das ondas de ESE durante todas as estações, com a ocorrência de maiores alturas

significativas de ondas durante o inverno e menores alturas significativas de ondas durante o verão.

Avaliando as quatro principais direções (ENE, E, ESE e SE) que somadas representam 92% da ondulação incidente no ponto DOW selecionado, se observa que a altura de onda em condições de temporais anuais (Hs_{12}) variam entre 2,66 e 2,94 m e os períodos de pico para as condições de tempestade (Tp_{12}) variam entre 14 e 17 s.

Resultados de diversos estudos para o litoral norte do estado de Santa Catarina (item 4.3.2) indicam que, os dados obtidos para o ponto DOW escolhido são representativos do regime regional de ondas.

4.3.5 GRADES NUMÉRICAS UTILIZADOS NA MODELAGEM

As grades numéricas foram geradas considerando a necessidade de utilização de distintas malhas, de modo a permitir que todos os casos de ondas selecionados (todas as direções) sejam contemplados e descrevam os processos hidrodinâmicos da área de interesse.

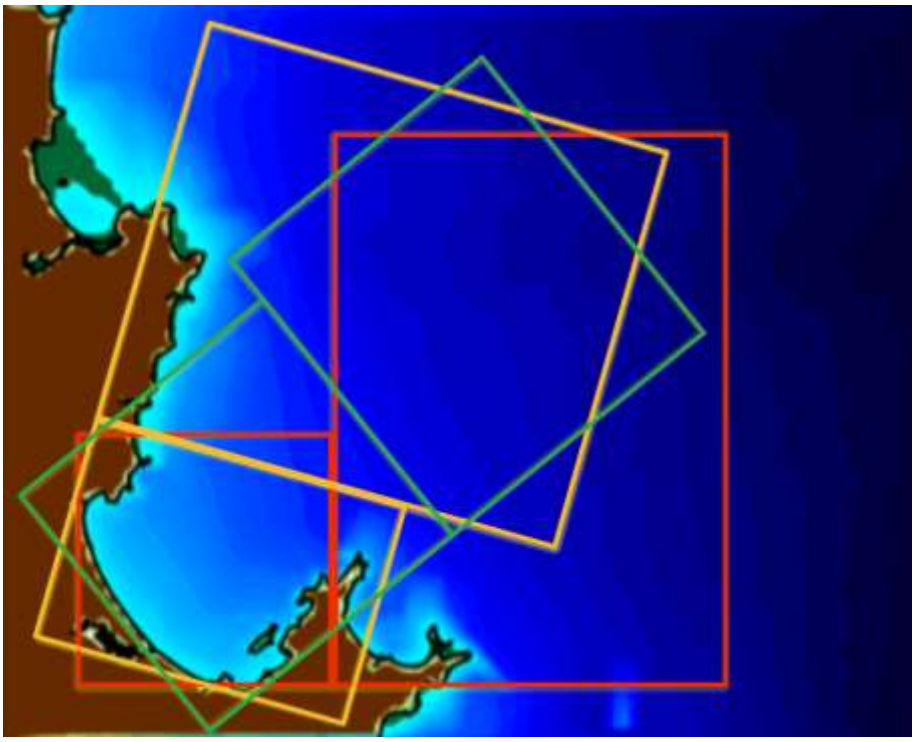


Figura 79: Grades de cálculo do modelo (vermelho: leste, verde: nordeste, amarelo: norte-nordeste)

No total foram geradas 3 grades principais (leste, nordeste e norte nordeste) e 3 grades acopladas a estas, com menor espaçamento. Além destas malhas principais foram geradas 2 malhas e detalhes na extremidade da área de intervenção, para representar as condições próximas às estruturas da foz dos rios. As malhas utilizadas para propagação das ondas apresentam espaçamento variando de 100 m (nas regiões mais distantes da área de estudo), chegando a 20 e 5 m (na área próxima à praia e nas desembocaduras dos rios). A Tabela caracteriza as malhas e a discretização utilizada nos cálculos.

Tabela 13: Grades numéricas utilizadas na modelagem

Malha	Dimensão		Espaçamento		Elementos de cálculo	
	X (m)	Y(m)	X (m)	Y(m)	X (m)	Y(m)
Malha leste	14900	21000	100	100	150	211
Malha nordeste	12.200	13200	100	100	123	133
Malha norte-nordeste	15600	18000	100	100	157	181
Malha detalhe leste	9600	9600	20	20	481	481
Malha detalhe nordeste	11760	11200	20	20	589	561
Malha detalhe norte-nordeste	8500	12000	20	20	426	601
Malha detalhe Foz Taboleiro	2100	2300	5	5	421	461
Malha detalhe Foz Perequê	1600	2400	5	5	321	481

4.3.6 PROPAGAÇÃO DE ONDAS EM ÁGUAS RASAS

Para a propagação das ondas, o SMC-Brasil utiliza o banco de dados de ondas com 60 anos de dados horários, bastante extenso, que dificulta a propagação de todas as ondas, devido ao elevado esforço computacional necessário. O modelo então utiliza a técnica de máxima dissimilaridade (*MaxDiss*) para selecionar uma série de casos representativos a partir de dados de onde disponíveis no ponto DOW selecionado. Foram selecionados 20 casos, estados de mar característicos, a propagar para a costa nas direções de ondas reais que efetivamente chegam à praia estudada, entendendo ser suficiente para obter um resultado satisfatório e atender ao objetivo do estudo.

A propagação das ondas em áreas de baixa profundidade é afetada pela profundidade e pelas características do fundo. Considerando que a área de estudo é muito próxima à costa e a faixa de maré é maior que 1m, foi necessário considerar esta variabilidade na transferência das ondas até a costa, propagando os casos nos distintos níveis de maré, maré baixa, nível médio e maré alta. por nível de maré.

Para realizar a propagação de cada estado de mar escolhido até a costa o SMC 3.0 utiliza o modelo numérico OLUCA, um modelo parabólico de propagação de ondas, que resolve adequadamente todos os processos que as ondas são submetidas ao aproximar-se da costa: refração, difração, empinamento e quebra de ondas. Devido a distinta orientação das malhas, serão reconstruídas as séries de estados de mar da área comum às três malhas.

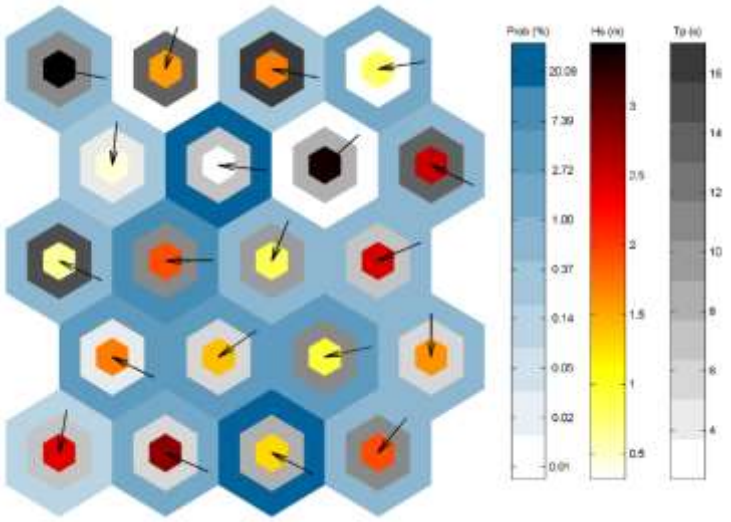


Figura 80: Representação gráfica da Classificação MaxDiss dos casos selecionados a serem propagados. (Fonte: SMC-Tools)

4.3.7 DEFINIÇÃO DOS PERFIS E PONTOS DE CONTROLE

A partir da pondo DOW selecionado e já caracterizado, aplicando a metodologia de propagação da onda, a onda é levada até a costa, de modo que é possível selecionar uma série de pontos ou perfis onde a série de estados de onda do mar é reconstruída.

Para a reconstrução do clima marítimo na área de estudo (águas rasas) foram selecionados 03 (três) pontos distribuídos ao longo da Meia Praia (Figura 81) situados em profundidade de 3,5 m, para os quais foram determinados os parâmetros das ondas em condições médias e de tempestade.

A análise do pós-processo resultantes das propagações até a costa parte da definição de um perfil de praia para cálculo da arrebentação da onda, fluxo de energia e transporte de sedimentos e da criação de pontos de interesse para a reconstrução de séries estatísticas e cota de inundação em águas rasas. Foram definidos 04 perfis na Meia Praia e 01 ao norte da foz do Rio Taboleiro das Oliveiras.

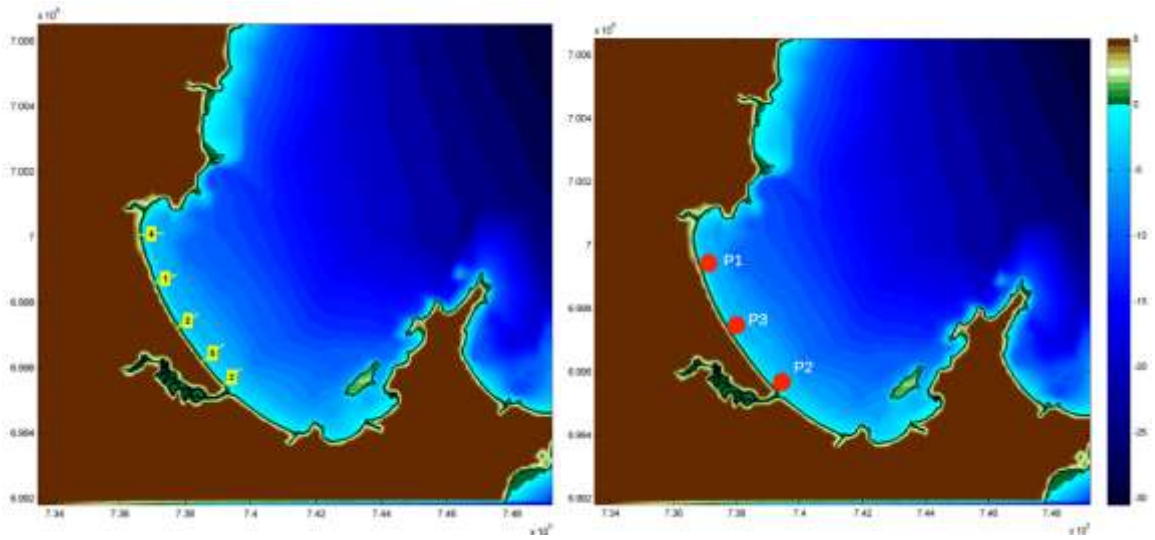


Figura 81: Locação dos perfis e pontos de controle.

4.3.8 VALIDAÇÃO DO MODELO

De modo a analisar se o modelo implementado no SMC-Brasil consegue reproduzir as condições ambientais de modo satisfatório, foi realizada a validação do modelo hidrodinâmico comparando-se os resultados do modelo com dados de nível d'água medidos em campo. A comparação foi realizada qualitativamente por meio de gráficos e quantitativamente por um conjunto de parâmetros estatísticos, viés (BIAS), erro quadrático médio (RMSE), coeficiente de Pearson (r), R quadrado (R^2) e p-valor (P).

Os dados de nível medidos pelo ADCP são representativos das variações produzidas no nível do mar durante o período de coleta de dados. Estes dados, medidos entre 26/05/2022 e 11/06/2022, foram com comparados com dados horários extraídos do modelo SMC-Brasil entre 26/05 e 11/06 referente aos últimos 11 anos de dados, de 1998 a 2008. A posição de extração dos dados do modelo foi o ponto de controle P01 (UTM 739868 e 6995759), em uma profundidade de 5,00m.

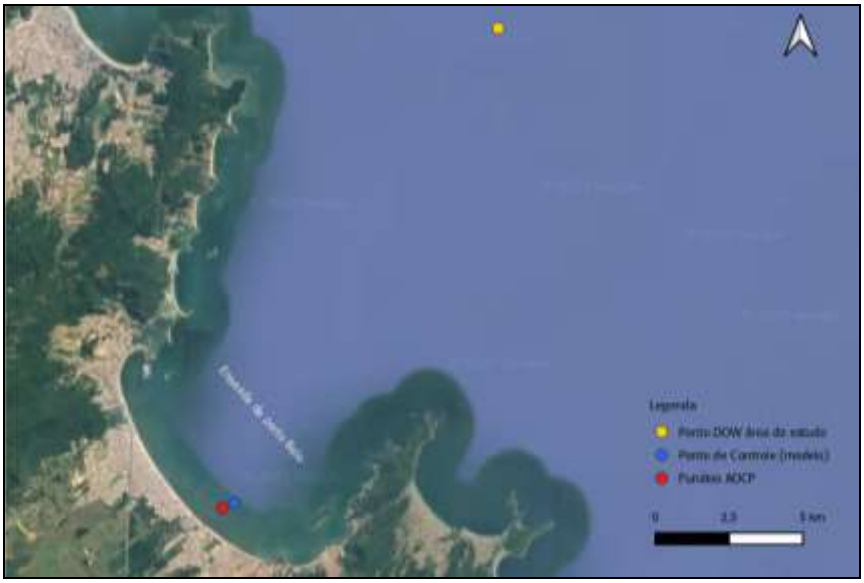


Figura 82 – Localização dos pontos de medição e de controle do modelo

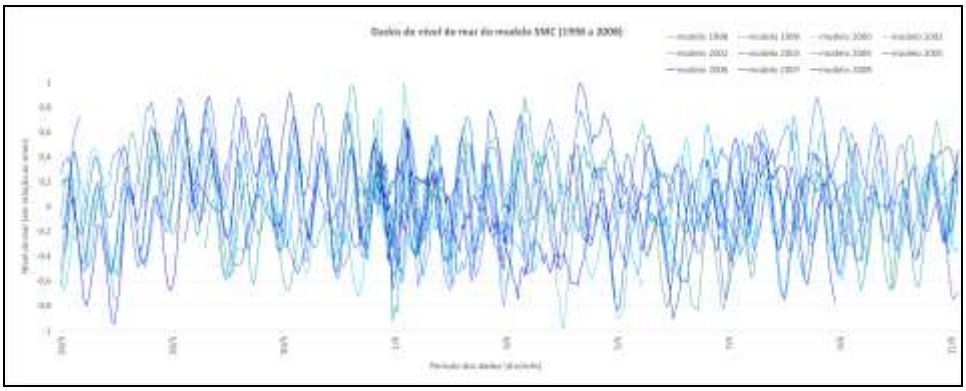


Figura 83 – Níveis de água para o período modelado, de 26/05 a 11/06, referente aos anos de 1998 a 2008

Como os dados medidos e modelados descrevem épocas diferentes, não há de se esperar que as semelhanças entre tais dados sejam perfeitas. Contudo a comparação, ao ter sucesso na semelhança, irá reforçar a confiabilidade no modelo em relação a simulação das condições hidrodinâmicas da região. Para proceder a esta comparação, utilizou-se a média do período modelado, para os dias 26/05 a 11/06 entre 1998 e 2008. A Figura 84 apresenta o gráfico de comparação dos dados medidos e modelados, onde é possível observar que os resultados da modelagem puderam representar de forma coerente os padrões de maré dominantes no local.

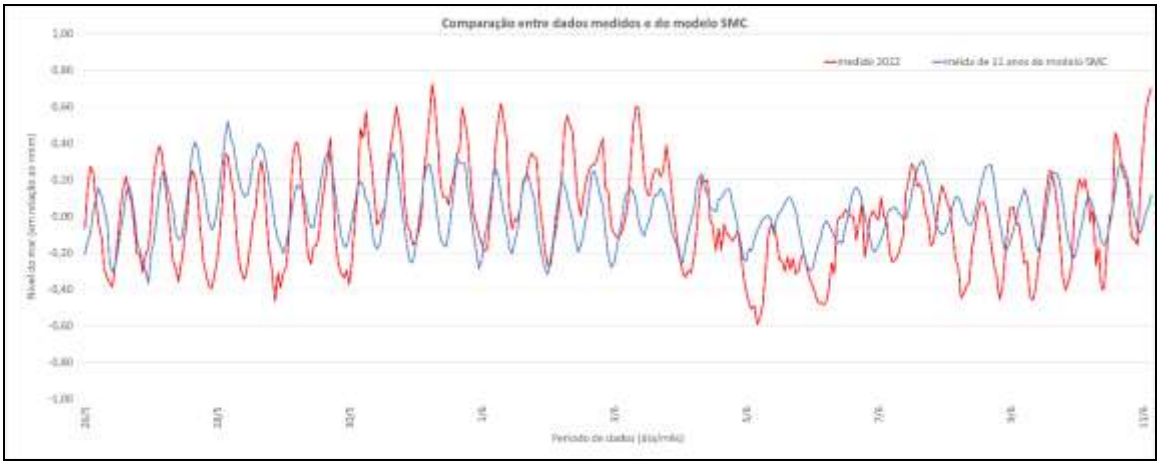


Figura 84 – Comparação entre dados medidos e modelados

Qualitativamente pode-se perceber que o modelo reproduz bem as características da onda de maré na costa, pois no segmento analisado de ambas as séries temporais é possível detectar similaridade no padrão de fasamento e concordância com os eventos de elevações máximas e mínimas. Entre os dias 02 e 07 de junho aproximadamente pode-se observar o mesmo tipo de comportamento tanto nos dados modelados quanto nos dados coletados.

O gráfico de dispersão entre dados medidos e modelados é apresentado na Figura 85. As comparações estão perto da bissetriz, o que permite comprovar que a distribuição de elevações é semelhante, ainda que a dispersão possa ser verificada, devido ao período de aquisição dos dados ser diferente do período modelado.

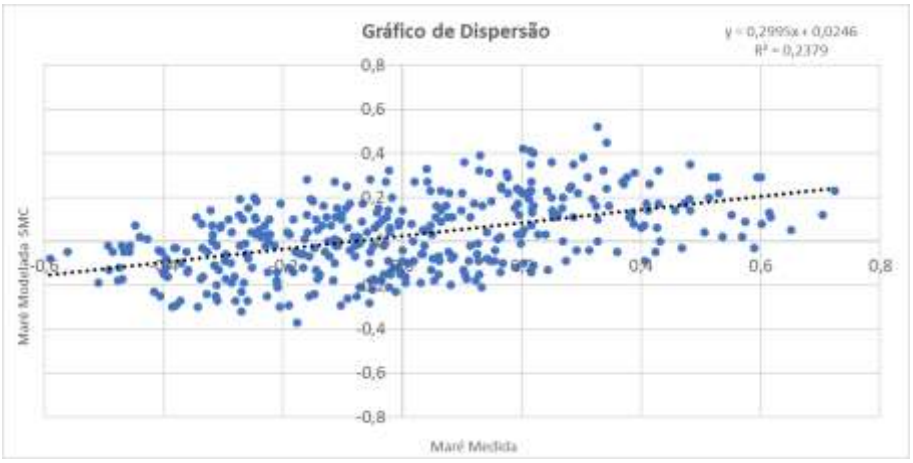


Figura 85 – Comparação entre os dados de maré (m) medidos pelo ADCP e os dados modelados pelo SMC para a área de estudo

O valor do R^2 de 0,2379, que pode ser considerado baixo, significa apenas que há outros fatores (inclusive a aleatoriedade e a diferença de períodos entre os dados medidos e modelados) que afetam a variabilidade da variável explicada. Não que as estimações estejam incorretas. Por isso foram analisadas outras métricas para a comparação dos dados, como as descritas na Tabela 14.

Tabela 14 – Comparação estatística entre os níveis medidos e simulados.

Dados	Viés (BIAS)	Raiz do erro quadrático médio (RMSE)	Correlação de Pearson (r)	Coeficiente de determinação (R^2)	P-Valor (P)
Medido x modelado	0,0251	0,24023	0,48775	0,23790	2,06273E-19

Mesmo com o valor do R^2 baixo, o valor de P (P-valor) baixo indica uma relação real entre os dados modelados e os dados medidos. O valor de 0,48775 atribuído a correlação de Pearosn (r) indica uma correlação moderada (quando r está entre 0,40 e 0,69). O modelo, portanto, é capaz de capturar alterações no nível da água com uma boa correlação com os dados medidos. A análise estatística dos erros correspondentes às séries temporais do nível do mar mostra um bom desempenho do modelo.

O processo de validação do nível de água apresentou resultados consistentes ao comparar os dados modelados e coletados. Por mais que os valores encontrados se apresentem distintos dos medidos, o modelo responde de forma eficaz para o local estudado, pois os dados do modelo se ajustam corretamente a evolução da maré com base nas medições em campo. Portanto, pode-se concluir que o modelo é adequado para reproduzir as características da onda de maré na costa.

4.3.9 MORFODINÂMICA DA COSTA EM CURTO PRAZO

A evolução morfodinâmica das praias em curto prazo simula a propagação das ondas, o sistema de correntes induzido pela arrebentação das ondas, o cálculo do transporte de sedimentos e a evolução da batimetria.

Os resultados de propagação de ondas serão apresentados resumidamente com 8 casos representando condições de mar distintas, considerando maré de sizígia e de quadratura, ondas de sul e nordeste, e os casos mais frequentes, conforme Tabela 15.

Tabela 15 – Casos representativos para os quais serão demonstrados os resultados da modelagem

Casos Representativos	Maré	Caso	Frequência (%)	DIR	ângulo e incidência (°)	Altura de onda - Hs (m)	Período de Pico - T (s)
mais frequentes	nível médio	29	5.26	NE	52.67	1.4	5.67
		34	7.69	ENE	76.5	0.94	10.87
		27	41.2	E	97.38	0.32	6.84
		35	43.68	ESE	119.79	1.28	8.10
extremo	maré de quadratura	12	0.01	NE	45.64	3.38	8.00
		1	0.49	ESE	102.41	3.45	11.24
	maré de sizígia	52	0.01	NE	45.64	3.38	8.00
		41	0.49	ESE	102.41	3.45	11.24

As transformações de onda causadas pelos altos topográficos, pelas lajes e promontórios ficam evidentes para ondas de NE a ESE. Os casos mais frequentes (27 e 35), com ondas de E e ESE, apresentam menores alturas na costa se comparado aos casos mais frequentes de NE e ENE (29 e 34). Para os casos 1 (41) e 12 (52), com ondas de ESE e NE, estas chegam na costa mais energéticas e com maiores alturas de onda.

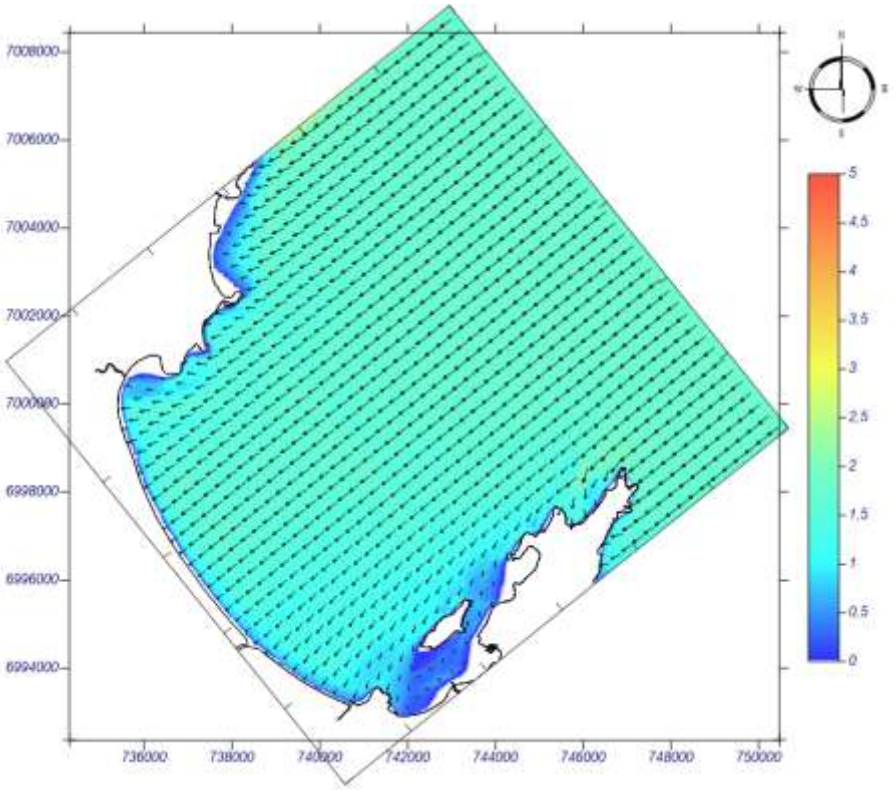


Figura 86 – Altura significativa de onda (m) para Caso 29 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 1,40 m) maré média. (Fonte: SMC 3.0)

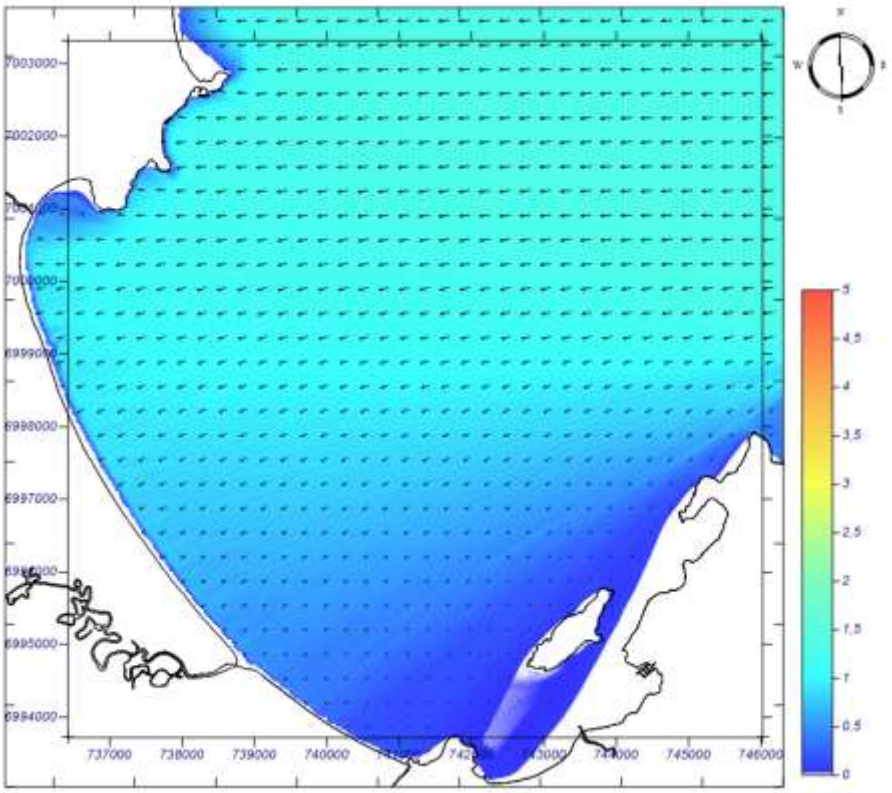


Figura 87 – Altura significativa de onda (m) para Caso 34 de onda propagado na costa com direção ENE (Hs= 0,94 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0).

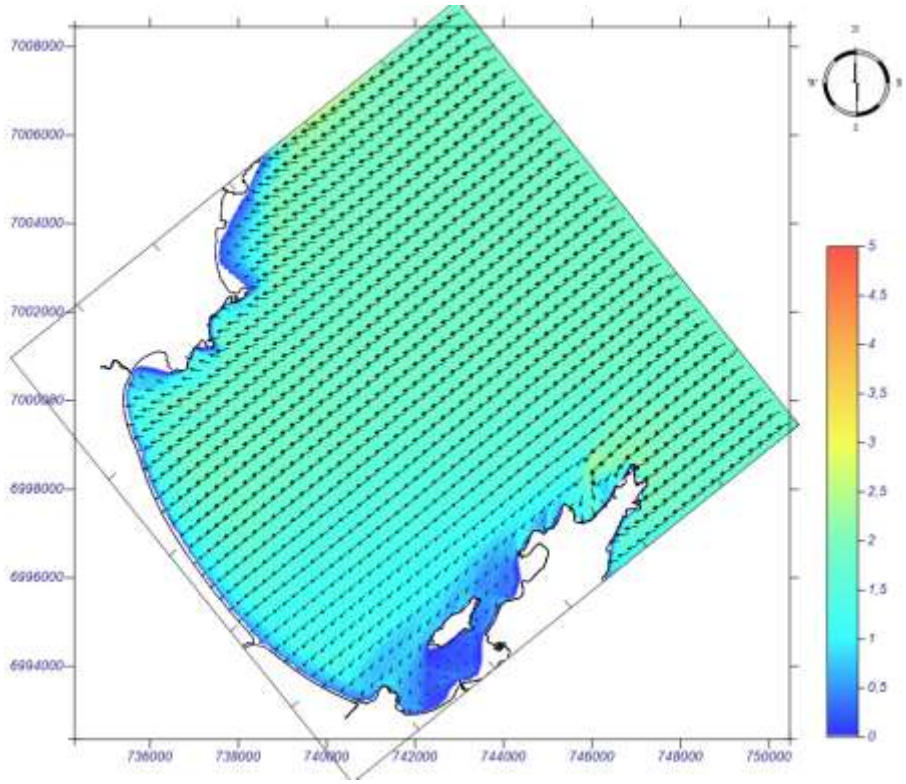


Figura 88 – Altura significativa de onda (m) para Caso 27 de onda propagado na costa com direção E (Hs= 0,32 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0)

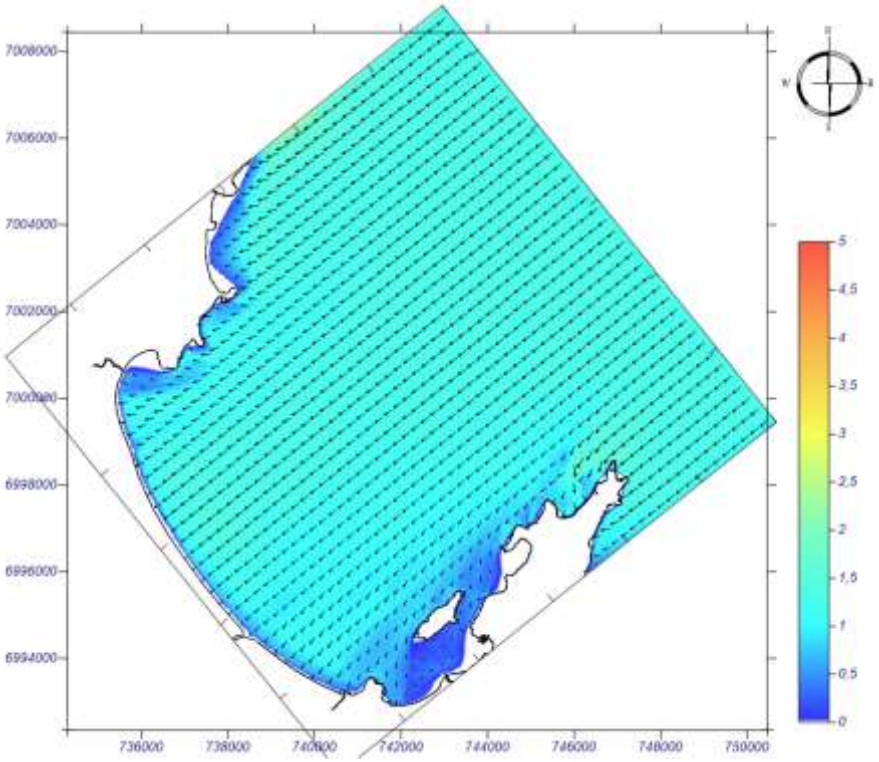


Figura 89 – Altura significativa de onda (m) para Caso 35 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 1.28 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0)

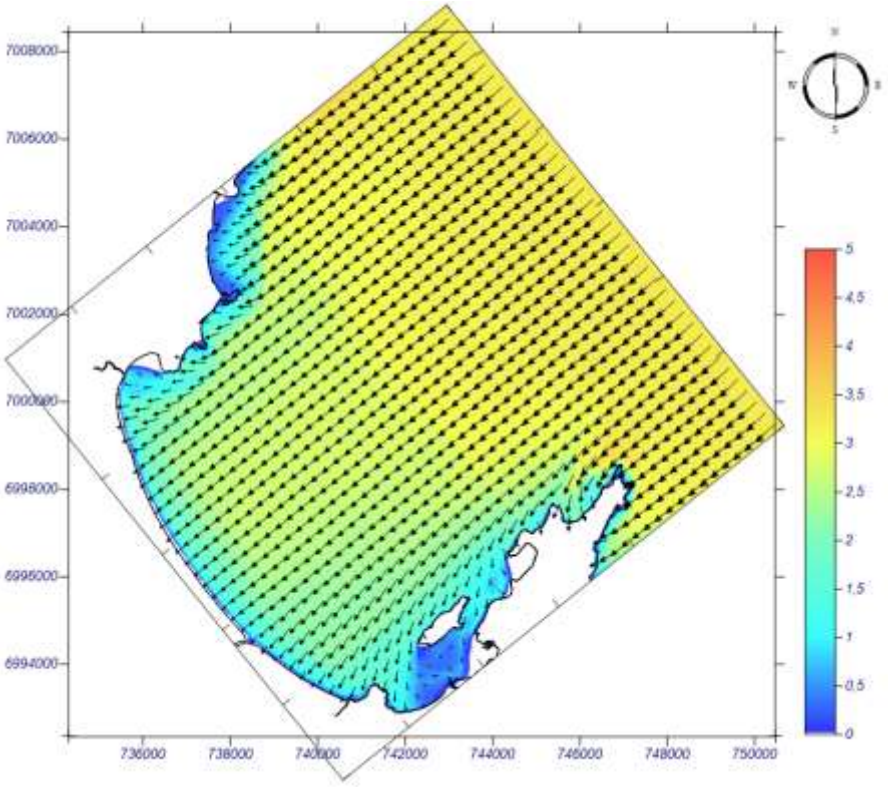


Figura 90 – Altura significativa de onda (m) para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0)

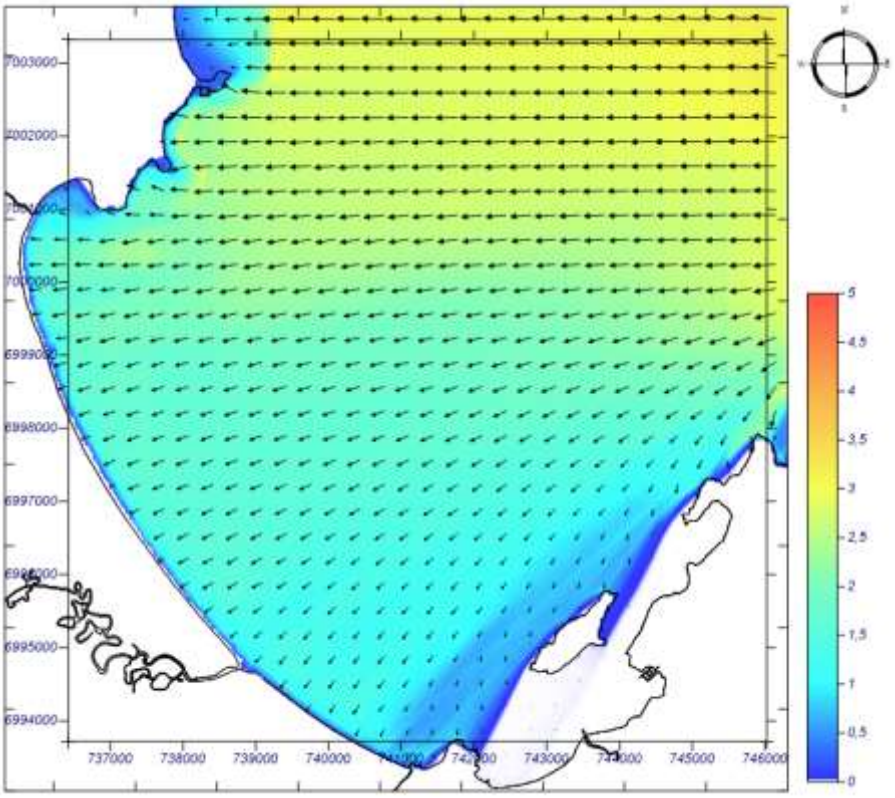


Figura 91 – Altura significativa de onda (m) para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0)

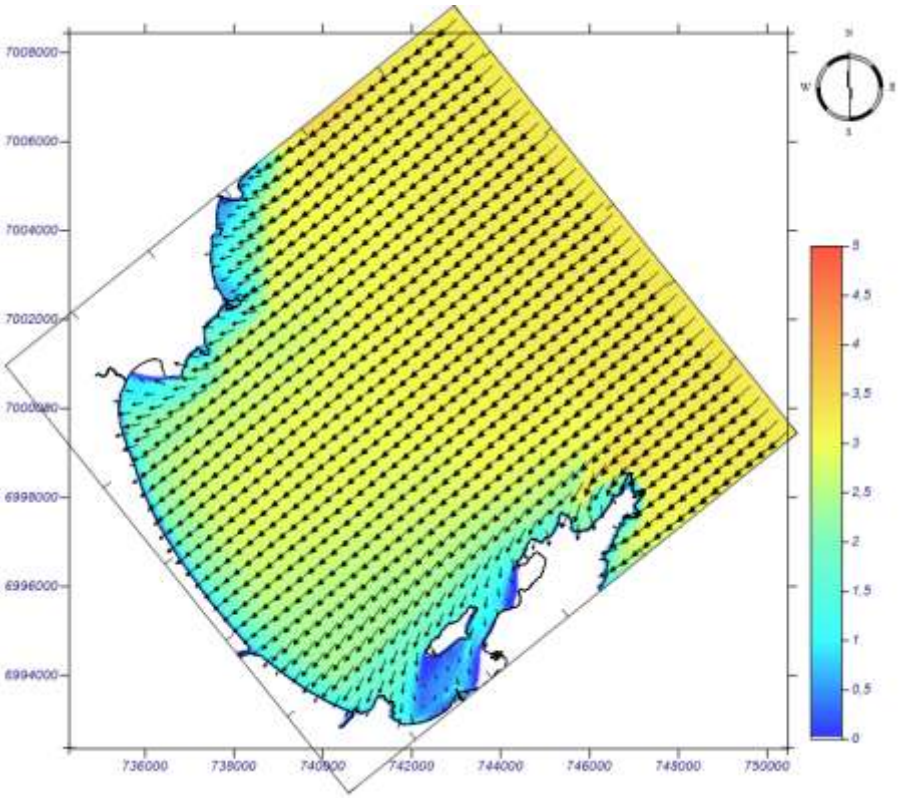


Figura 92 – Altura significativa de onda (m) para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0)

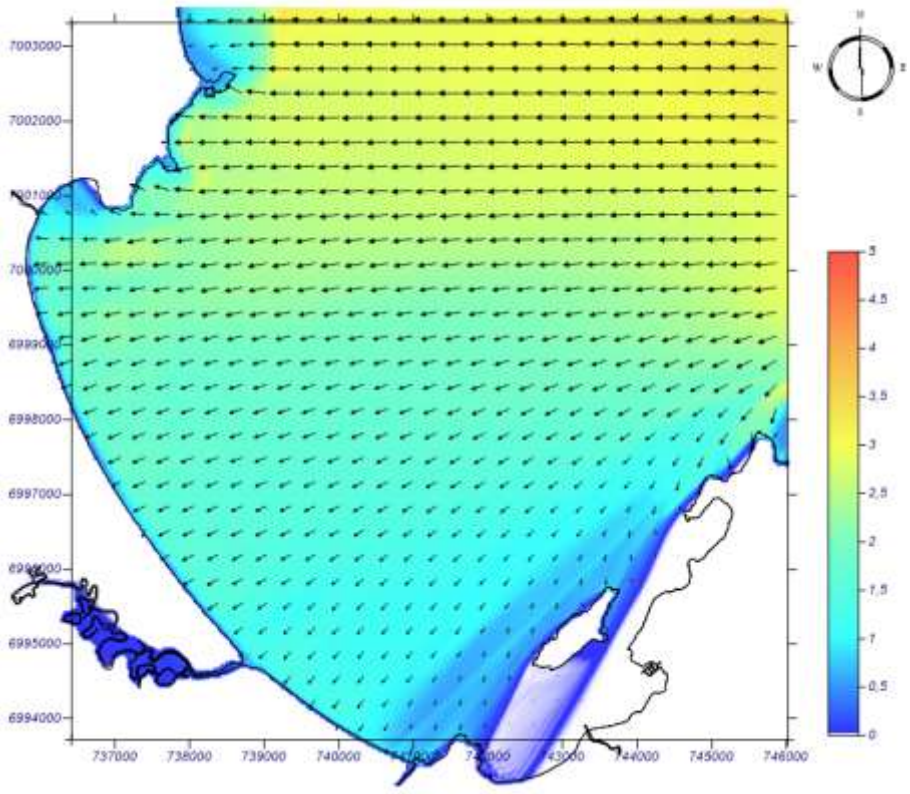


Figura 93 – Altura significativa de onda (m) para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0)

Pode ser observado nos resultados apresentados que as ondas sofrem difração no promontório da Ponta de Porto Belo (Ponta do Estaleiro, Ponta do Lopes) e na Ilha João da Cunha, gerando uma região de sombra, com grande atenuação da energia. Quanto mais voltada para o sul forem as direções das ondas, maior será a região de sombra e menor a altura de onda que chega na porção sudeste da praia e maior será a altura de onda que chega na porção noroeste da praia, sendo que a Meia Praia (porção central) está mais sujeita da ação das ondas que a porção norte e sul da enseada de Porto Belo.

Assim como as ondas, a atuação das correntes influencia sobremaneira as variações morfológicas das praias, principalmente pela sua capacidade de transporte de sedimento. O modelo incorporado ao SMC 3.0 considera a geração de correntes somente pela ação das ondas. Uma vez que as correntes geradas em decorrência da arrebentação das ondas são as que mais contribuem para a o desenvolvimento da linha de costa, esta análise torna-se relevante no estudo.

A simulação de correntes para os casos mais frequentes, Caso 29 e Caso 34, com ondas provenientes de NE e ENE, Caso 27 e Caso 35, com ondas provenientes de E e ESE, mostram que as correntes na Meia Praia são provenientes do parcel do Morrete e tem orientação sudeste.

O modelo de circulação induzida pela quebra de ondas mostra que, nos casos mais frequentes as maiores intensidades ocorrem nas proximidades do Parcel do Morrete, alcançando valores de até 0,1 m/s. A quebra de ondas no parcel gera duas células de circulação; a primeira gira em sentido horário e origina uma corrente que flui para norte. A segunda, com giro em sentido anti-horário, parte desse ponto e flui para sul, em direção à Praia de Perequê. No caso 35, as correntes ao norte do parcel, são provenientes do Norte com direção ao parcel.

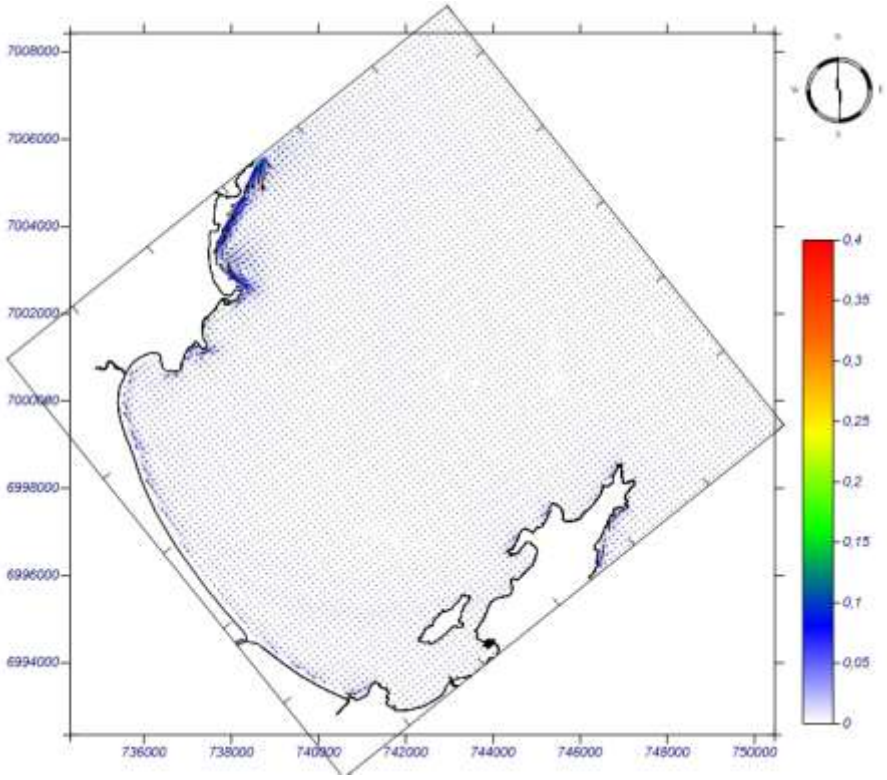


Figura 94 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 29 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 1,40 m) maré média. (Fonte: SMC 3.0)

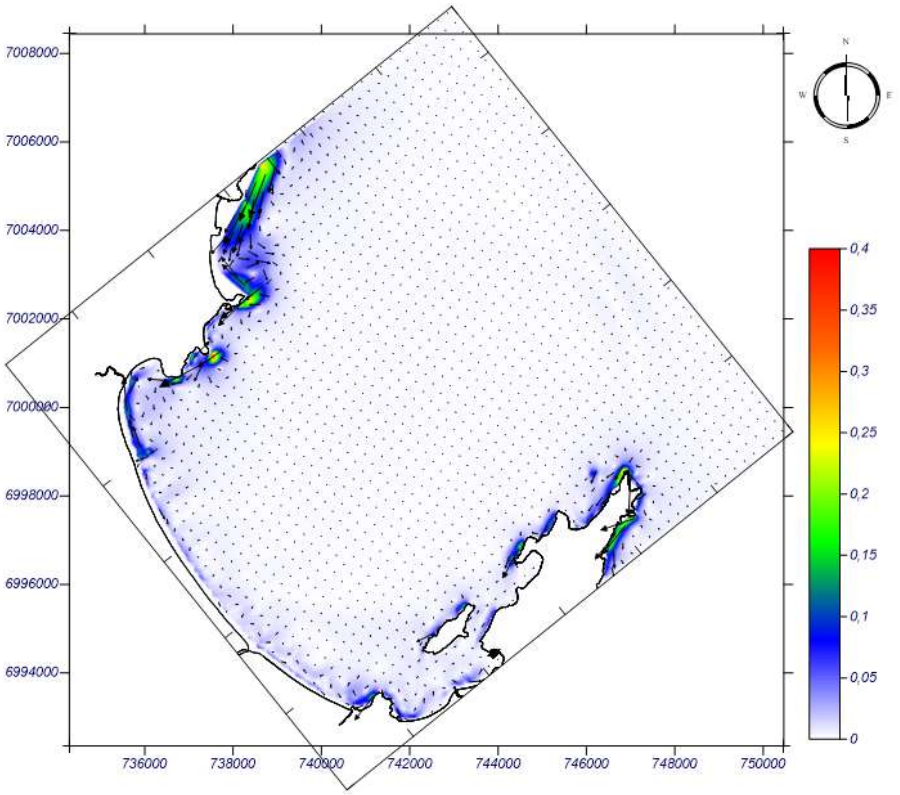


Figura 95 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 34 de onda propagado na costa com direção ENE (Hs= 0,94 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0)

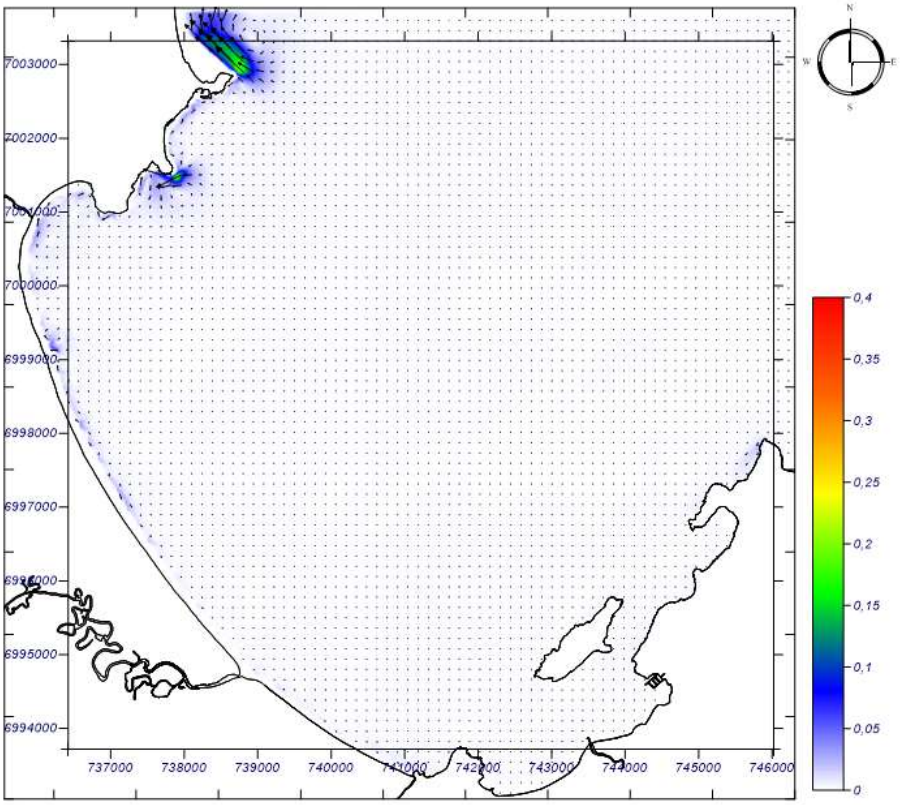
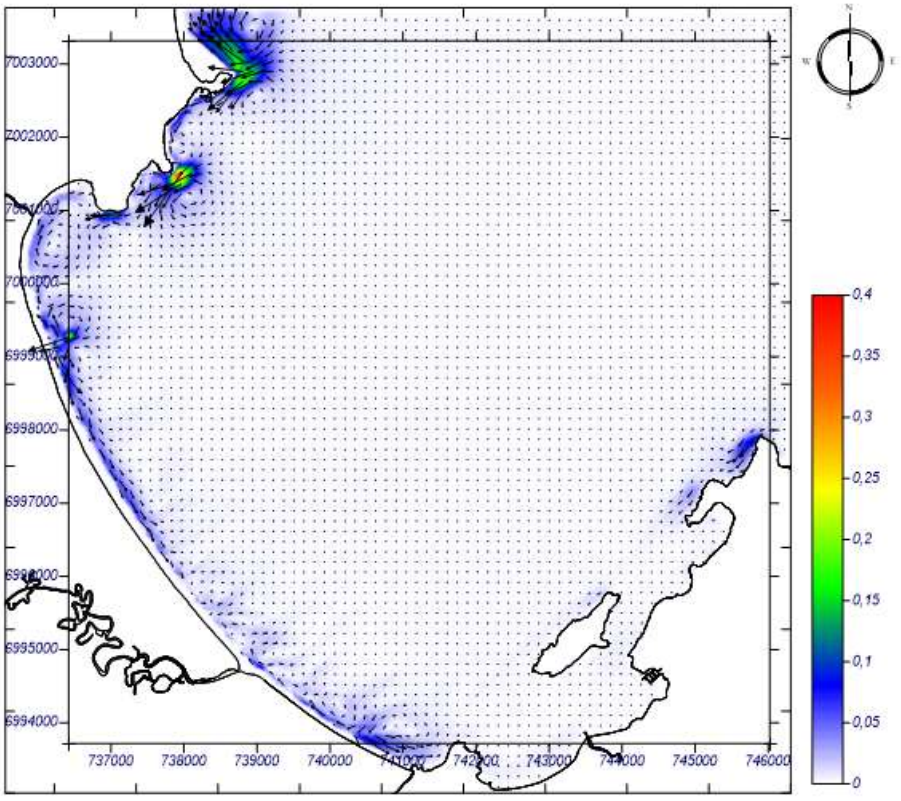


Figura 96 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 27 de onda propagado na costa com direção E (Hs= 0,32 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0)



igura 97 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 35 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 1.28 m) – maré média. (Fonte: SMC 3.0)

A simulação de correntes para os casos extremos, Caso 12 (maré de quadratura) e 52 (maré de sizígia), com ondas provenientes de NE, mostram que as correntes na Meia Praia são provenientes do parcel do Morrete e tem orientação sudeste. O modelo de circulação induzida pela quebra de ondas mostra que, nestes casos as maiores intensidades ocorrem nas proximidades do Parcel do Morrete, alcançando valores de até 0,25 m/s e na parte central da Meia Praia, com valores até 0,15m/s. A quebra de ondas no parcel gera duas células de circulação; a primeira gira em sentido horário e origina uma corrente que flui para norte. A segunda, com giro em sentido anti-horário, parte desse ponto e flui para sul, em direção à Praia de Perequê.

A simulação de correntes para os casos extremos, Caso 01 (maré de quadratura) e 41 (maré de sizígia), com ondas provenientes de ESE, mostram que as correntes na Meia Praia são provenientes do parcel do Morrete e tem orientação sudeste. O modelo de circulação induzida pela quebra de ondas mostra que, nestes casos as maiores intensidades ocorrem nas proximidades do Parcel do Morrete, e na parte central da Meia praia, alcançando valores de até 0,25 m/s. A quebra de ondas no parcel gera uma célula de circulação em sentido horário e origina uma corrente que flui para norte. Na maior parte da Meia Praia, a direção das correntes é para noroeste em direção ao Parcel. Os casos de ondas de ESSE são os que originam as maiores intensidades de correntes na parte central da Meia Praia.

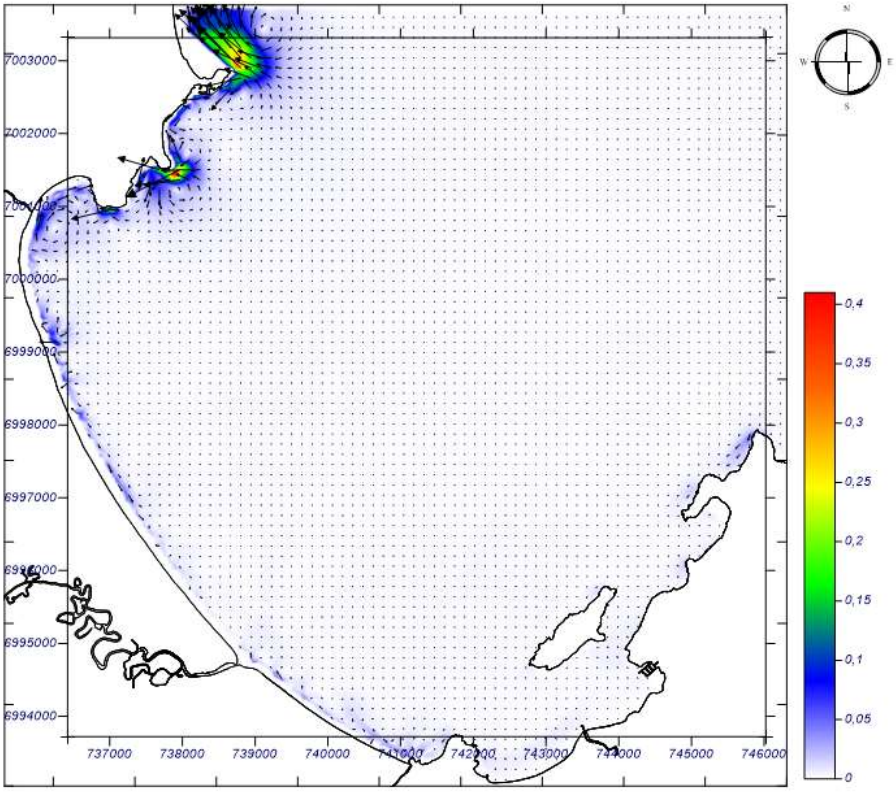


Figura 98 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0)

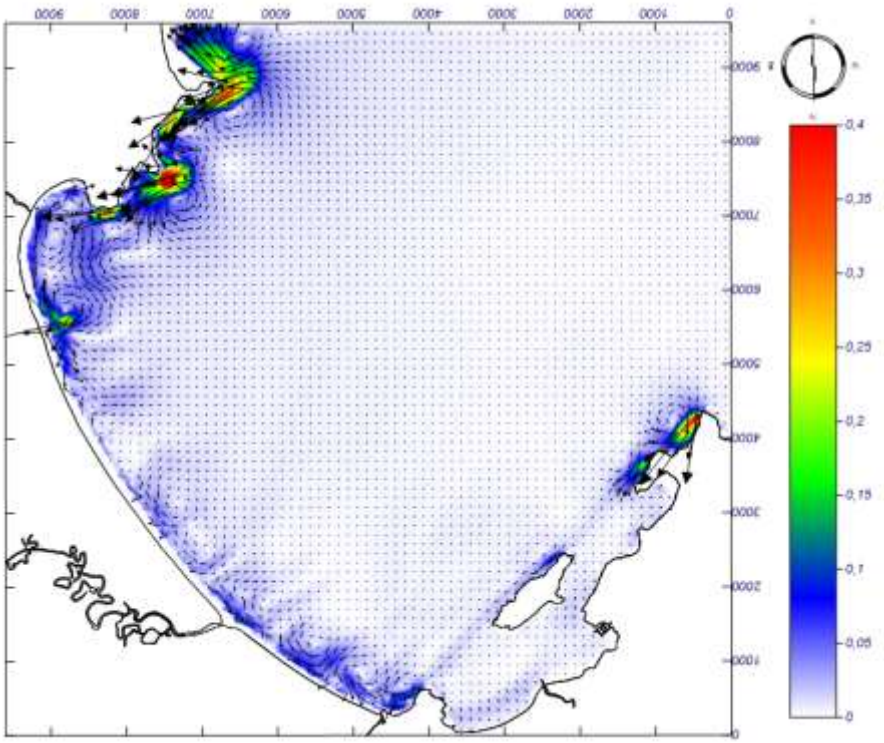


Figura 99 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0)

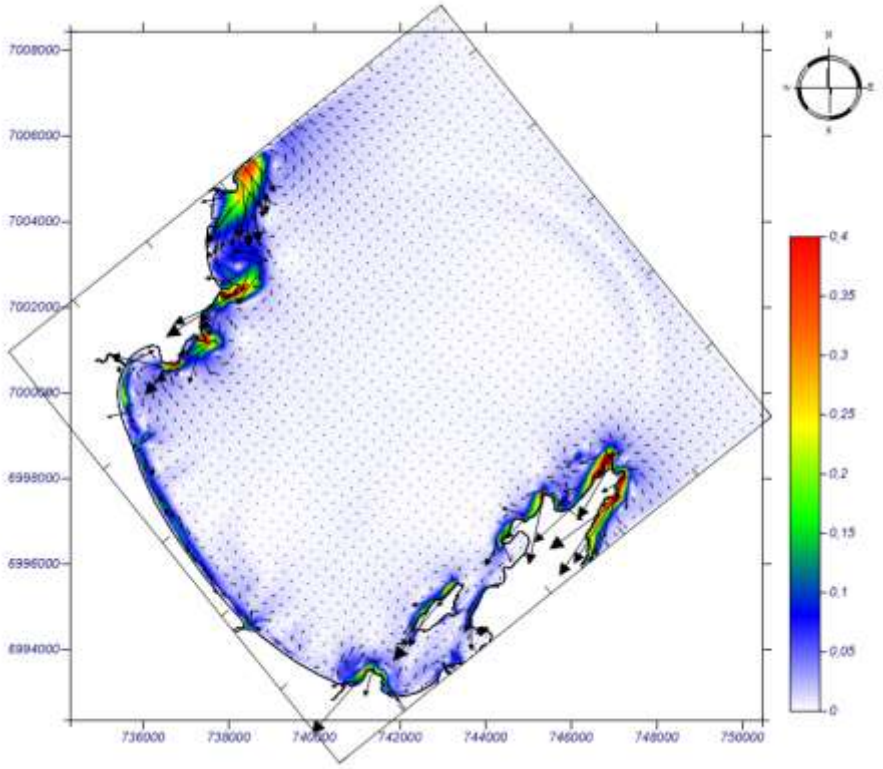


Figura 100 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0)

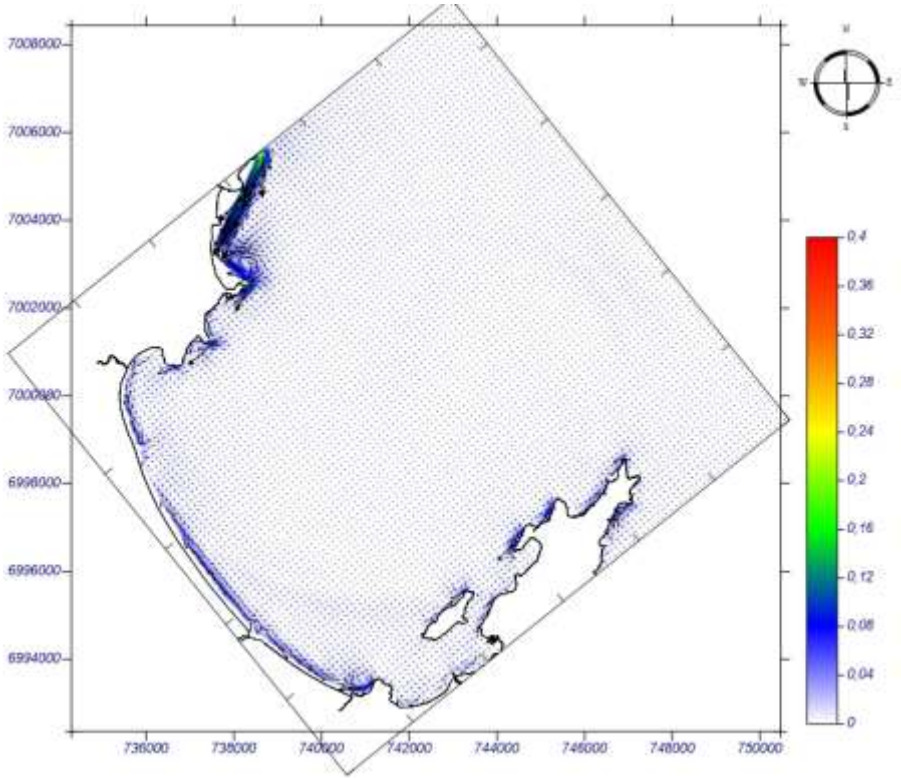


Figura 101 - Simulação de Correntes (m/s) para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0)

Percebe-se que nos casos propagados há uma intensificação das correntes próximos ap parcel do Morrete e na parte central da Meia Praia. Na costa, a intensidade destas correntes é menor no caso das ondas chegando de NE e maiores para o caso das ondas chegando de ESE. As baixas intensidades das correntes na zona de arrebentação podem ser atribuídas, à orientação e forma da enseada (abrigada das ondas mais energéticas de águas profundas, provenientes de S e SE).

Embora a velocidades das correntes sejam baixas, a variação na direção das correntes geradas pelas ondas força a movimentação dos sedimentos, definindo os padrões de transporte de sedimento na paria. As figuras a seguir apresentam o fluxo de sedimentos dentro da zona de surfe, para os casos extremos, devido à quebra das ondas e alterações na batimetria associadas às variações espaciais do transporte de sedimentos em curto prazo (até 96 horas), submetida à ação de um evento.

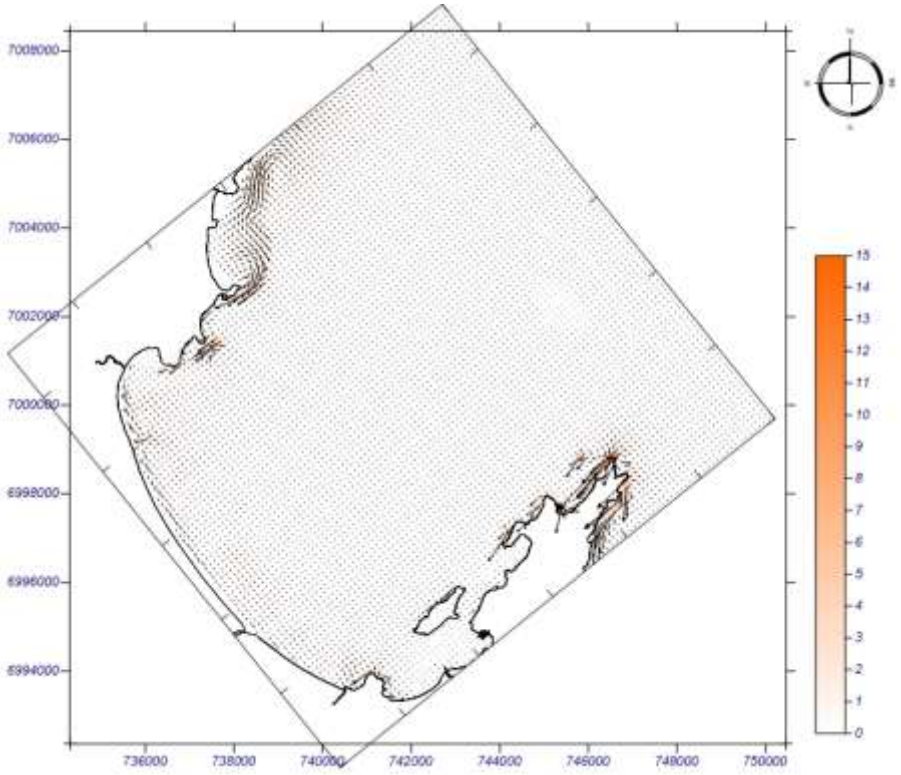


Figura 102 - Transporte de sedimentos (m³/h/m.l) a curto prazo para Caso 12 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0)

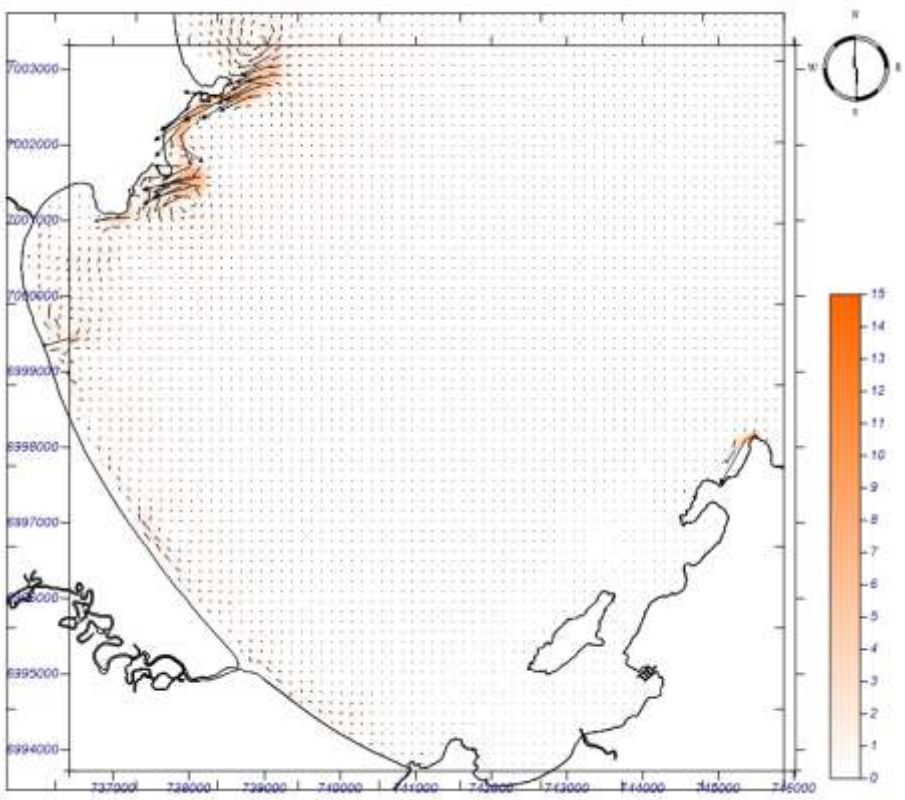


Figura 103 - Transporte de sedimentos (m³/h/m.l) a curto prazo para Caso 1 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de quadratura. (Fonte: SMC 3.0)

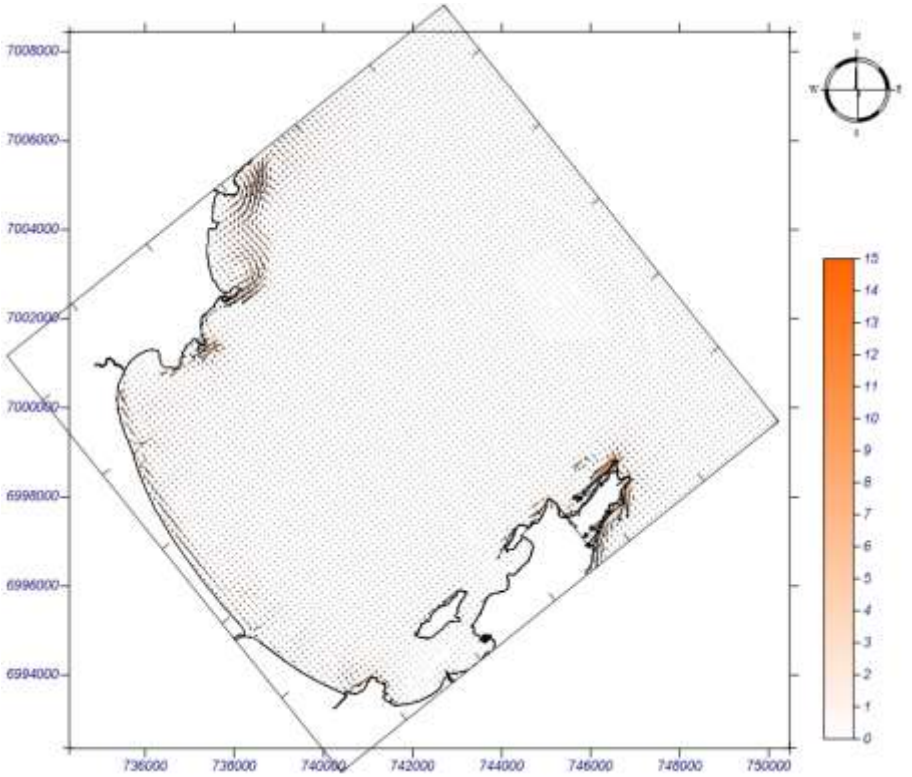


Figura 104 - Transporte de sedimentos (m³/h/m.l) a curto prazo para Caso 52 de onda propagado na costa com direção NE (Hs= 3,38 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0)

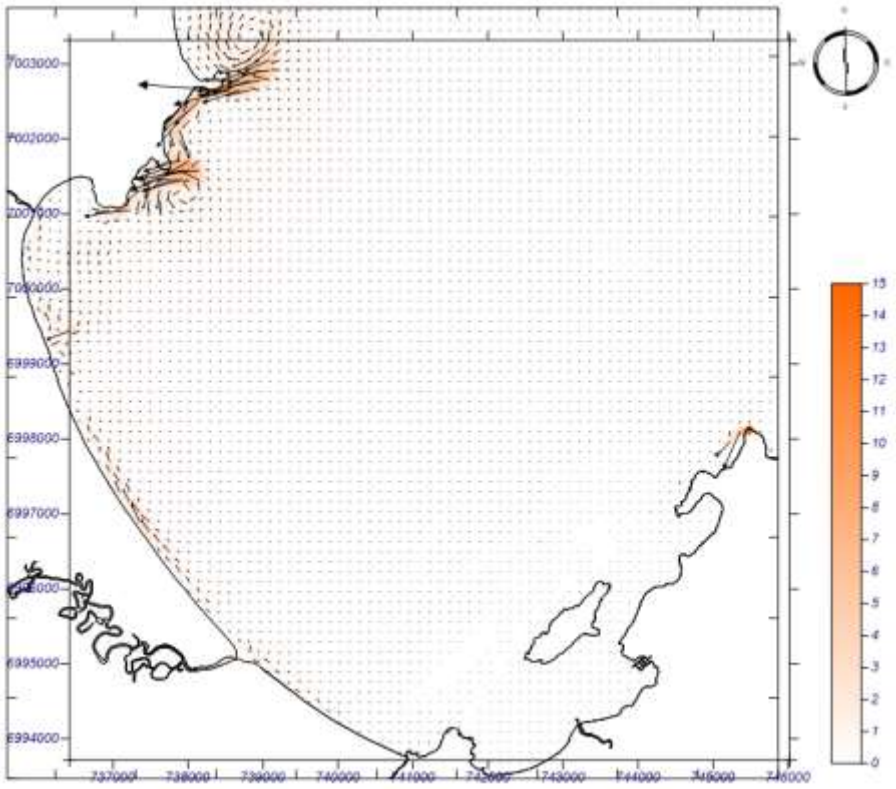


Figura 105 - Transporte de sedimentos (m³/h/m.l) a curto prazo para Caso 41 de onda propagado na costa com direção ESE (Hs= 3,45 m) – maré de sizígia. (Fonte: SMC 3.0).

4.3.10 CLIMA DE ONDAS AO LONGO DA COSTA

Para os pontos de controle definidos no item 4.3.7 foram determinados os parâmetros das ondas em condições médias, de tempestade e no regime extremo. Os pontos avaliados neste estudo para a estabilidade da Meia Praia, são os Pontos 01, 02 e 03.

No Ponto PC01, as ondas são provenientes do quadrante ENE. A altura significativa de onda Hs_{50} é de 0,59m e Hs_{12} é de 1,48m. A onda em regime extremo para um período de retorno de 100 anos é de 1,95m. Neste setor, a evolução do fluxo médio anual de energia para o período de ondas propagado teve uma tendência de aumento, enquanto a evolução da direção do fluxo médio a partir de 1985 apontou uma tendência de rotação para horária, de nordeste para leste.

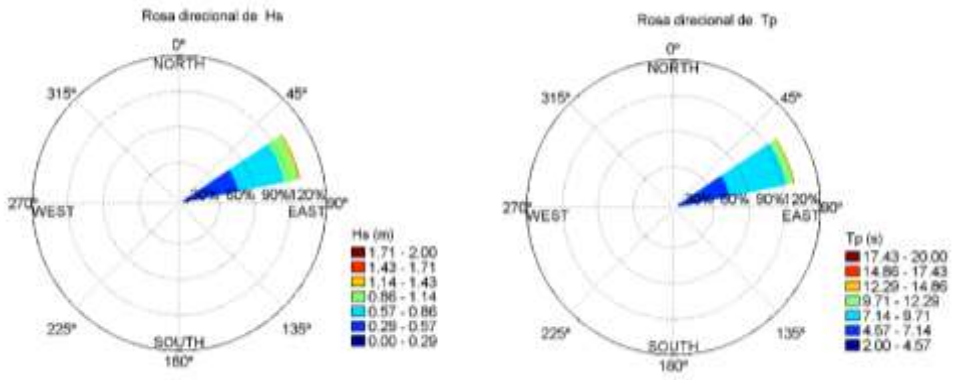


Figura 106 - Rosa direcional de altura de onda significativa (Hs) e período de pico (Tp) no ponto PC01 (Fonte: SMC-Tools)

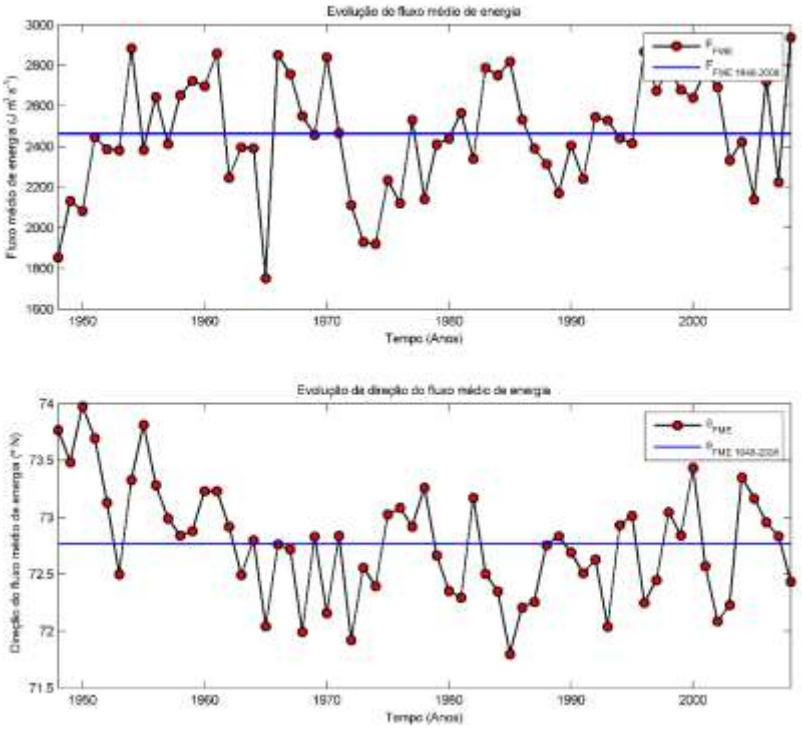


Figura 107- Evolução do fluxo médio anual de energia no ponto PC01 (Fonte: SMC-Tool)

No Ponto PC02, as ondas são provenientes do quadrante NE. A altura significativa de onda Hs_{50} é de 0,37m e Hs_{12} é de 1,43m. A onda em regime extremo para um período de retorno de 100 anos é de 1,95m. Neste setor, a evolução do fluxo médio anual de energia para o período de ondas propagado teve uma tendência de aumento, enquanto a evolução da direção do fluxo médio a partir de 1985 apontou uma tendência de rotação para horária, de nordeste para leste.

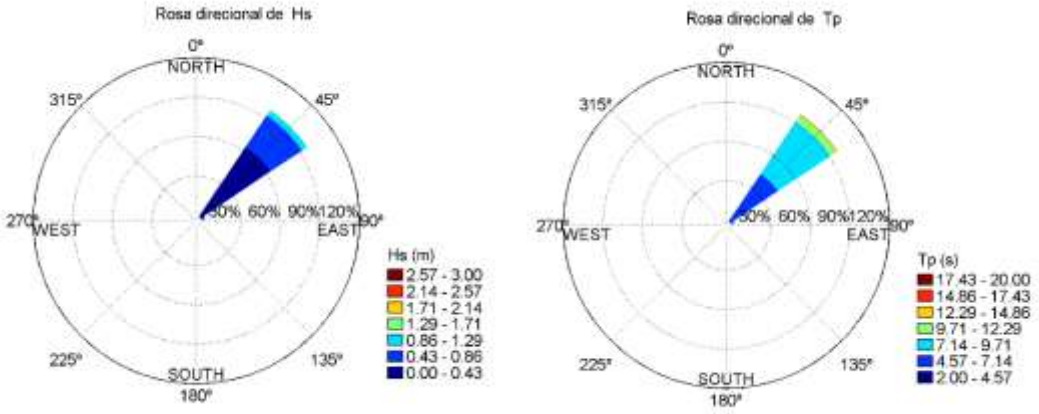


Figura 108 - Rosa direcional de altura de onda significativa (Hs) e período de pico (Tp) no ponto PC02 (Fonte: SMC-Tools)

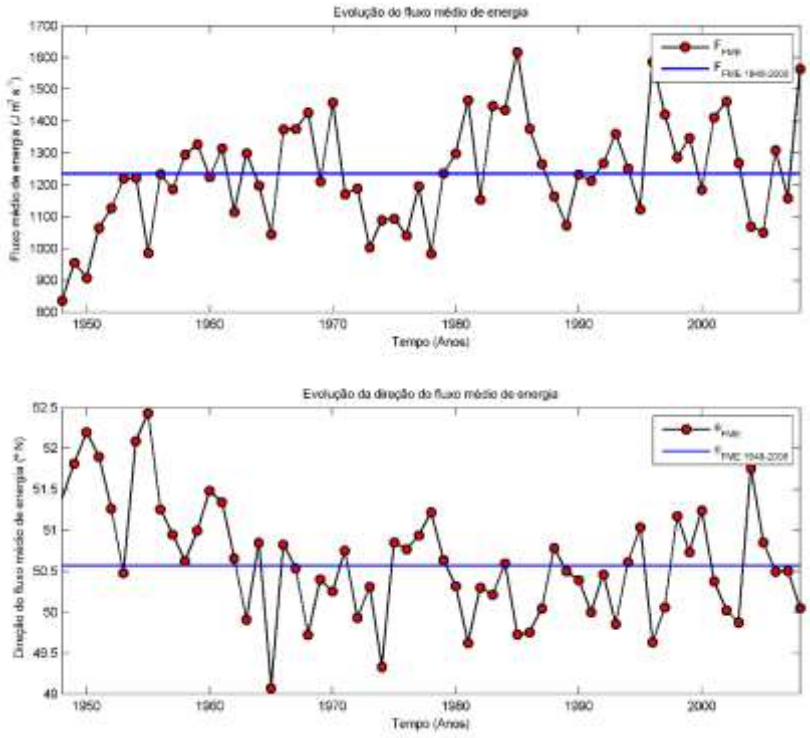


Figura 109- Evolução do fluxo médio anual de energia no ponto PC02 (Fonte: SMC-Tool)

No Ponto PC03, as ondas são provenientes dos quadrantes ENE. A altura significativa de onda Hs_{50} é de 0,58 m e Hs_{12} é de 1,52 m. A onda em regime extremo para um período de retorno de 100 anos é de 2,10 m. Neste setor, a evolução do fluxo médio anual de energia para o período de ondas propagado teve

uma tendência de aumento, enquanto a evolução da direção do fluxo médio a partir de 1985 apontou uma tendência de rotação para horária, de nordeste para leste.

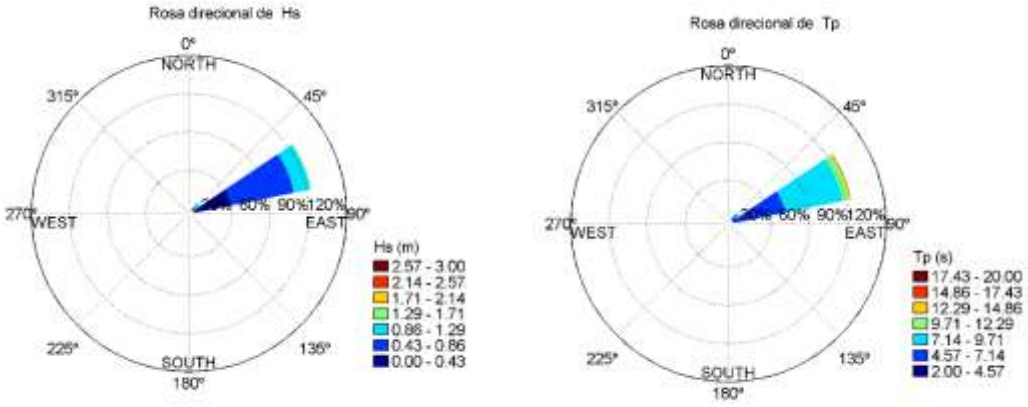


Figura 110 - Rosa direcional de altura de onda significativa (Hs) e período de pico (Tp) no ponto PC03 (Fonte: SMC-Tools)

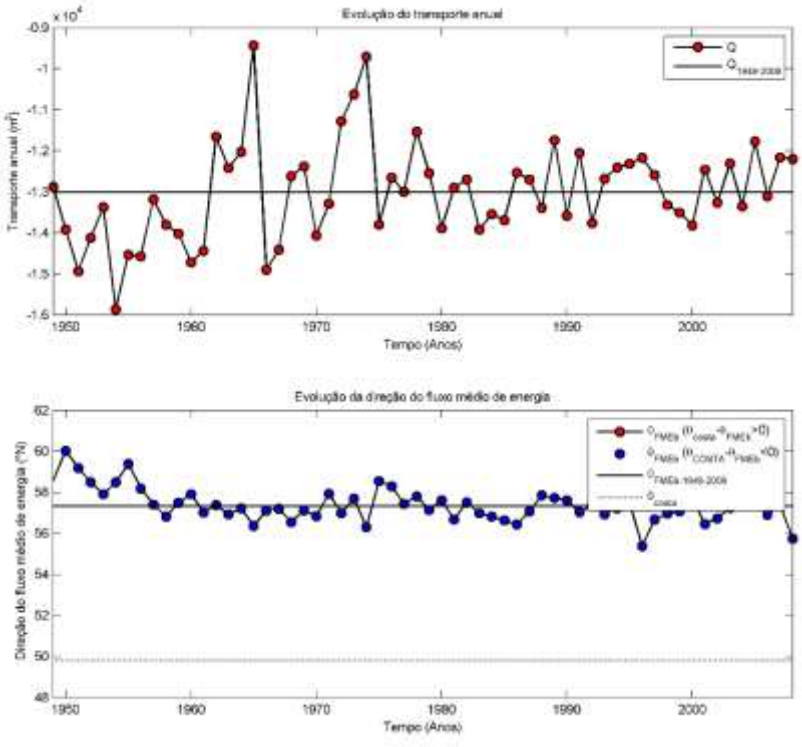


Figura 111- Evolução do fluxo médio anual de energia no ponto PC03 (Fonte: SMC-Tool)

Não se sabe, se as variações observadas representam uma tendência de longo prazo de aumento da altura de onda, ou se são meramente devido a variações de

curto período. As variações observadas terão algum efeito na evolução da linha da costa e são importantes para o presente projeto.

Considerando os estudos de Silva et al (2014), e a necessidade de verificar os resultados dos dados de propagação das ondas ao longo da costa, uma comparação visual foi feita a partir de um estudo anterior na área do projeto, especificamente na Enseada de Porto Belo, na orla de Itapema. O estudo de modelagem hidrodinâmica desenvolvido pelo DHI em 2015, apresentou a rosa de ondas calculada em uma profundidade de 4m em frente à Foz do Rio Perequê, propagada a partir de dados GROW no offshore. Pode-se observar coerência entre os resultados das duas propagações distintas, em relação ao clima de ondas, tanto na altura de onda Hs, quanto na direção do fluxo de energia de ondas.

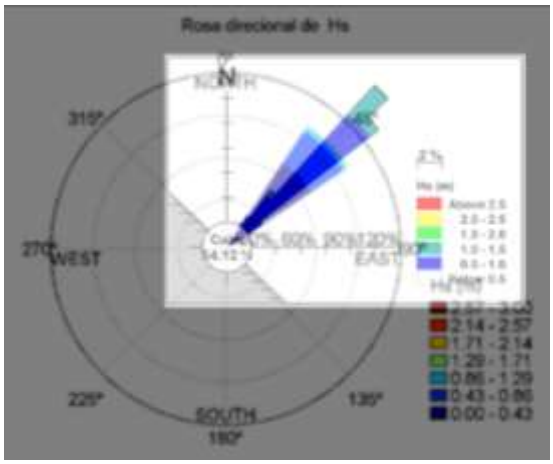


Figura 112 - Comparação entre rosas de ondas em frente à Foz do Rio Perequê.

A evolução do fluxo de energia é um fator importante na avaliação da estabilidade de praia, considerando o risco de erosão e o incremento na ocorrência de eventos erosivos. Tais eventos ocorrem primariamente durante períodos com elevados níveis de água (combinação de alta maré astronômica com maré meteorológica) e grandes ondas. A fim de ilustrar este fenômeno foi realizada uma análise da distribuição da energia de ondas em um ponto central (PC03) em frente da praia em uma profundidade de 3,5 m durante o período com dados disponíveis. O valor total representa a energia total em certo ano, em comparação com o valor médio da energia de ondas durante o período inteiro. Por exemplo, em 1996 a energia total foi de quase 121% da energia média, indicando um valor de energia total de 21% acima

do valor médio. Em 1988 o valor total era de 95%, indicando um ano relativamente calmo em termos de exposição às ondas.

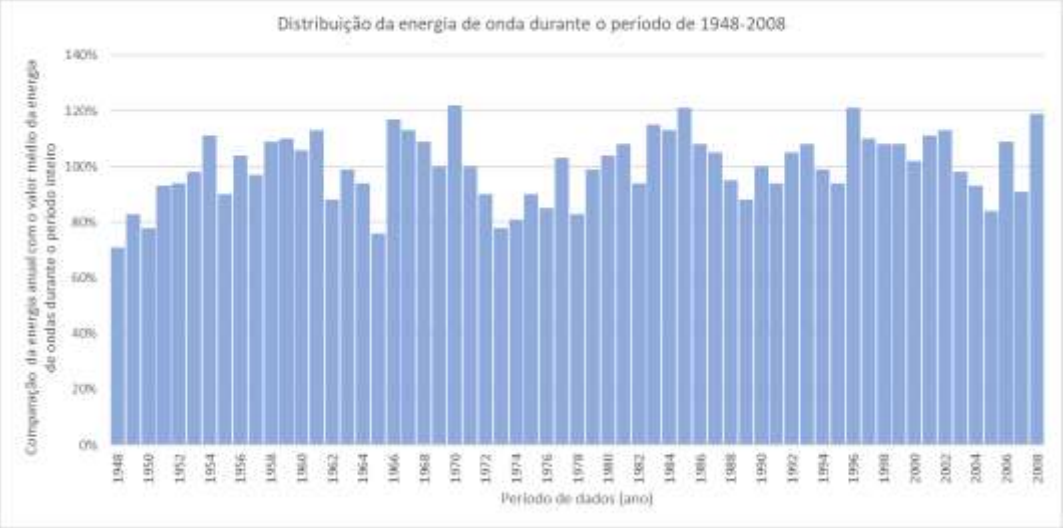


Figura 113 - Distribuição da energia de onda durante o período de 1948-2008

A erosão da parte mais alta da praia acontece principalmente durante períodos de ressaca, quando tem ondas grandes em combinação com vento forte e nível do mar elevado (maré meteorológica). Por isso, geralmente, as ondas maiores são responsáveis pela erosão da parte superior do perfil da praia, pois estas ondas causam a maior elevação do nível do mar e espraiamento de ondas e normalmente ocorrem durante períodos com fortes ventos vindos do oceano, os quais causam uma considerável maré meteorológica. A análise de fluxo de energia indica que a ocorrência de ondas mais altas têm variado de alguma forma durante os anos, onde se pode observar uma tendência de aumento dos níveis máximos.

Com base nestas observações acredita-se que erosão da praia tem sido agravada principalmente pelo aumento da ocorrência de períodos com grandes ondas, as quais causam a erosão na parte superior do perfil costeiro.

4.3.11 PROFUNDIDADE DE FECHAMENTO

Dentro de um estudo de perfil praial, o perfil de equilíbrio pode ser definido como o resultado produzido em uma praia com um mesmo tamanho de grão exposto a condições de ondas constantes. A definição do perfil de equilíbrio para uma praia envolve a determinação da forma do perfil de equilíbrio e da profundidade de fechamento do perfil.

Para representar o perfil de equilíbrio de uma praia, a fórmula comumente utilizada é a de Dean (1977), conhecido como perfil parabólico.

De acordo com o modelo teórico do perfil de equilíbrio proposto por Dean, o perfil de equilíbrio somente é válido dentro da zona de quebra de ondas, onde o termo profundidade de fechamento pode ser definido como o limite da aplicação do perfil de equilíbrio. Esta profundidade está relacionada ao transporte de sedimentos e se aplica no sentido ao mar adentro, na qual as variações verticais do perfil ao longo do tempo são tão reduzidas que não se distinguem dos erros de medição.

Duas formulações podem ser utilizadas para determinação da profundidade de fechamento:

Equação e Birkemeier (1985) $$h^{*}=1.75H_{S12}-57,9\left(\frac{H_{S12}^{2}}{gT_{s}^{2}}\right)$$

Equação de Hallermeier (1981) $$h^{*}=2,28H_{S12}-68,5\left(\frac{H_{S12}^{2}}{gT_{s}^{2}}\right)$$

Onde:

H_{s12} é a altura significativa local que é excedida 12 horas ao ano;

T_s é o período significativo, associado à HS12.

A profundidade de fechamento da Meia Praia, na área de intervenção, foi estimada a partir dos dados modelados, tomando como base os 03 pontos de controle definidos.

Tabela 16 - Profundidade de fechamento

Profundidade de fechamento					
Ponto	Localização	Hs12 (m)	Ts (s)	Birkemeier - h (m)	Hallermeier - h (m)
P01	Próximo a foz do Rio Taboleiro	1,48	9,42	2,44	3,19
P03	Parte central	1,52	8,95	2,49	3,26
P02	Próximo a foz do Rio Perequê	1,43	7,71	2,3	3,02

4.3.12 TRANSPORTE LITORÂNEO

Quando as ondas se aproximam da costa com determinado ângulo de incidência relação à linha de costa, então são geradas correntes pelas forças hidrodinâmicas associadas com a arrebentação das ondas. A ação das ondas e das correntes resultantes, aliada à atuação dos ventos e das marés, modula os processos de transporte sedimentar que ocorrem entre a arrebentação e a linha de costa.

O transporte de sedimentos ao longo das praias resulta da interação entre as correntes longitudinais e os sedimentos paralelamente à linha de costa, definindo a ocorrência de correntes de deriva litorânea. Formadas a partir da incidência oblíqua das ondas na costa, as correntes de deriva litorânea ocorrem entre a linha de arrebentação das ondas e a face praial.

Na zona de arrebentação, o movimento das partículas sedimentares ocorre de forma unidirecional, enquanto na zona de espraiamento, os sedimentos descrevem uma trajetória em zig-zag sobre a face praial. Essa trajetória dos sedimentos na face praial é induzida pelo deslocamento oblíquo das partículas durante o fluxo do espraiamento e pela ação da gravidade durante o refluxo, com os sedimentos sendo transportados em direção à base da face praial, seguindo a linha de maior declive (Figura 114).

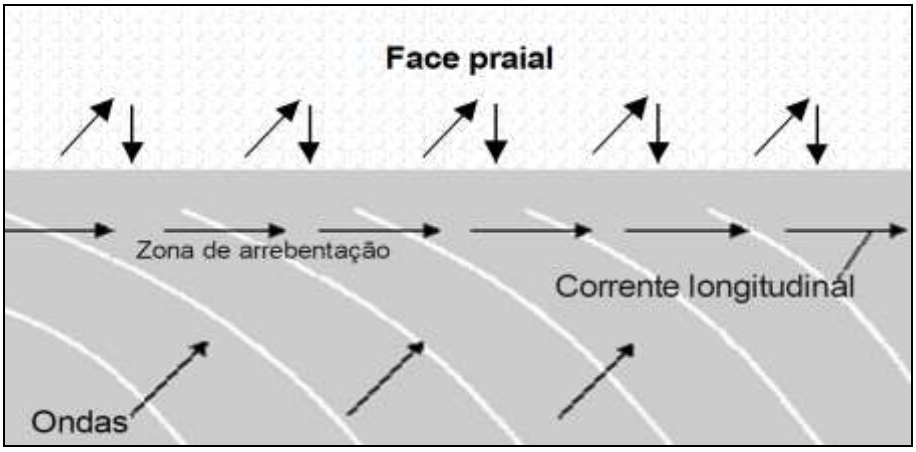


Figura 114 - Transporte sedimentar longitudinal por deriva litorânea na face praial e por correntes longitudinais na zona de arrebentação (adaptado de Plummer, et al.,1985 apud Abreu, 2011).

As correntes de deriva litorânea desempenham papel fundamental nos processos deposicionais e erosivos ao longo da zona costeira. A deposição de sedimentos veiculados pela deriva litorânea pode levar à formação de pontais arenosos, à progradação da linha de costa e à ocorrência de depósitos praiais mais expressivos no sentido do transporte. Por outro lado, nos locais onde a presença de obstáculos na linha de costa induz à deposição total ou parcial da carga sedimentar transportada pela deriva litorânea, a recomposição da corrente longitudinal após o obstáculo favorece a ocorrência de processos erosivos.

De acordo com King (2005 apud Abreu 2011) taxas relativamente importantes de transporte sedimentar longitudinal são frequentemente observadas sobre a face praial. Estudos de campo e de laboratório têm apontado que o transporte sedimentar longitudinal pela ação do espraiamento sobre a face praial pode representar 50% do transporte longitudinal total, atingindo até 60% em condições de baixa energia. Na praia de Itapema, pode-se observar nas imagens aéreas (Figura 122 a Figura 124) que as áreas mais ao norte apresentam um maior depósito praial.

A quantificação dos processos de transporte sedimentar costeiro por correntes transversais e longitudinais contribui para a análise da evolução da orla, sendo decisiva em projetos de engenharia que afetem esta área. Nesse sentido, representam subsídio fundamental para a gestão da zona costeira e, particularmente, para a abordagem dos processos erosivos costeiros.

Para o cálculo do transporte litorâneo, foi empregada a fórmula do CERC (Coastal Engineering Research Center) (1984), que se baseia no princípio de que o volume de areia transportado é proporcional à energia das ondas ao longo da costa, por unidade de longitude da praia. Para analisar as variações temporais do transporte litorâneo, foram realizadas simulações no modelo para o período de 1948-2008 em 4 perfis na Meia Praia e 1 perfil ao norte da foz do Rio Taboleiro. Os resultados são apresentados na Figura 115. As linhas representam as componentes norte e sul do transporte. Um valor positivo indica transporte para o sul.

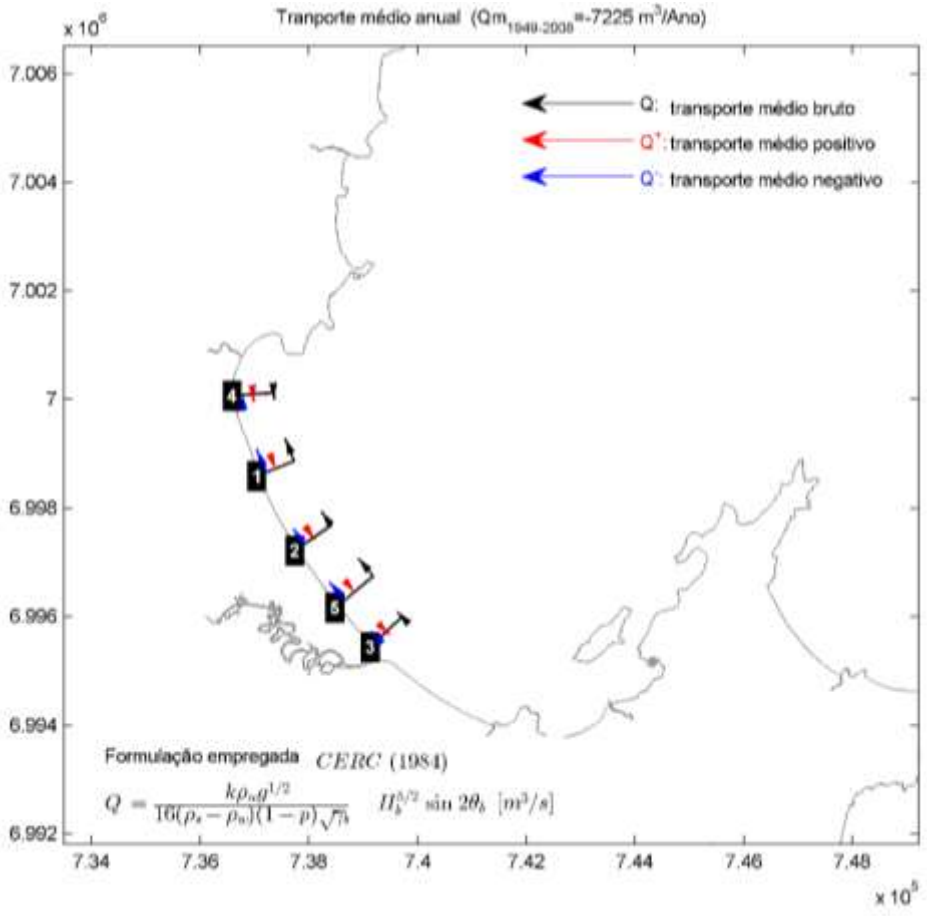


Figura 115 - Mapa do transporte de sedimentos. (Fonte: SMC Tools)

Os cálculos indicaram flutuações no transporte ao longo dos anos. A direção do transporte mudou várias vezes durante o período coberto pelos dados.

A partir dos perfis definidos no item 4.3.7 e dos dados apresentados no item 4.3.10 foi calculado o transporte de sedimentos para a enseada de Porto Belo. Para todo o intervalo de tempo estudado, que corresponde aos 60 anos de dados de ondas, as setas em preto representam a magnitude e a direção do transporte médio bruto, as setas vermelhas representam o transporte médio positivo (a direita da costa do observador da terra) e as setas azuis o transporte médio negativo (a esquerda da costa do observador da terra).

Embora os quantitativos de transporte não possam ser tomados como valores absolutos, a Figura 115 apresenta uma noção do transporte relativo entre os perfis da praia, podendo ser avaliados os resultantes de transporte da área de estudo em 7.225 m^3/ano. As análises apresentadas no item 4.3.15 corroboram com os resultados apresentados. A direção do transporte coincidiu com a direção da deriva litorânea local determinada pelas análises dos ângulos de incidência das ondas e da geomorfologia da costa. A observação da área de estudo através de fotografias aéreas e imagens de satélite ao longo do tempo permite uma comparação da linha de costa ao longo do tempo. É possível visualizar uma diminuição da faixa arenosa da porção sul, e um alargamento da faixa arenosa da porção norte da praia. O que de certa forma corresponde o padrão de transporte pela arrebentação das ondas encontrado pela aplicação do modelo CERC, que indica uma direção de transporte de sedimentos de sul para norte.

A praia localizada ao norte do molhe da foz do Rio Taboleiro das Oliveiras, apresenta um transporte para o sul.

Em larga escala temporal o transporte sedimentar longitudinal assume papel preponderante na evolução da linha de costa. Em meso-escala, pode determinar a distribuição lateral do estoque sedimentar praial e da granulometria dos sedimentos, influenciando os processos morfodinâmicos que caracterizam o ambiente praial.

4.3.13 NÍVEL DO MAR E COTA DE INUNDAÇÃO

As variações de profundidade provocadas pelas mudanças de nível são fundamentais para determinação da posição na costa em que a onda sofre empinamento, refração ou quebra e para determinação da cota de inundação em uma praia. No modelo SMC-Brasil, as variações do nível do mar também são propagadas do ponto DOW selecionado até a costa, através do módulo OLUCA.

Considerando o regime extremo, o nível médio, a maré astronômica e meteorológica podem chegar a uma variação de 1,55, 0,655 e 1,20 m acima do nível atual para um período de retorno de 100 anos.



Figura 116 - Regime extremo para maré astronômica e meteorológica (Fonte: SMC-Tools).

A metodologia do SMC-Brasil para se calcular a cota de inundação em uma determinada praia, leva em conta o nível de maré astronômica, o nível da maré meteorológica e a elevação de nível médio, como consequência da ação da onda no perfil de praia, considerando o regime extremo. Ao chegar à costa, a onda quebra na praia, resultando em um movimento de subida da massa de água ao longo do perfil de praia (*runup*).

O *runup* é composto pelo empilhamento de água na costa devido à quebra de ondas e pelo espraiamento da onda na face da praia. O *runup* utilizado para o cálculo da cota de inundação corresponde ao superado em 2% dos casos ($R_{2\%}$).

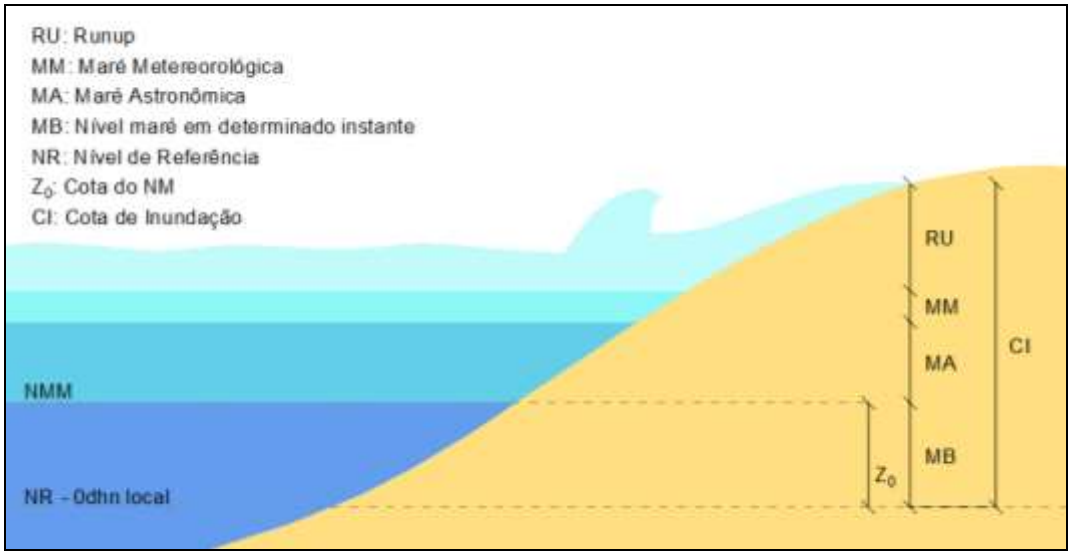


Figura 117 - Fatores de determinam a cota de inundação (Fonte: a autora).

O empinamento de onda é uma mudança na altura e comprimento da onda devido à variação da profundidade. Quando próximas a costa, por terem sofrido refração e ou difração e adquirirem direção próxima a orientação da costa, a altura das ondas que chegam continua a aumentar pelo processo de empinamento. Este fenômeno ocorre até a onda se tornar instável e quebrar, dissipando a energia na quebra da onda. A altura e o período da onda, assim como a declividade da praia, influenciam no tipo de quebra da onda.

Tomando como base o perfil central da praia (PC03), a cota de inundação correspondente é de 2,30 m. Estes valores estão relacionados ao regime extremo, com período de retorno de 100 anos.

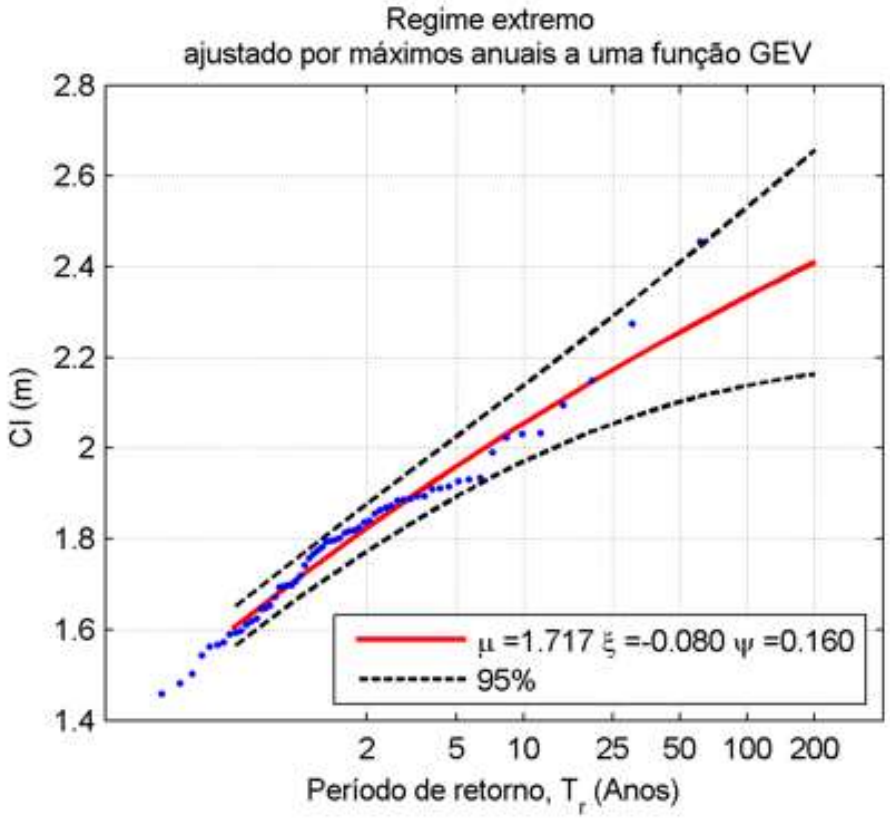


Figura 118 - Regime extremo para cota de inundação do perfil central da praia PC02 (Fonte: SMC-Tools).

4.3.14 RETROCESSO DA LINHA DE COSTA

A forma do perfil transversal à praia está em equilíbrio dinâmico com as condições hidrodinâmicas como ondas, correntes e níveis d'água. O perfil está continuamente respondendo às variações nessas condições, as quais atuam em várias escalas de tempo, de horas (marés e ressacas), meses (variações sazonais nas condições de ventos e ondas) até décadas e séculos (elevação do nível do mar devida a mudanças climáticas).

Durante um único evento de ressaca grandes volumes de sedimentos podem ser transportados transversalmente à praia. O perfil da praia pode mudar drasticamente durante tais eventos, resultando em um recuo temporário da linha de costa (erosão) de muitos metros. Durante o período seguinte, de clima ameno, a areia é gradualmente transportada de volta à praia e o perfil original da praia é restaurado.

Mecanismos similares ocorrem em longas escalas de tempo, onde o perfil de praia e a forma da linha de costa no plano respondem a variações sazonais nas condições de ondas.

4.3.14.1 Eventos de tempestade

Tempestades são distúrbios atmosféricos caracterizados por baixas pressões e ventos intensos. Como onda de tempestade entende-se a resposta da superfície da água à tensão de cisalhamento superficial induzida pelo vento e aos campos de pressão. Estas ondas podem produzir aumentos de curto prazo no nível da água que aumentam consideravelmente acima do nível médio do mar, principalmente quando a frente de tempestade coincide com uma maré elevada, sendo chamadas de maré de tempestade (USACE, 2008).

No litoral de Santa Catarina, além da ocupação antrópica indevida da orla, os processos erosivos são agravados pelas frequentes marés de tempestades que atingem a região durante eventos de tempestades tropicais e extratropicais. Para o entendimento dos mecanismos que ocorrem nas praias durante estes eventos e na previsão da evolução da linha de costa, devem ser analisados os processos físicos e a variação morfológica decorrentes.

O modelo numérico de evolução morfológica do perfil transversal de praias, PETRA, foi utilizado para análise de curto prazo da praia, onde a escada de tempo de validade do modelo é horas-dias. Simulando o comportamento de uma praia submetida à ação de uma tempestade, o modelo permite conhecer a resposta do perfil da praia diante deste evento em termos de volume de areia erodida, retração da linha de costa e da forma final do perfil.

O modelo resolve, para um perfil de praia, as equações do fluxo de sedimentos dentro da zona de arrebentação, as alterações na batimetria associadas às variações espaciais do transporte de sedimentos. A magnitude do transporte depende das características do meio (água, sedimento e batimetria) e das condições hidrodinâmicas (ondas e correntes induzidas por estas).

Foi analisado o perfil central, considerando as características do ponto de controle PC03, com eventos de tempestade com duração de 72h, tendo como dados de entrada: nível de maré astronômica +0,55m, amplitude de maré 0,9m, maré de tempestade +1,00m e altura significativa de onda (h_{s12}) +1,50m.

Os resultados da modelagem indicam a evolução morfológica do perfil central da praia sob a ação de tempestade, com sucessivos estados erosivos da praia e do acúmulo de sedimentos na parte submersa do perfil, formando um banco. A Figura 119 apresenta a simulação do evento e os perfis praiais referentes aos levantamentos de 2015 (tracejado verde) e de 2021 (tracejado branco).

A simulação apresentou uma retração horizontal linha de costa de 10 m, para um período de retorno de 100 anos.

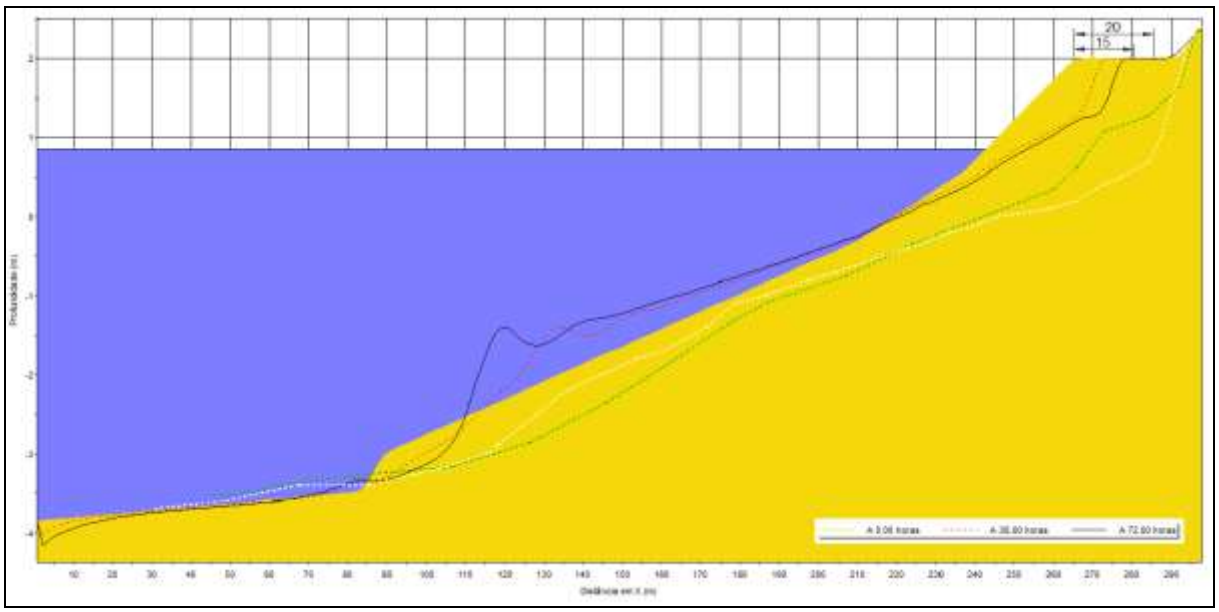


Figura 119 - Evolução do perfil central da praia para um evento de 72 h

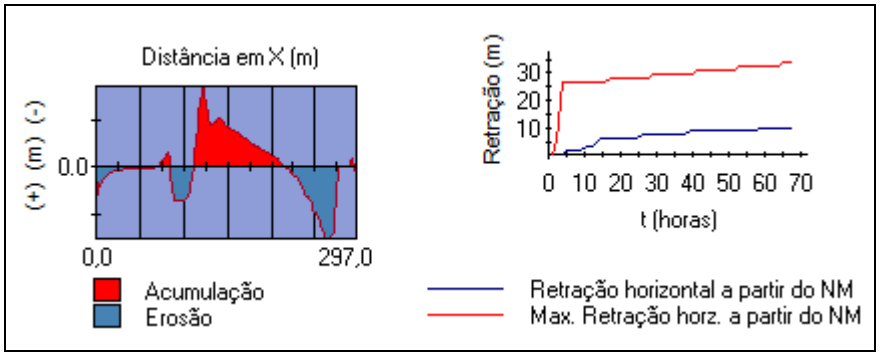


Figura 120 – Gráfico de execução do modelo

As variações que podem acontecer devido ao transporte transversal são significativamente maiores que as variações na posição da linha de costa devido às flutuações no transporte longitudinal litorâneo, por isso também devem ser consideradas na elaboração do projeto.

4.3.14.2 Mudanças Climáticas

As variações na dinâmica costeira, como consequência das mudanças climáticas, se manifestam também na morfologia da praia, influenciando a retração da posição da linha de costa e a mudança na orientação da praia.

A elevação do nível do mar produz um desequilíbrio na forma de perfil, que reacomoda a areia, movimentando-a da parte superior para a parte inferior do perfil, provocando retração da posição da linha de costa. A retração do perfil de praia é proporcional à variação do nível médio do mar de modo que quanto maior o aumento do nível médio do mar, maior será a retração de uma determinada praia.

Esta retração pode ser estimada pela regra de Brunn, que relaciona as mudanças no nível do mar com a posição da linha de costa, incluindo a profundidade de fechamento. Logo, o aumento da altura significativa de onda, produz um aumento da profundidade de fechamento, que também contribui para uma possível retração da linha de costa e perda de areia na praia.

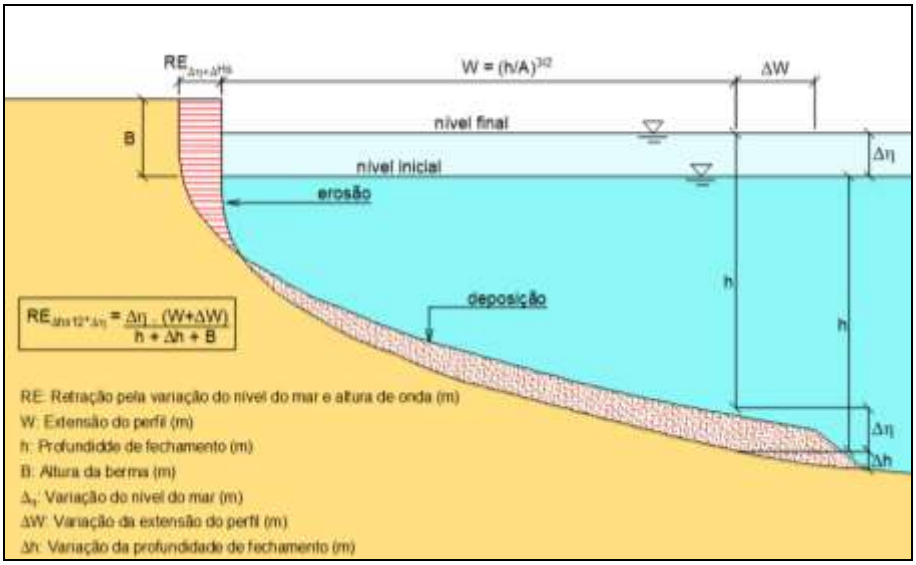


Figura 121 - Variação do perfil de equilíbrio diante de uma elevação do nível do mar pela Regra de Bruun

A metodologia proposta pelo SMC-Brasil para o cálculo da retração da linha de costa, considera a elevação do nível do mar e altura de onda nos diferentes cenários de mudanças climáticas ao longo da costa. Os valores considerados na fórmula apresentada na Figura 121 foram altura da berma (B) 2,0 m, diâmetro do sedimento (D_{50}) 0,15 mm, altura de onda significativa (Hs_{12}) 1,50 m.

A partir dos cenários de mudança climática, o modelo realiza a comparação do retrocesso da linha de costa médio anual segundo Brunn, para a linha de costa. O cenário 01 é o que tem maior probabilidade de ocorrer, com um retrocesso médio anual de 0,65 m/ano.

Tabela 17: Retrocesso médio anual da linha de costa para o ano horizonte, segundo Brunn, considerando a elevação do nível do mar nos cenários das mudanças climáticas (Fonte: SMC-Tools).

	Retrocesso para o ano horizonte (m)									
	Extrapolação		Glob. RCP 4.5		Glob. RCP 8.5		Reg. RCP 4.5		Reg. RCP 8.5	
Ano	μ^F_{RE}	σ^F_{RE}	μ^F_{RE}	σ^F_{RE}	μ^F_{RE}	σ^F_{RE}	μ^F_{RE}	σ^F_{RE}	μ^F_{RE}	σ^F_{RE}
2122	0.65	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
2070	-	-	0.73	0.10	0.85	0.13	0.74	0.05	0.83	0.07
2100	-	-	1.12	0.19	1.48	0.25	1.13	0.10	1.45	0.14

4.3.15 EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA

Os resultados da análise das condições de ondas, apresentadas no item 4.3.10 indicam que houve algumas mudanças nas condições de ondas nos últimos anos. Especialmente a mudança da direção média de ondas é muito importante para a estabilidade da praia. Tal rotação causará uma mudança na orientação de equilíbrio da praia o que se refletirá em erosão nas partes sul da praia e acresção no lado norte. Fotos aéreas apresentadas na Figura 122, Figura 123 e Figura 124 confirmam que estes processos realmente estão ocorrendo. A largura no lado norte da praia é aproximadamente 25 m enquanto no lado sul é menor que 5 m.



Figura 122 – Largura da praia na parte norte (Praia de Itapema)



Figura 123 – Largura da praia na parte central da Meia praia (Rua 237)



Figura 124 – Largura da praia na parte sul (praia do Perequê)

Mudanças de direções na propagação das ondas tendem a realinhar as linhas de praia buscando novos arcos de equilíbrio. Este realinhamento ocorre em função do clima de ondas que as atinge, ficando perpendicular à direção de propagação das ondas dominantes vigentes. A variação da direção da onda produz uma rotação da linha de praia em planta, possibilitando também a retração linha de costa em uma parte da praia.

O resultado da estimativa dos efeitos das mudanças climáticas ao longo da praia devido a mudança de direção média do fluxo de energia, mediante a extrapolação da tendência histórica da variável ao ano horizonte, com os dados históricos da série temporal. Comparando os dados da série a partir de 1985, onde se observa uma tendência de rotação no sentido horário no ponto central da Meia Praia, a tendência de alteração da variável é de 0,017 º/ano. A projeção de evolução do retrocesso da praia em 100 anos é de aproximadamente 44 m.

Um estudo realizado pelo DHI em 2016 na Enseada de Porto Belo, considerando as intervenções a serem realizadas na praia de Itapema, analisaram a estabilidade da praia e o impacto causado pela construção de guias correntes na foz dos rios, através da simulação da propagação e arrebentação de ondas, correntes litorâneas e transporte de sedimento causado pela ação combinada de ondas e correntes. Nesta análise foi incluído o impacto das mudanças nas condições de ondas, através da rotação de 2º no sentido horário na direção das ondas, que reflete as mudanças observadas nas condições de ondas perto da costa.

A simulação foi feita para o caso de não ser realizada nenhuma intervenção em forma de molhes e/ou engordamento da praia. O resultado desta simulação confirmou a erosão no lado sul da praia e acresção no lado norte, como observado nas fotos aéreas na Figura 122 a Figura 124. Sem intervenção nenhuma a erosão no lado sul da praia pode atingir até 40m, o que causaria danos significativos às casas e outras infraestruturas costeiras.

A simulação da evolução da linha da costa foi repetida com guias correntes na foz dos Rios Bela Cruz (Itapema) e Perequê (divisa entre as duas praias), e extrapolada para a foz do rio Perequezinho. A simulação indicou que a presença dos guia-correntes causará erosão da praia no lado norte dos molhes e acresção no lado sul. A erosão observada nos lados norte dos molhes são menores (porém da mesma ordem de grandeza) que a erosão que ocorreria na parte sul da praia sem intervenção nenhuma e é causada pelas mudanças na direção das ondas. As simulações indicam que após 10 anos haverá acresção de aproximadamente 50m nos lados sul dos molhes (Figura 125).

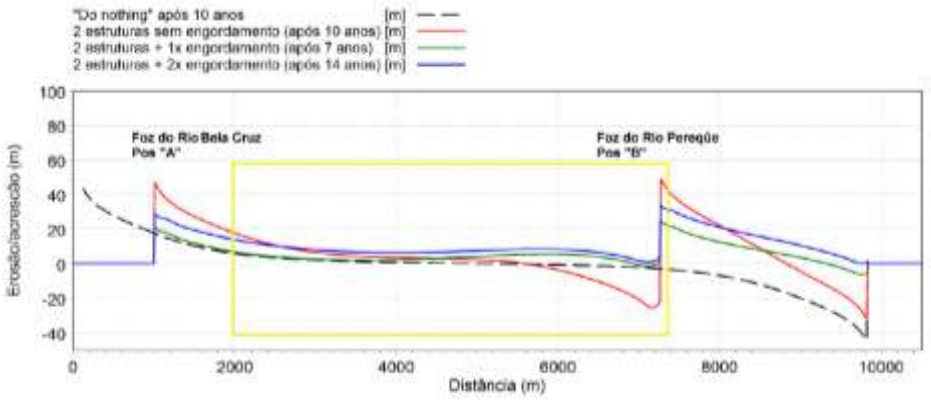


Figura 125 - Evolução da linha de costa durante 10 anos após a construção dos molhes. A área de intervenção do presente estudo está indicada pelo retângulo amarelo (adaptado de DHI,2015)

Para mitigar a erosão, o estudo recomendou o engordamento da praia nas partes imediatamente ao norte dos molhes. No lado sul do molhe do Rio Bela Cruz, devido ao transporte longitudinal, haverá acresção local. A configuração da praia após a construção dos guia-correntes e a orientação para o engordamento é ilustrada na Figura 126.



Figura 126 - Recomendação para sistema de proteção da costa (adaptado de DHI,2015)

O estudo (DHI,2015), que sugeriu engordamento de praia a cada 7 anos, considerou apenas um pequeno engordamento no trecho sul da Meia Praia próximo a foz do Rio Perequê (150.000,00 m³), além de considerar a inclusão de estruturas rígidas transversais à praia, que funcionam como retenção de sedimentos, apenas na foz dois rios Bela Cruz e Perequê. O estudo atual contempla os molhes do Rio Taboleiro das Oliveiras, que diminui a extensão do arco praial. O estudo foi mencionado para demonstrar os efeitos dos molhes (na época do estudo, projetados) e agora existentes na orla.

A necessidade de intervenção em Porto Belo não é causada por impacto devido a obra de alimentação em Itapema e a mitigação do impacto já está prevista nos licenciamentos dos molhes de Porto Belo e Píer situados na foz do Rio Perequê. O estudo elaborado em 2015 considerou a extensão de toda a Enseada, e o estudo atual considera apenas a célula entre os molhes existentes (entre os rios Taboleiro das Oliveiras e Perequê).

O projeto atual contempla engordamento em toda a célula em um volume superior ao estudo anterior e capaz de estabilizar todo o trecho, a necessidade de manutenção será observada a partir do estudo de frequência de ocorrência das obras de manutenção das dragagens, conforme item 4.2.4.2.

4.3.16 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO

O sedimento da praia na área de intervenção é formado por grãos de tamanho médio de 0,15mm. Os estudos referentes a morfologia da praia evidenciam a perda de volume na seção em toda a área monitorada, com maior variação volumétrica até as profundidades de 2,0 a 3,0m.

A altura significativa de onda média Hs na zona costeira é de aproximadamente 0,34 m a 1,0m. A altura significativa de onda para um período de retorno de 100 ano é de 2,10 m. O período de pico de ondas mais frequente Tp na zona costeira é 10 segundos na parte norte da Meia Praia e 7 segundos na parte sul. O período de pico de ondas para um período de retorno de 100 anos é de 19 s.

A direção de onda prevalecente é de NE e ESE. Nos últimos anos/décadas houve flutuações nas condições de ondas. A altura média de onda na zona offshore aumentou e a direção de onda rotacionou no sentido horário durante os últimos anos.

As correntes geradas pela ação das ondas em decorrência da arrebentação orientam o transporte de sedimento ao longo da praia nas duas direções (N e S). Apesar do efeito dominante de ondas provindas de NE e E, as ondas geradas de SE e S possuem um maior poder de transporte, o que faz predominar a movimentação de sedimento para o sentido norte da praia.

As mudanças nas condições de ondas já se manifestam na configuração atual da praia. Análise de fotos aéreas indicam que a praia na parte norte é significativamente mais larga do que na parte sul. Isto indica que há um transporte líquido de sedimento de sul para norte. Esta observação confirma os resultados obtidos nesta análise.

O recuo extremo da linha de costa devido ao transporte transversal da costa durante ressacas é da ordem de 10 m na Meia Praia. A erosão da praia tem sido agravada principalmente pelo aumento da ocorrência de períodos com grandes ondas, as quais causam a erosão na parte superior do perfil costeiro.

Sem intervenção nenhuma é esperada que a erosão na parte sul da praia continue no futuro. Esta erosão pode atingir até 40m nos próximos 10 anos se as atuais condições de ondas continuarem a ocorrer e atingiria valores inaceitáveis e causaria danos à rua, casas e outras infraestruturas costeiras nestas áreas. Análises considerando o aumento do nível do mar e das alturas de onda, indicam que o retrocesso pode chegar a 65 m em 100 anos.

A existência dos molhes na foz do rio Taboleiro das Oliveiras e a fixação da foz do Rio Perequê resultará em erosão da praia ao norte das estruturas e acresção ao longo do lado sul. Combinando a construção dos das fixações das barras dos rios com a alimentação da praia será possível estabelecer uma praia estável ao longo de toda a área do projeto.

Uma pequena recuperação local da praia ao norte da foz do Rio Taboleiro das Oliveiras foi realizada durante a execução dos molhes e desassoreamento do canal, auxiliando na mitigação dos efeitos de erosão neste trecho da praia. Na construção do píer da foz do Rio Perequê, existem medidas para mitigar os impactos decorrentes da execução da obra.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DA JAZIDA

4.4.1 HISTÓRICO DA JAZIDA SEDIMENTAR DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC

A Província Costeira de Santa Catarina é composta pela planície costeira (porção emersa) e pela plataforma continental (porção submersa), parte da bacia sedimentar marginal de Santos na região de Itapema e Balneário Camboriú (HORN FILHO, 2010). A costa centro-norte é montanhosa, com promontórios de granito que formam praias arenosas e dunas eólicas. A plataforma continental é dividida em interna (até 30m), média (10 a 100m) e externa (100 a 200m), com diferentes fácies sedimentares: arenosa, síltico-argilosa e outras (HORN FILHO, 2003). Na plataforma interna predominam as fácies arenosas; na média, os sedimentos finos associados às areias e na externa, uma mistura de sedimentos grossos (areias) e finos (silte e argila) (HORN FILHO, 2010).

Nesse contexto, a jazida sedimentar de Balneário Camboriú foi alvo de estudos pretéritos de prospecção e caracterização nos últimos anos. Deste modo, a jazida pretendida conta com histórico de estudos, sendo estes: (1) Estudo de Impacto Ambiental (EIA), realizado para a obra de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú (PROSUL-ACQUAPLAN, 2014); (2) a caracterização da jazida em nível de projeto executivo (SLI, 2019); e, (3) os relatórios de execução do Plano Básico Ambiental relativos ao monitoramento ambiental da Licença Ambiental de Instalação (CARUSO, 2021).

A jazida pretendida para uso na alimentação artificial da Meia Praia está localizada a cerca de 15 km de Balneário Camboriú e 17 km de Itapema; a delimitação dessa área baseou-se em dados de batimetria, sísmica, sonografia, magnetometria e sedimentologia sendo dividida em dois setores: “Jazida Oeste” e “Jazida Leste”, como ilustrado na Figura 127. As coordenadas dos vértices são apresentadas no Quadro 4.

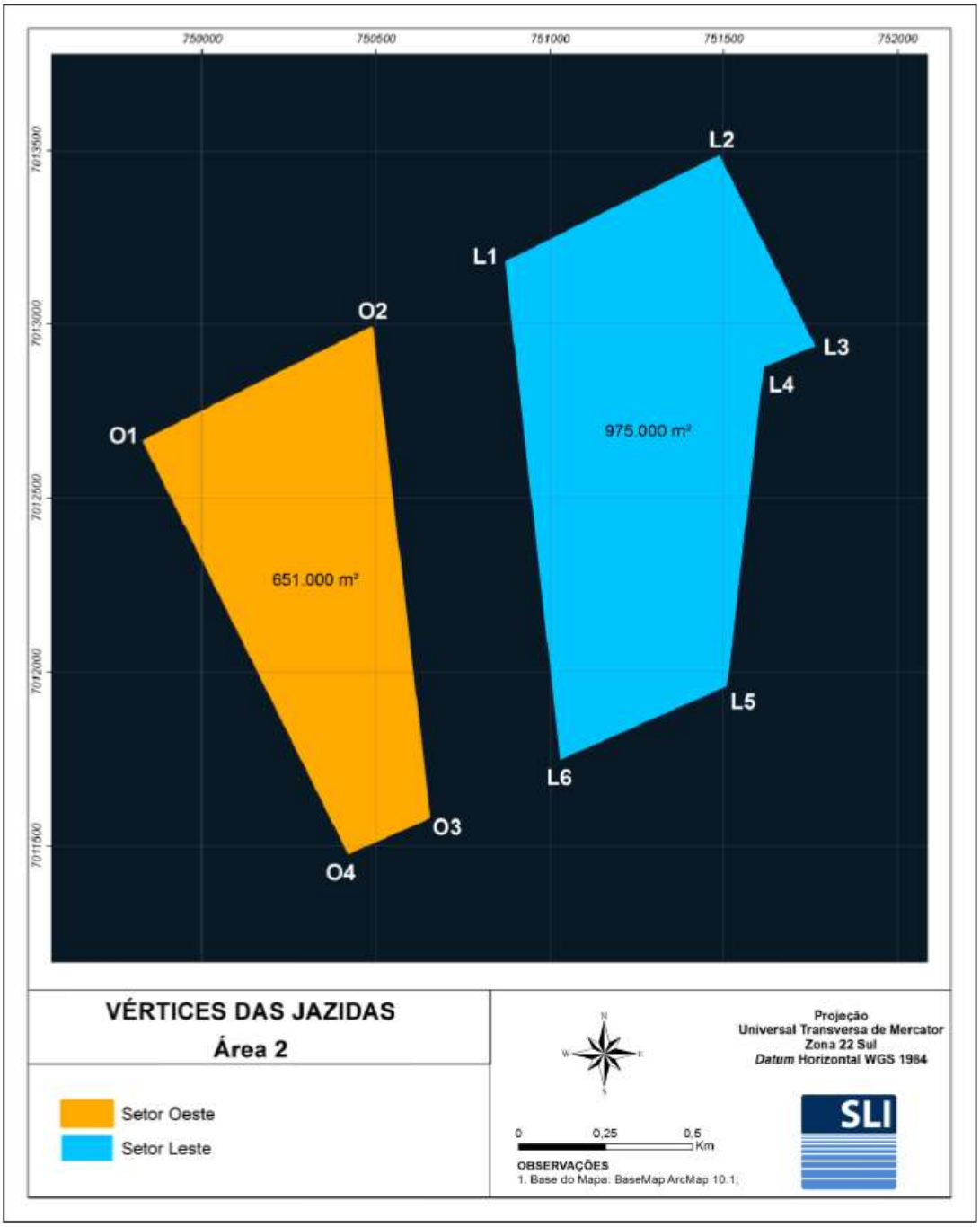


Figura 127: Delimitação da jazida sedimentar de Balneário Camboriú. Fonte: SLI COASTAL SOLUTIONS (2019), citado em SEACARUSO, 2024.

Quadro 4: Coordenadas da jazida sedimentar de Balneário Camboriú. Fonte: SEACARUSO, 2024.

Setor	Vértice	Coordenadas UTM 22 Sul Datum SIRGAS2000	
		X	Y
Oeste	O1	750487,020	7012989,538
	O2	750651,397	7011583,354
	O3	750421,657	7011482,660
	O4	749833,717	7012664,500
Leste	LI	750870,922	7013180,517
	L2	751487,177	7013487,050
	L3	751763,720	7012937,411
	L4	751614,895	7012876,951
	L5	751509,879	7011959,571
	L6	751029,337	7011748,990

Na região central entre os setores, foi identificada uma área de anomalia magnética, enquanto na porção sudeste, registrou-se a presença de substrato rochoso, o que implicou na exclusão dessas regiões para fins de dragagem de sedimentos. Desta forma, foi estimado um volume total estimado da pilha sedimentar considerando os setores leste e oeste da jazida sedimentar de 4.725.270m³ (Quadro 5) (SLI, 2019).

Quadro 5: Área, profundidade e volume sedimentar estimados para a jazida sedimentar de Balneário Camboriú. Fonte: SEACARUSO, 2024.

Setor	Área	Profundidade	Volume estimado
Oeste	651.000m²	3,02m	1.966.020m³
Leste	975.000m³	2,83m	2.759.250m³.
Total			**4.725.270 m³**

2.2 DETALHAMENTO DA JAZIDA – CARTA NÁUTICA

A jazida sedimentar objeto deste estudo está localizada no município de Balneário Camboriú/SC, no litoral centro-norte do estado de Santa Catarina. De acordo com a carta náutica disponível no Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), a Carta de número 23300 abrange a região de estudo (Figura 128), apresentando a região “De Paranaguá a Imbituba”. Esta carta apresenta profundidades, obstáculos e demais sinalizações existentes na “Enseada de Camboriú” e “Ponta das Laranjeiras”, ressaltando que este último é o ponto em terra mais próximo da poligonal da jazida sedimentar escopo deste estudo. Além de detalhar os locais supracitados, a Carta

23300 apresenta dados da “Enseada de Porto Belo”, onde fica compreendida a Praia de Itapema, área prospectada para alargamento da faixa de areia com o sedimento em estudo na jazida.

A Carta 23300 apresenta na Enseada de Camboriú as distâncias das isóbatas dos 10 metros a aproximadamente 5,4 quilômetros da faixa de areia da Praia Central; a isóbata dos 20 metros a aproximadamente 6,5 quilômetros; e a isóbata dos 30 metros a aproximadamente 12,7 quilômetros da Praia Central, ressaltando que as distâncias aproximadas apresentadas foram medidas partindo do centro da praia em direção a localização da jazida sedimentar (direção leste).

Ainda considerando os dados existentes desta carta náutica, na localidade da Enseada de Porto Belo onde está situada a Praia de Itapema/ SC prospectada para execução do Engordamento de Praia**,** a isóbata dos 5 metros fica a aproximadamente 2,1 quilômetros da linha da costa; a isóbata dos 10 metros a aproximadamente 2,7 quilômetros da linha da costa; a isóbata dos 20 metros a aproximadamente 10 quilômetros; e a isóbata dos 30 metros a aproximadamente 16 quilômetros da linha da costa. As medições supracitadas para a Enseada de Porto Belo foram executadas considerando o centro da Enseada de Porto Belo, partindo da linha da costa em direção ao local da jazida sedimentar (direção nordeste).

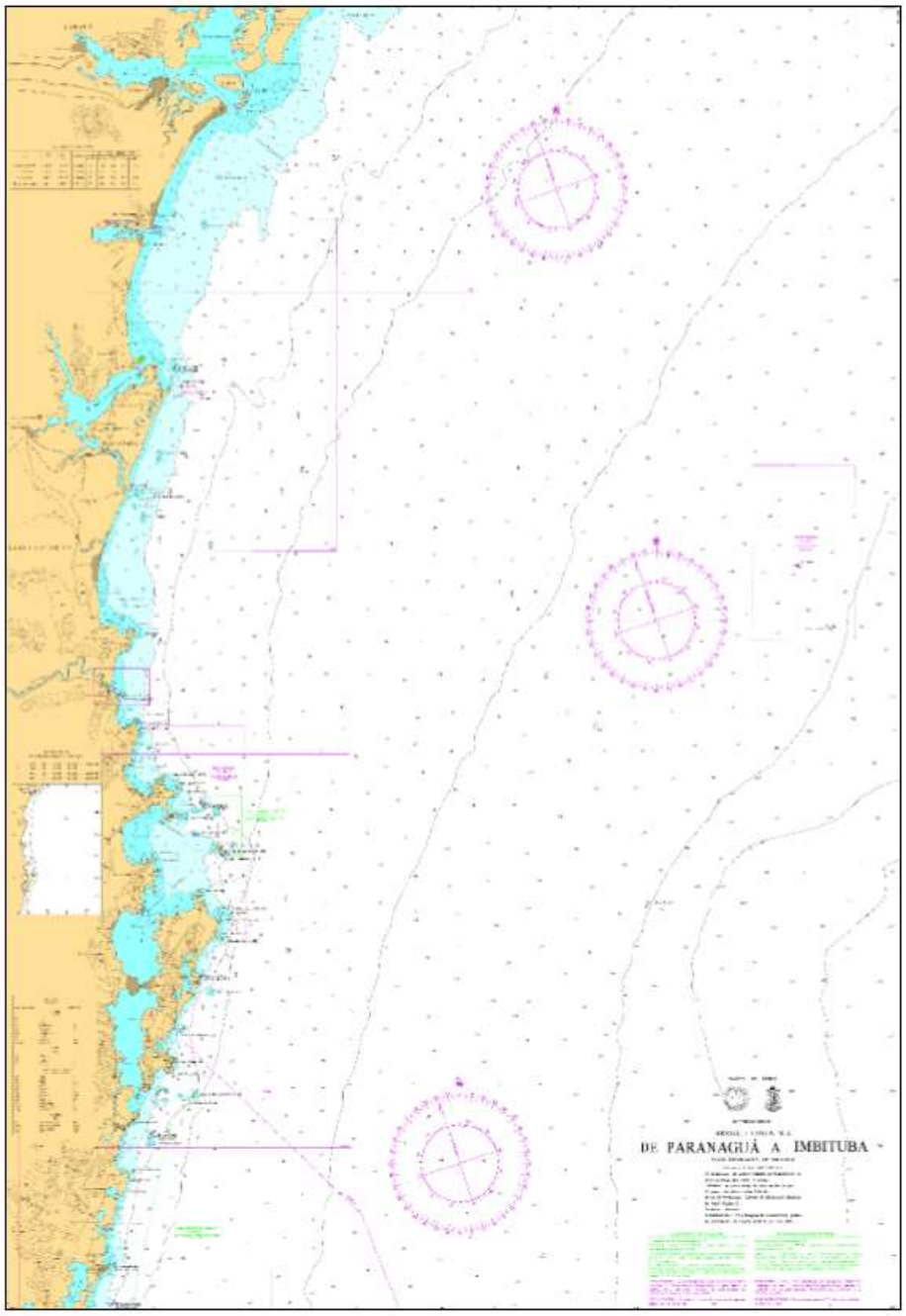


Figura 128: Carta Náutica 23300 disponibilizada pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) que compreende a região da área de estudo. Fonte: DHN. (SEACARUSO, 2024).

O polígono da jazida sedimentar está localizado a aproximadamente 1,8 quilômetro a leste da isóbata de 30 metros. Importante destacar que a Carta Náutica supracitada apresenta no quadro abreviaturas a “Natureza de Fundo”, onde foram identificadas as seguintes abreviaturas.

Quadro 6: Abreviaturas “Natureza de Fundo” da Carta Náutica 23300.

NATUREZA DE FUNDO	ABREVIATURA INTERNACIONAL	ABREVIATURA NACIONAL
Areia	S	A
Lama	M	L
Argila	Cy	Arg
Pedra	St	P
Cascalho	G	C
Coral	Co	Cor
Conchas	Sh	Con
Algas	Wd	Alg
Areia fina	fS	Af
Areia média	mS	Am
Areia grossa	cS	Ag
Calcário	caR	Cal

Desta forma, verifica-se que nesta Carta Náutica 23300 é apresentada a abreviatura de “S” próxima ao polígono da jazida sedimentar escopo deste estudo, indicando a existência de areia na região (*sand*). A figura a seguir apresenta em destaque a localização do polígono da jazida sedimentar sobrescrito nesta Carta Náutica, com detalhe para o indicativo da natureza de fundo “S”.

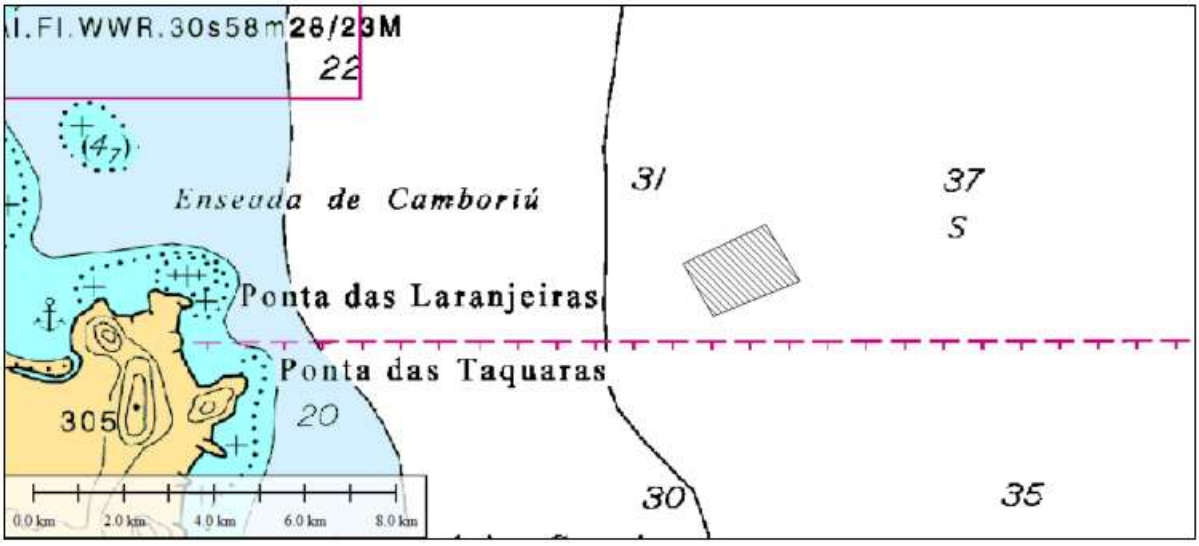


Figura 129: Abreviatura de “S”ou sand – Areia, próximo ao polígono da jazida (polígono hachurado).

Ainda, o local da jazida sedimentar fica fora de áreas de proibição de pesca e/ou navegação, conforme indicativos na Carta Náutica considerada neste tópico do documento.

A carta náutica 23300, é dividida em 4 áreas de levantamento (área “a”, área “b”, área “c” e área “d”), estas áreas apresentam o período que foi realizado o último levantamento hidrográfico que baseou a indicação das profundidades. A área das “Enseadas de Camboriú” e “Enseada de Porto Belo” bem como a localização do polígono da jazida sedimentar estão inseridos na área de levantamento “d” da Carta 23300, sendo esta área com última atualização realizada entre 1954 e 1957.

4.4.2 ANÁLISE DAS MODELAGENS COMPUTACIONAIS

Ainda durante os estudos já citados do Plano Básico Ambiental da obra de alargamento de Balneário Camboriú executados pela CARUSO, foram elaborados estudos de acompanhamento da hidrodinâmica na área da jazida através da modelagem do clima de ondas (Programa PACODP). A partir da finalização da obra, foi implementado um sistema de modelos numéricos de geração e propagação de ondas.

4.4.2.1 Procedimentos e Métodos

Para resolver os processos de geração e propagação de ondas em águas profundas, foi utilizado o modelo numérico WAVEWATCH III (WWIII), desenvolvido pelo *National Oceanic and Atmosferic Administration* (NOAA). O WWIII resolve a equação de conservação da densidade espectral de energia (F) em termos do número de onda (k) e da direção de propagação (Ɵ), a partir de funções que variam lentamente no espaço (x) e no tempo (t). Essa equação assume, implicitamente, que as propriedades do meio (profundidade e correntes), assim como das ondas em si, variam em escalas temporais e espaciais muito maiores que as variações de escala de uma única onda.

$$\frac{DF(k,\theta,\boldsymbol{x},t)}{Dt} = S(k,\theta,\boldsymbol{x},t) = S_{in} + S_{ds} + S_{nl}$$

O lado esquerdo da equação representa mudanças em F devidas à propagação da energia de componentes espectrais individuais, que viajam com velocidade de grupo obtida da relação de dispersão linear. O lado direito representa uma combinação de fontes e sumidouros (não conservativos) gerados pelo input do vento (Sin), dissipação (Sds) causada pela arrebentação em águas profundas (whitecapping) e atrito com o fundo e, ainda, transferência de energia (conservativa) entre componentes espectrais sob efeitos não-lineares (Snl).

Assim, o WWIII (e todos os demais modelos de geração) determina(m) a evolução de F (conhecido como espectro direcional do campo de ondas) ao longo do espaço e do tempo, mostrando como a energia presente na superfície do mar se distribui em termos de frequência e direção. Entretanto, é prática corrente em engenharia utilizar uma forma mais simples para caracterizar os estados de mar, baseada em três parâmetros básicos extraídos do espectro: (1) a altura significativa de ondas (Hs), (2) seu período associado (podendo ser o período de pico (Tp) ou período médio (Tm)) e (3) a direção de propagação (igualmente podendo estar associada ao pico do espectro (Dirp) ou simplesmente direção média (Dirm)). Essa prática será adotada neste trabalho e a descrição do clima de ondas (em águas profundas e em águas rasas) se dará na forma de uma descrição estatística desses parâmetros, conforme apresentado adiante.

Para a propagação de ondas de águas profundas para águas rasas (e interior da Enseada de Balneário Camboriú), foi utilizado o modelo SWAN (Simulating Waves Nearshore), desenvolvido pela Delft University of Technology, na Holanda, com grande histórico de bem-sucedidas aplicações em projetos de engenharia costeira, extensivamente validado através de experimentos de campo e laboratório ao redor do mundo. É um modelo computacional formulado para obter estimativas realísticas de parâmetros de onda em mares rasos e áreas costeiras.

Os seguintes processos de **propagação** são calculados pelo modelo:

- propagação através do espaço geográfico;
- refração devido a variações espaciais da batimetria e de correntes;

- empolamento (*shoaling)* devido a variações espaciais da batimetria e de correntes;
- bloqueio e reflexão devido à presença de correntes;
- · transmissão, reflexão ou bloqueio devido à presença de estruturas; e,
- · efeitos de difração.
- Os seguintes processos de **geração** e **dissipação** são considerados em sua formulação:
- geração pelo vento;
- dissipação por *whitecapping*;
- dissipação por quebra;
- dissipação por fricção com o fundo; e,
- interação onda-onda (*triads* e *quadruplets*).

As ondas são computadas através da evolução do espectro de densidade de ação no plano bidimensional, representada pela Equação do Balanço da Ação Espectral:

$$\frac{\partial}{\partial t}N+\frac{\partial}{\partial x}c_x N+\frac{\partial}{\partial y}c_y N+\frac{\partial}{\partial \sigma}c_\sigma N+\frac{\partial}{\partial \theta}c_\theta N=\frac{\partial S}{\partial \sigma}$$

O primeiro termo do lado esquerdo da equação representa a taxa de variação da densidade de ação no tempo. O segundo e o terceiro termo indicam a propagação da densidade de ação no espaço geográfico (com velocidades de propagação cx e cy no plano x,y, respectivamente). O quarto termo trata da variação das frequências relativas devido às mudanças de profundidade e devido à presença de correntes (com velocidade de propagação cσ). O quinto termo, por sua vez, representa a refração induzida pelas variações de profundidade e de corrente (com velocidade de

propagação cθ). O termo fonte S(σ,θ) representa os efeitos de geração, dissipação e interações não-lineares onda-onda.

A integração da equação é implementada no SWAN com um esquema de diferenças finitas em cinco dimensões: tempo, espaço geográfico (direções x e y) e espaço espectral (frequência e direção). A propagação da agitação marítima, nos modos estacionário ou não-estacionário, nos espaços geográfico e espectral, é realizada utilizando esquemas numéricos implícitos. A região de estudo pode ser descrita com coordenadas cartesianas ou esféricas, utilizando uma grade retangular ou curvilinear.

Para o sistema de modelos implementado, cinco grades numéricas foram criadas para os cálculos dos processos de geração e propagação de ondas: uma de domínio Global, uma de domínio Atlântico Sul, uma de domínio Costa do Brasil, correspondentes ao modelo WAVEWATCH III, assim como uma para a Costa do Brasil e outra para o Estado de Santa Catarina, correspondentes ao modelo SWAN.

4.4.2.2 Validação do Modelo Numérico

Para avaliar o desempenho do modelo de geração e propagação utilizado foi realizada a reconstrução de uma série temporal de parâmetros de ondas nas coordenadas geográficas do ponto de medição de dados de onda em águas rasas.

Para a calibração do modelo, foram utilizados dados medidos in situ entre os dias 06/09/2021 e 06/12/2021, a partir do fundeio de um ADCP na enseada de Balneário Camboriú, a aproximadamente 8m de profundidade, fixado a uma estrutura de sustentação, com os sensores voltados para cima (upward-looking).

Na Figura 130 (à esquerda) é apresentado do gráfico Q-Q gerado a partir dos dados medidos e modelados. Este é um método gráfico para comparar duas distribuições de probabilidade, traçando seus quantis uns contra os outros. Se as duas distribuições que estão sendo comparadas são semelhantes, os pontos no gráfico Q-Q vão repousar na linha y = x, aproximadamente. Se as distribuições são

linearmente relacionadas, os pontos no gráfico Q-Q irão repousar em uma linha, aproximadamente, mas não necessariamente na linha y = x.

Ainda na Figura 130 (à direita) é apresentada a curva de probabilidade acumulada (ou probabilidade de não superação) dos dados medidos e modelados.

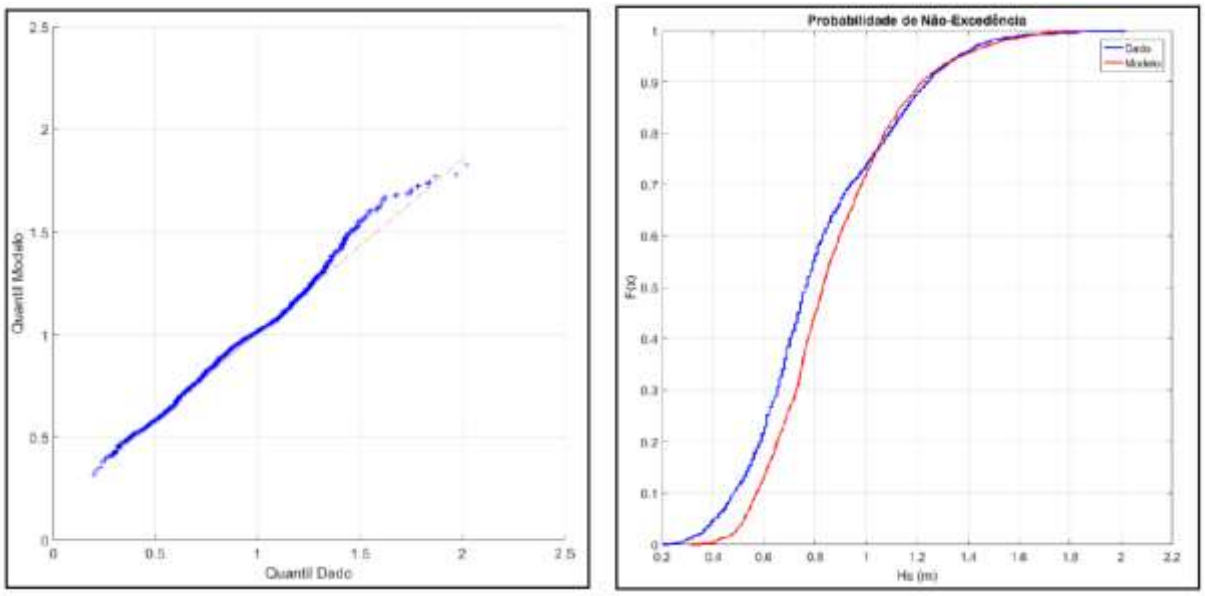


Figura 130: Diagrama Q-Q dos dados medidos e modelados (esquerda). Probabilidade d não superação da variável altura significativa, dos dados medidos e modelados (direita). Fonte: CARUSO (2022).

Conforme pode ser observado, os padrões de evolução temporal dos parâmetros de onda gerados pelo sistema de modelos numéricos implementado coincidem de maneira satisfatória com os padrões deevolução daqueles parâmetros medidos pelo ADCP, validando o procedimento adotado e dando confiabilidade aos resultados.

2.5.3 Resultados e Discussões

Os dados de ondas foram processados em ambiente Matlab®, através do uso de rigorosas rotinas atualizadas cientificamente. Os estudos foram realizados entre 06/12/2021 e 31/10/2022. Neles, foi possível identificar a cada mês, o(s) evento(s) mais energético(s) na área da jazida como segue:

· 27/01/2022: altura significativa máxima de 3,5 metros com direção de SE;

· 12/03/2022: altura significativa máxima de 2,5 metros com direção de SE;

· 22/03/2022: altura significativa máxima de 2,5 metros com direção de E;

· 13/04/2022: altura significativa máxima de 1,8 metros com direção de SE;

· 14/04/2022: altura significativa máxima de 2,5 metros com direção de SE;

· 03/05/2022: altura significativa máxima de 4,0 metros com direção de ESE;

· 10/06/2022: altura significativa máxima de 2,0 metros com direção de SE;

· 15/07/2022: altura significativa máxima de 2,0 metros com direção de E;

· 10/08/2022: altura significativa máxima de 6,0 metros com direção de SE;

· 19/09/2022: altura significativa máxima de 2,5 metros com direção de ESE;

· 31/10/2022: altura significativa máxima de 4,0 metros com direção de SE;

Os meses de verão, principalmente janeiro e fevereiro de 2022, não teve ocorrência de eventos extremos na região, já esperado para estes meses. No mês de maio houve a passagem da tempestade subtropical Yakecan, um ciclone subtropical que durante o seu trajeto, o que explica as grandes alturas identificadas pelo modelo. O ciclone passou pela região Sul do Brasil, mais especificamente no Rio Grande do Sul e chegou com menos força no estado de Santa Catarina, onde retornou ao mar. Os meses de junho, julho, setembro e outubro de 2022 não apresentaram ondulações muito energéticas, apenas passagens de sistemas frontais. O mês de agosto foi o mês no qual observou-se a ocorrência do evento mais energético de ondas no ano de 2022 (de janeiro até agosto).

Por fim, os estudos da hidrodinâmica mostraram que a jazida, por estar suficientemente afastada da costa, também não provoca qualquer alteração

significativa e identificável nos padrões de incidência de ondas e hidrodinâmica no interior da enseada de Balneário Camboriú, assim o mesmo efeito pode ser esperado para Itapema. A seguir seguem as figuras com o instante de tempo em que foram identificados os piores casos para a região (Figura 131 Figura 140).

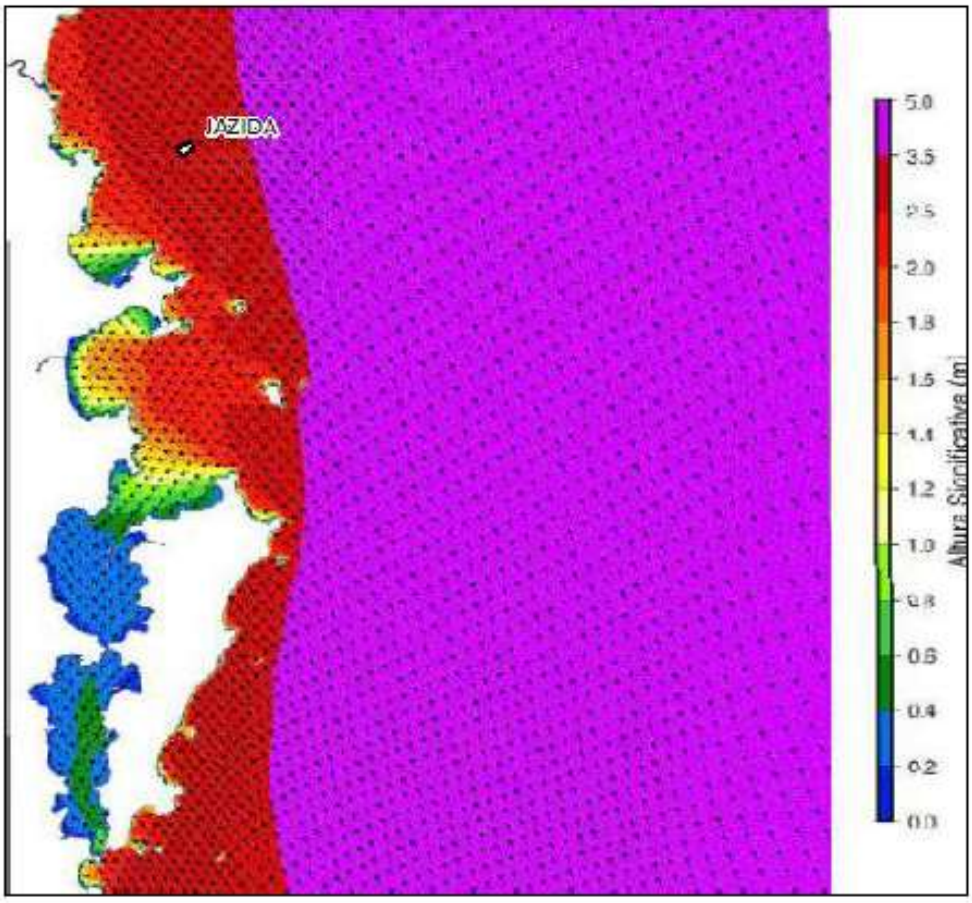


Figura 131: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 27/01/2022. Fonte: CARUSO (2022).

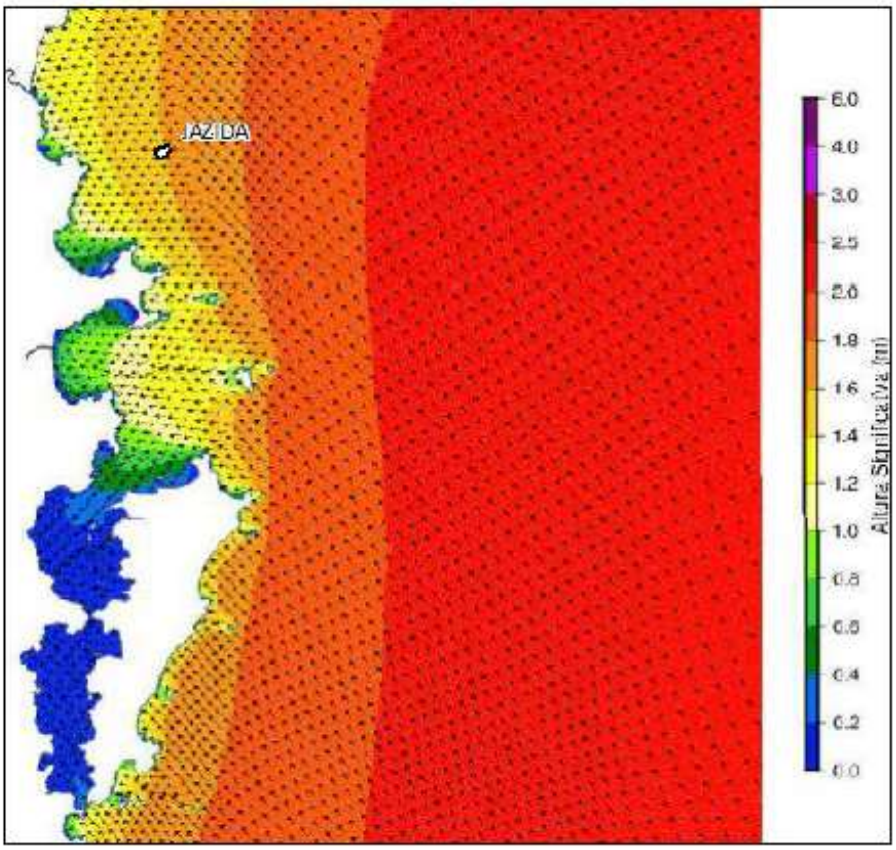


Figura 132: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 07/02/2022. Fonte: CARUSO (2022).

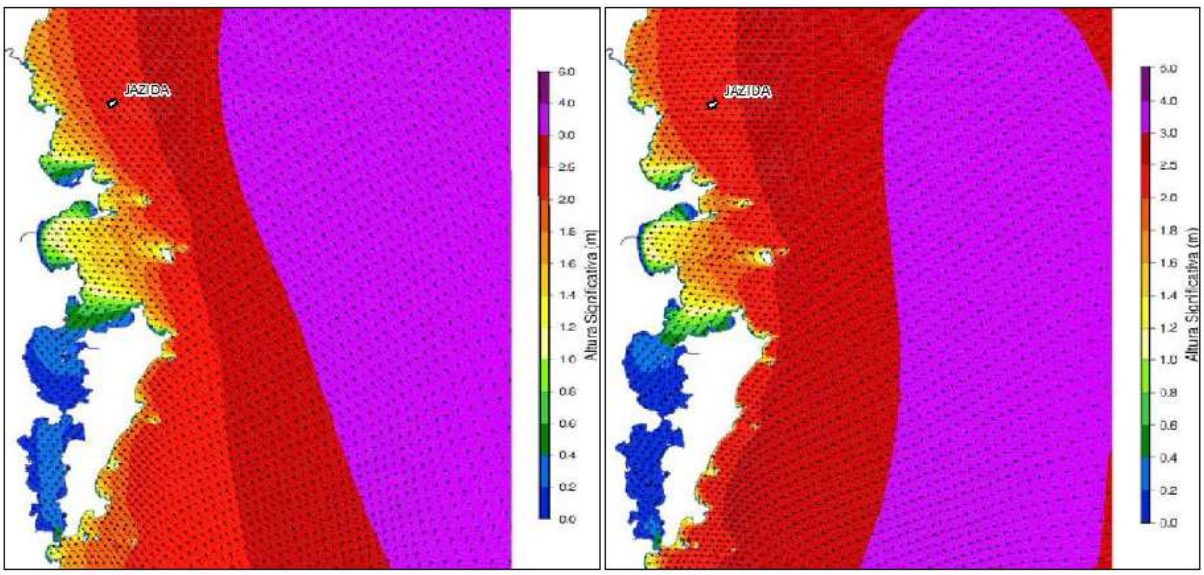


Figura 133: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 12/03/2022 (esquerda) e 22/03/2022 (direita). Fonte: CARUSO (2022).

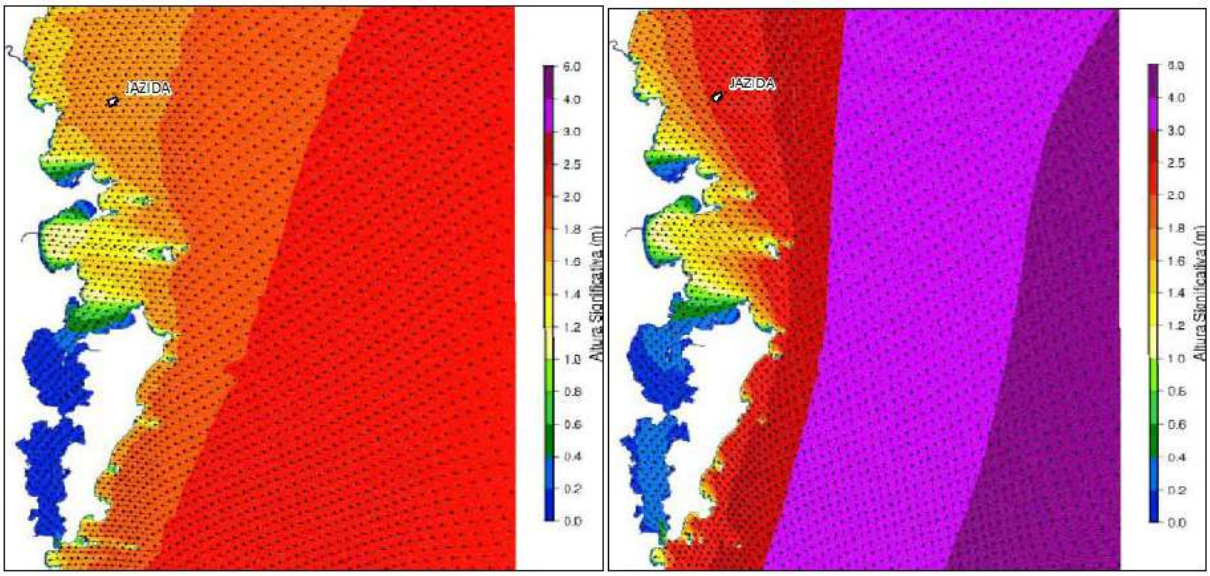


Figura 134: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 13/04/2022 (esquerda) e 14/04/2022 (direita). Fonte: CARUSO (2022).

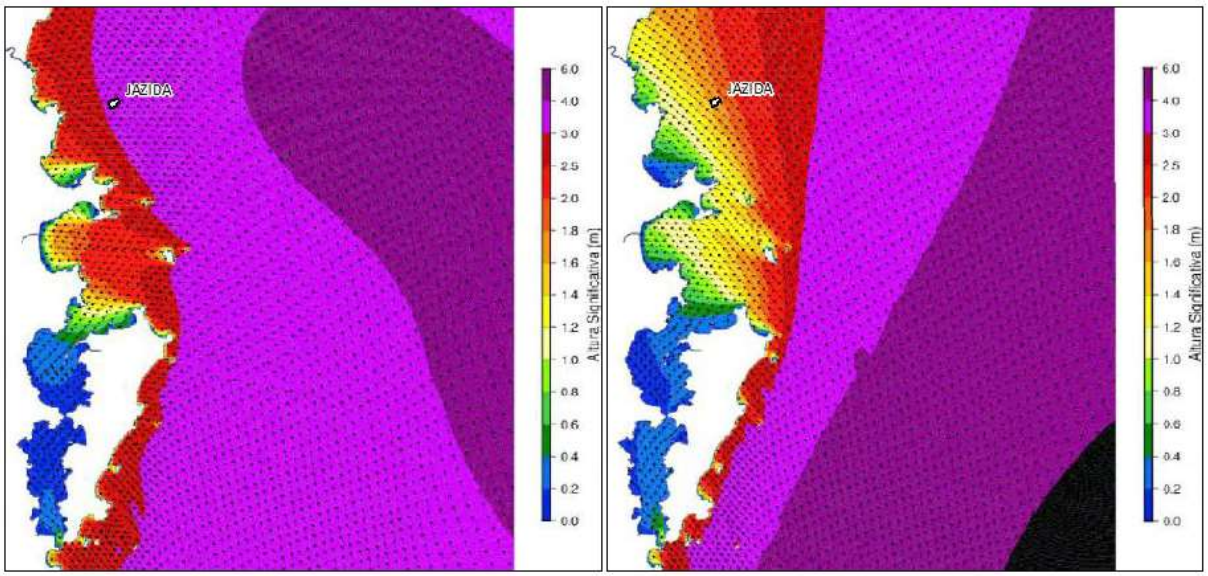


Figura 135: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 03/05/2022 (esquerda) e 18/05/2022 (direita). Fonte: CARUSO (2022).

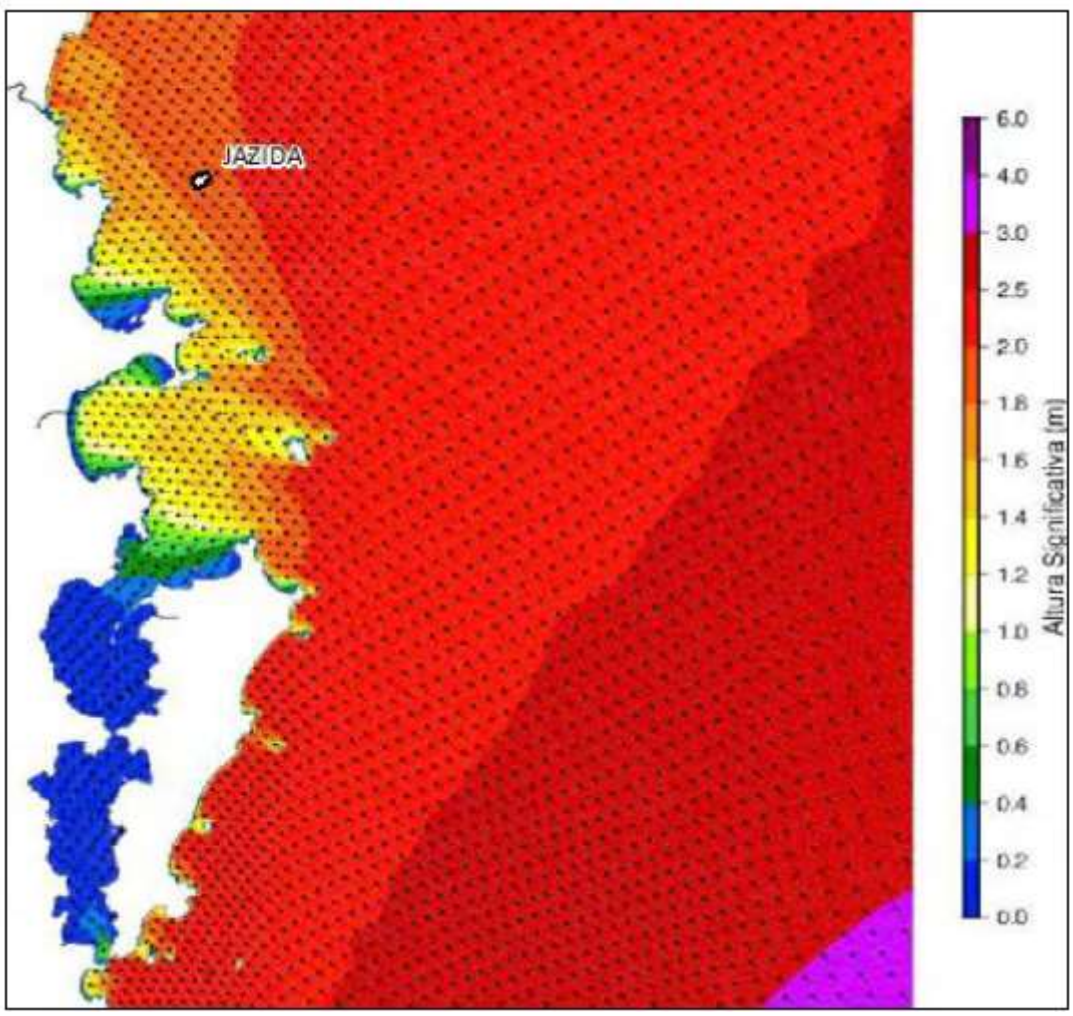


Figura 136: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 10/06/2022. Fonte: CARUSO (2022).

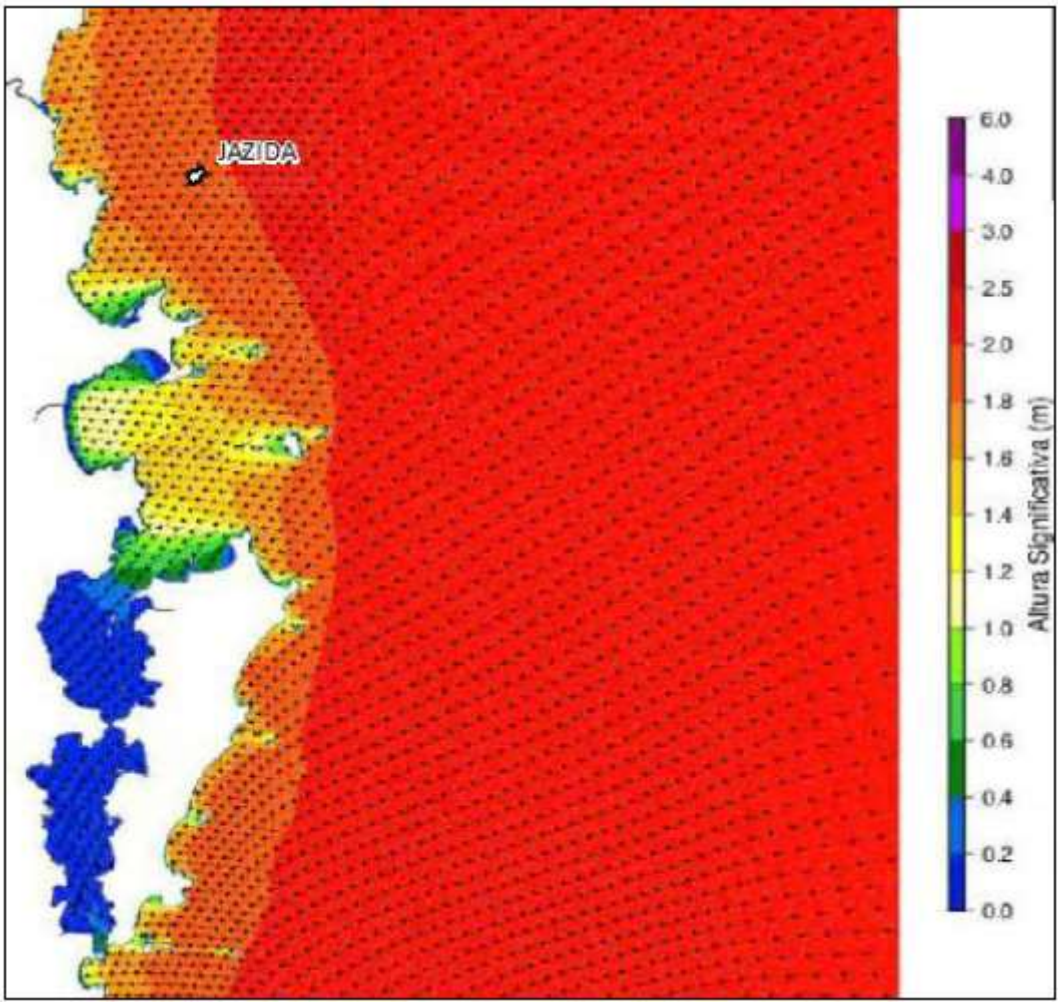


Figura 137: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 15/07/2022. Fonte: CARUSO (2022).

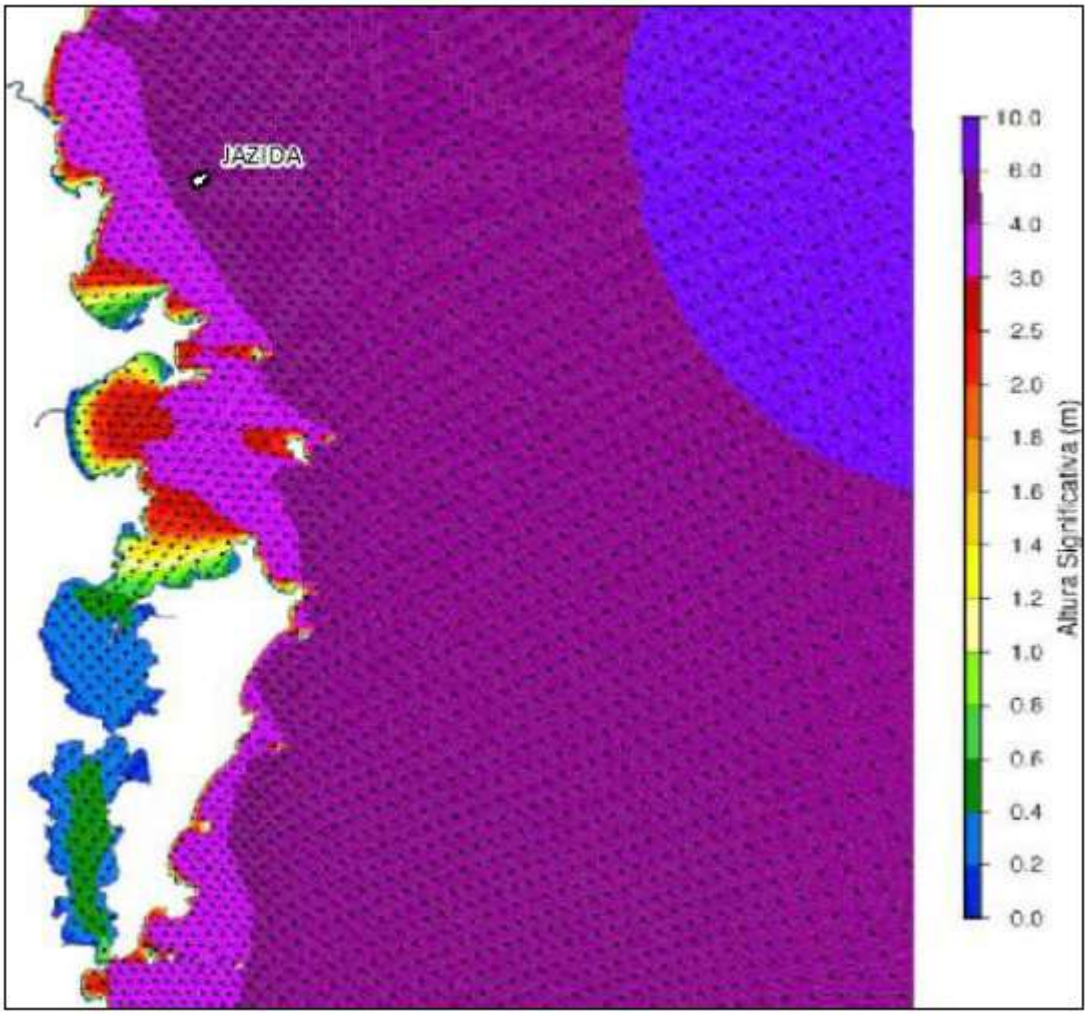


Figura 138: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 10/08/2022. Fonte: CARUSO (2022).

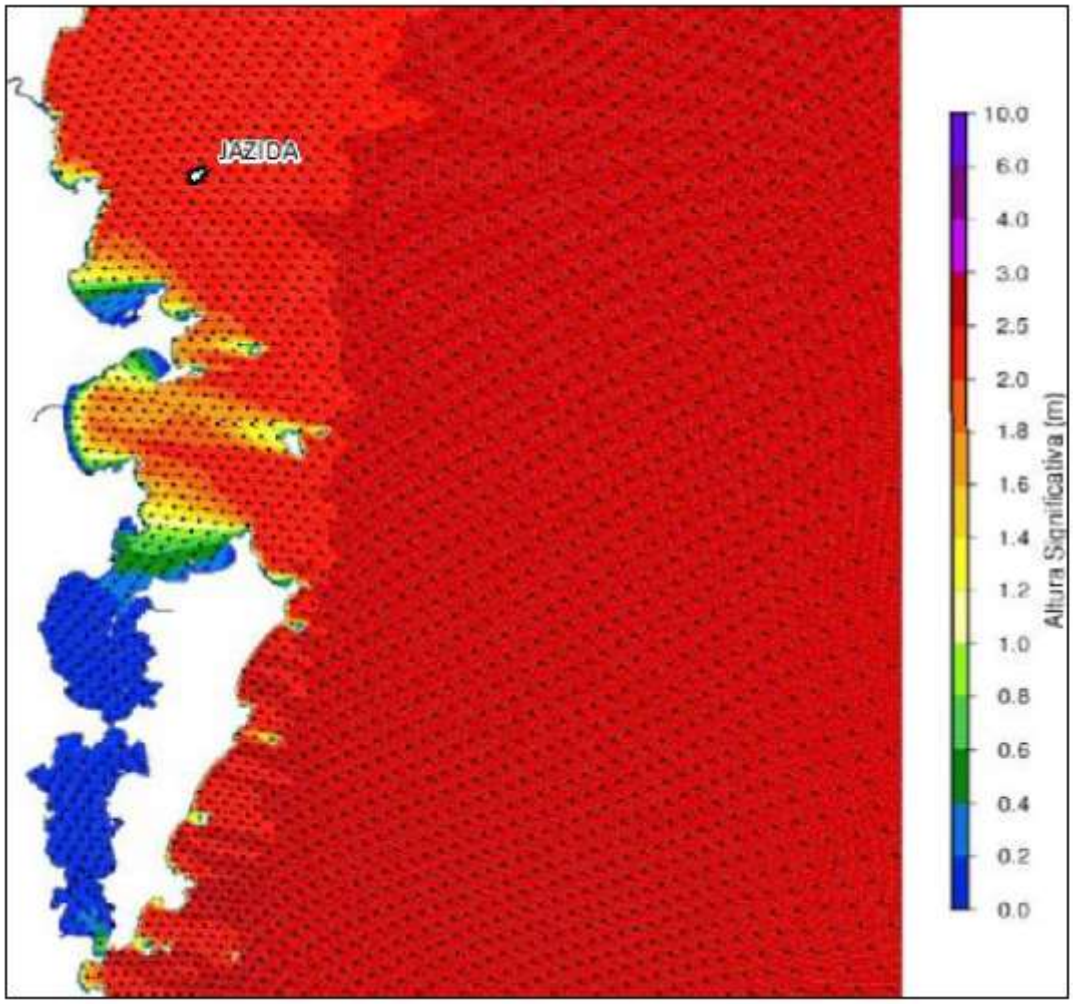


Figura 139: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 19/09/2022. Fonte: CARUSO (2022).

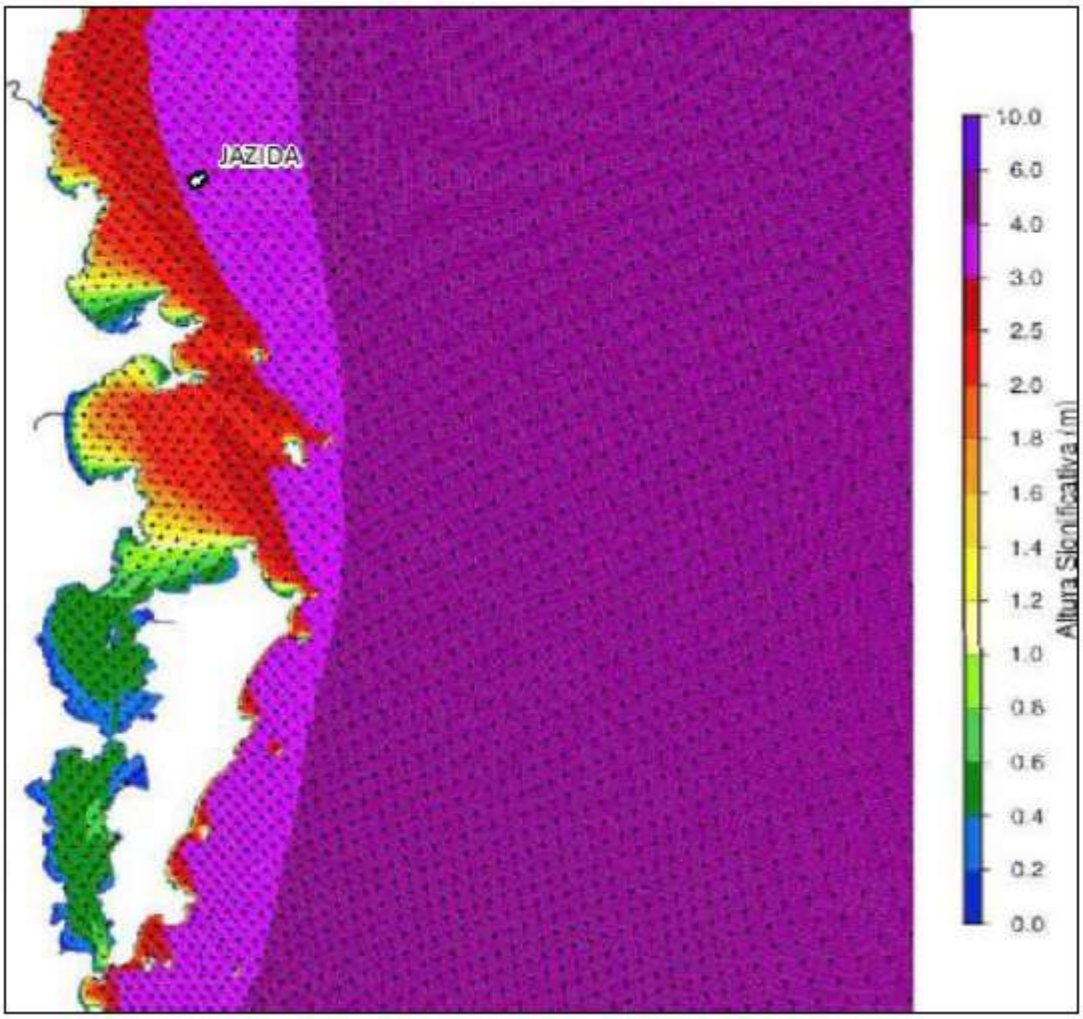


Figura 140: Campo instantâneo de altura significativa e direção de pico extraída da malha de cálculo Estado de Santa Catarina, do modelo SWAN, para o pico do maior evento observado no dia 31/10/2022. Fonte: CARUSO (2022).

4.5 CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS E BATIMETRIA DA JAZIDA SEDIMENTAR DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

Neste item são apresentados dados primários atualizados da jazida sedimentar de Balneário Camboriú, os quais constam integralmente no estudo elaborado pela empresa SEACARUSO, denominado "*Estudo Técnico. Caracterização da Jazida de Balneário Camboriú para Utilização na Engorda da Praia de Itapema/SC"*, versão julho/2024.

Para isso, foram conduzidas coletas de testemunhos sedimentares utilizando sondagens Vibracore, com o objetivo de caracterizar a composição do pacote sedimentar na área da jazida.

Posteriormente, foi realizado um levantamento batimétrico para a caracterização morfológica do leito marinho, determinando as profundidades na área de exploração da jazida arenosa.

A seguir, são apresentados os resultados obtidos.

4.5.1 COLETA DE SEDIMENTOS VIBRACORER

A técnica de alargamento artificial da faixa de areia é uma solução viável para mitigar alterações morfológicas ao longo do litoral e a compatibilidade dos sedimentos entre as praias e as jazidas oceânicas é essencial para o sucesso dessa técnica; para tanto, foram realizadas análises granulométricas, teores de carbonato e matéria orgânica nas amostras coletadas da jazida, visando a comparação com as características dos sedimentos da praia.

4.5.1.1 Metodologia

Utilizando a metodologia *Vibracore*, foram feitas sondagens em 10 pontos com um sistema vibratório para penetração dos tubos no leito marinho. A metodologia de

amostragem foi a mesma utilizada em 2019. Para o levantamento foram necessárias embarcações que auxiliaram no manuseio e posicionamento do equipamento.

O equipamento utilizado para a realização das coletas foi o Vibracore modelo SEAE CV-450 produzido na Austrália, da marca SEAS Offshore (Figura 141). Este equipamento é um sistema altamente eficiente podendo ser configurado para diferentes condições ambientais, ideal para ser utilizado em embarcações de médio porte, possibilitando sondagens desde profundidades ultra rasas como estuários e zonas costeiras até profundidade de 200m. O comprimento do core e de 4,40 metros, com três pernas de estabilização com 120°.

Alguns registros fotográficos da operação de sondagem Vibracore realizadas no presente estudo estão presentes na Figura 142.



Figura 141: Sistema de Vibracorer utilizado na coleta de sedimentos. Fonte: SEACARUSO, 2024.

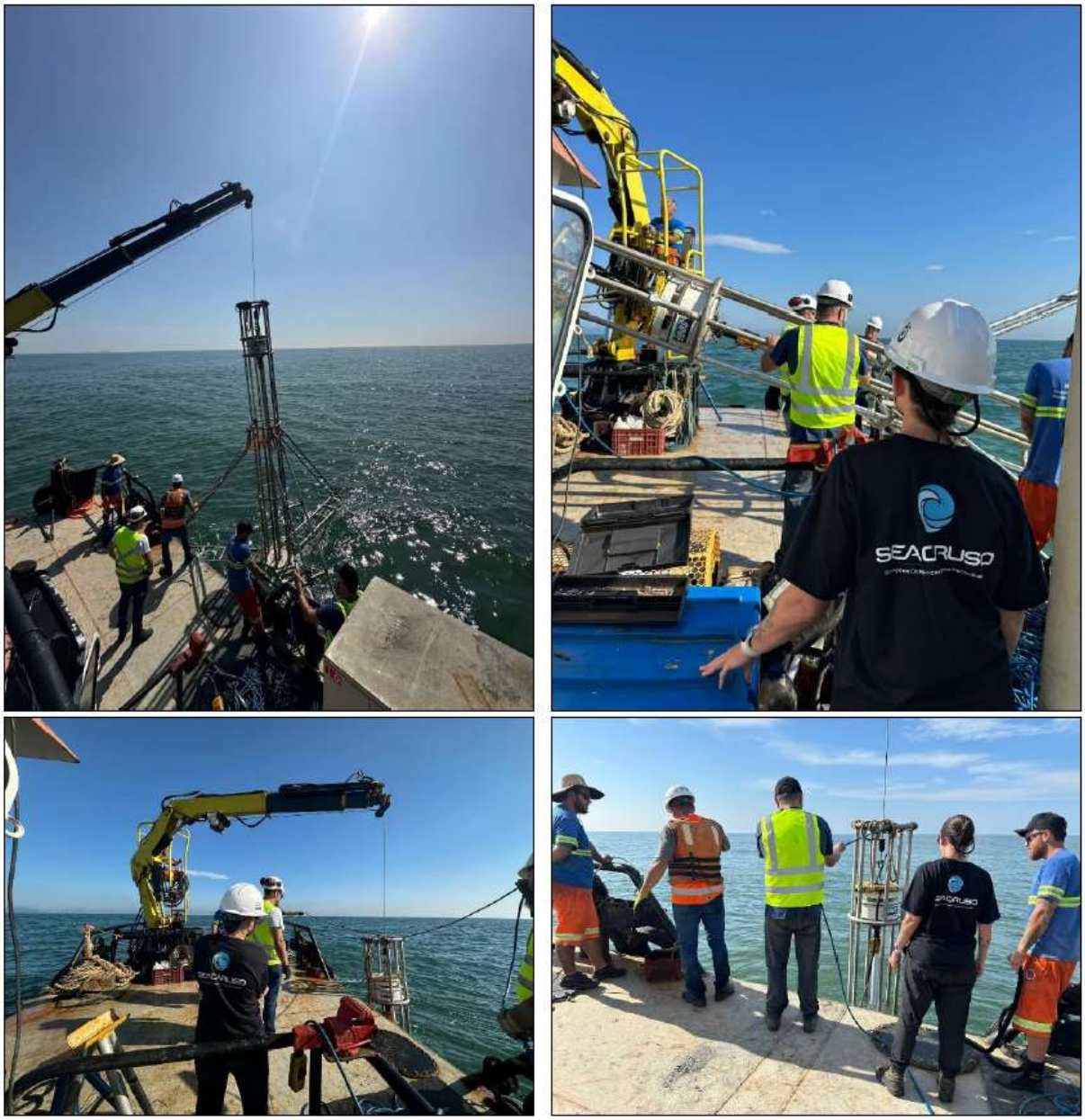


Figura 142: Registros fotográficos da operação de sondagem Vibracore realizada em maio de 2024.
Fonte: SEACARUSO, 2024.

Foram programadas sondagens com Vibracore em 10 pontos no interior da jazida sedimentar. Embora os tubos (core) empregados tivessem 4,40 metros de comprimento, o objetivo de penetração foi de 3,00 metros ou até o ponto impenetrável.

Após a operação de inserir o tubo até cessar a penetração, ele é içado novamente para a embarcação. Na sequência, as seções foram fracionadas a bordo em partes

de, aproximadamente, um metro e devidamente identificados e devidamente acondicionados (Figura 143).

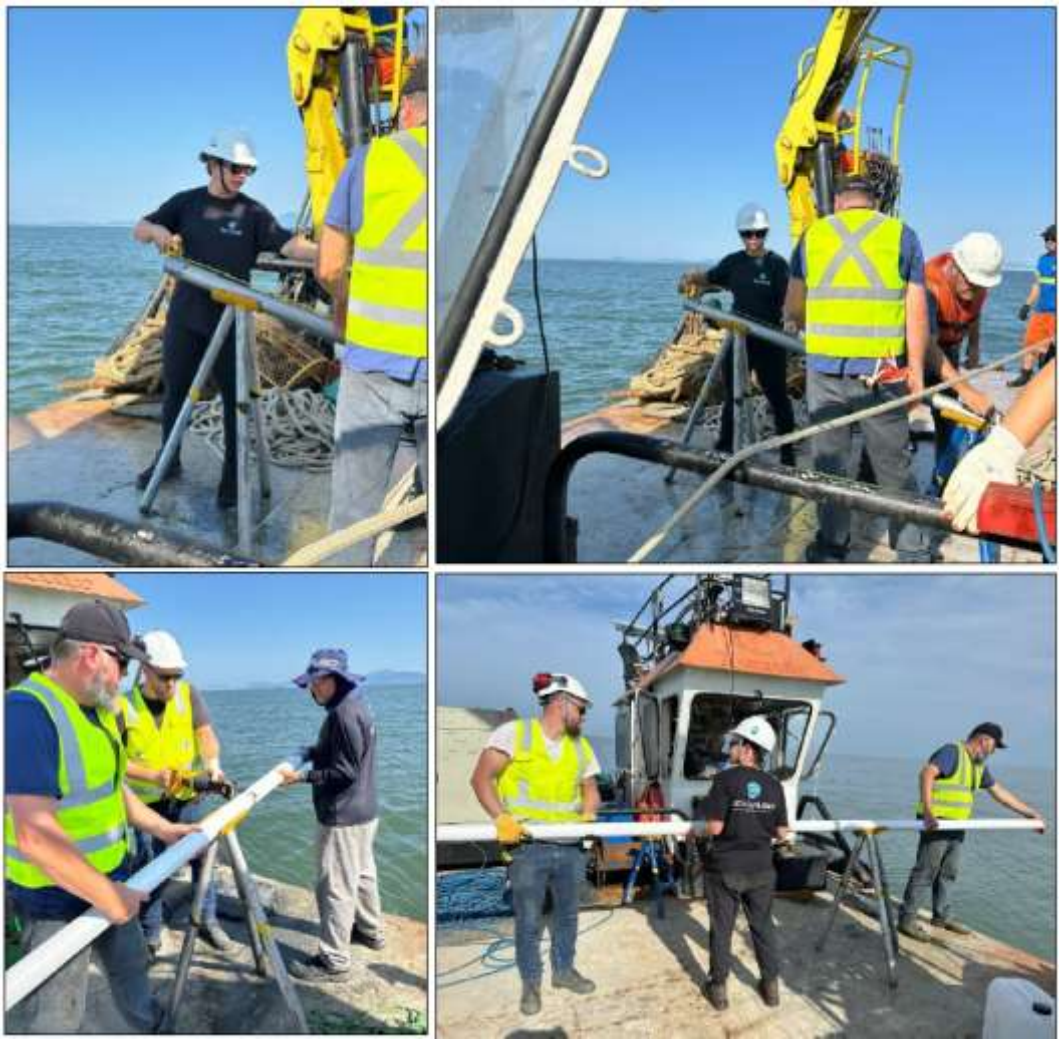


Figura 143: Registros fotográficos das seções sendo fracionadas a bordo. Fonte: SEACARUSO, 2024.

A coleta das amostras foi realizada na porção superficial e de fundo em cada tubo, totalizando 18 amostras. Em seguida, foram enviadas ao laboratório para análise do material quanto aos parâmetros apresentados na Resolução CONAMA nº 454/2012. Os pontos foram nomeados de VB-01 a VB-10, conforme coordenadas no Quadro 7.

Quadro 7: Coordenadas dos pontos da malha amostral da coleta vibracore. Fonte: SEACARUSO, 2024.

PONTO	COORDENADAS UTM 22S – DATUM SIRGAS2000	
	X	Y
VB-01	750365,18	7012783,29
VB-02	751056.13	7012694.70
VB-03	749960,30	7012615,84
VB-04	750174,13	7012216,15
VB-05	750465,81	7012387,70
VB-06	751310,33	7012586,98
VB-07	751068,60	7012481,99
VB-08	750957,73	7013096,65
VB-09	751420,33	7013288,78
VB-10	751283,74	7012912,72

A Figura 144 apresenta a espacialização dos pontos de coleta com vibracore, distribuídos no polígono da jazida sedimentar. Sendo a área da jazida dividida em “Porção Oeste” e Porção Leste”, devido a presença da anomalia magnética existente na área central, já identificada nos estudos anteriores.

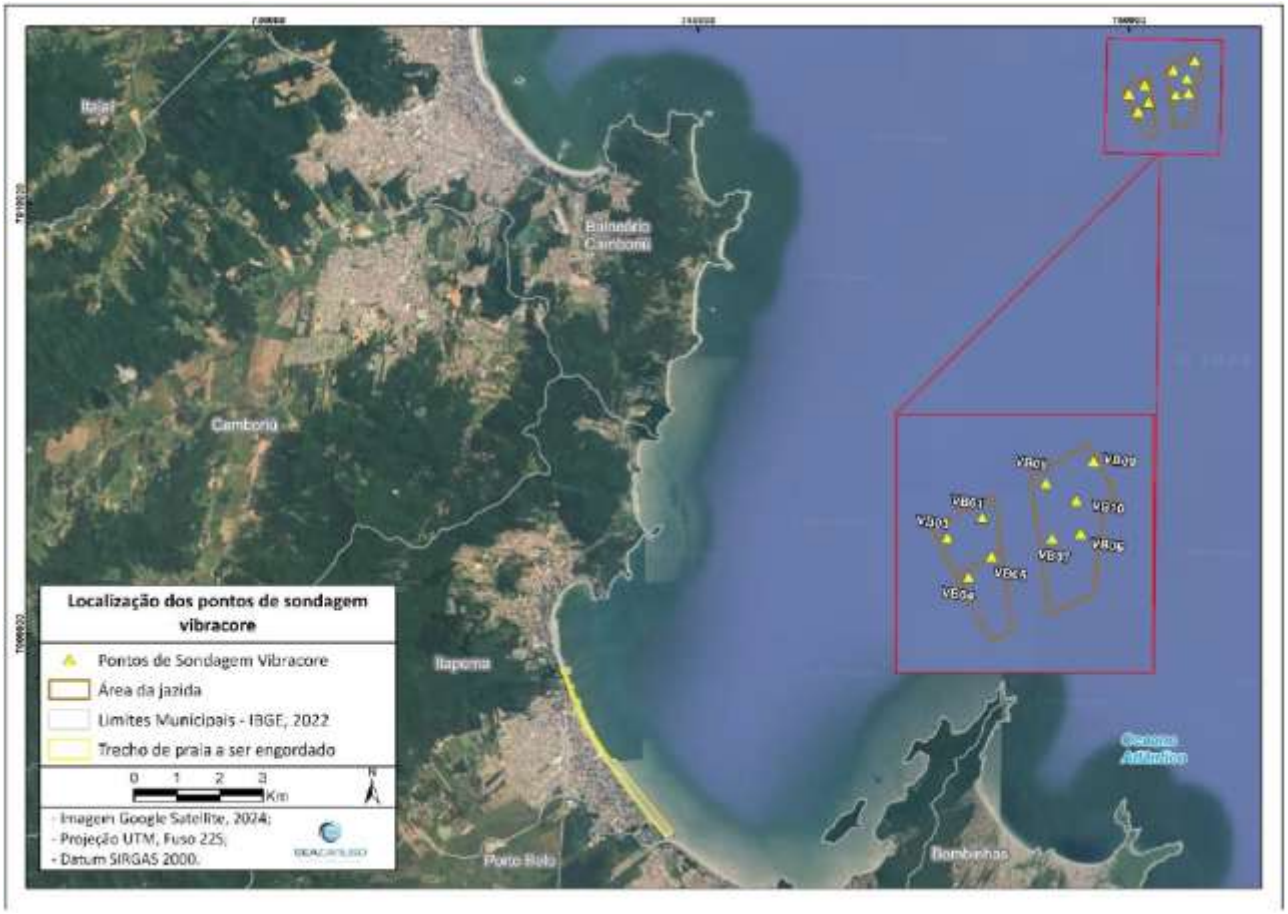


Figura 144: Espacialização da malha amostral da sondagem Vibracore realizada em 2024. Fonte: SEACARUSO, 2024.

A determinação da malha amostral para coleta dos sedimentos realizada considerou as informações existentes da subsuperfície da jazida sedimentar: levantamento sísmico e coleta de sedimentos com Vibracore (SLI, 2019); e o levantamento batimétrico (CARUSO, 2021). As informações do levantamento batimétrico pós-obra de dragagem juntamente com os refletores e testemunhos, possibilitaram analisar o aprofundamento do leito marinho nas áreas de intervenção.

No estudo elaborado pela empresa SEACARUSO, apresentado ao processo, apresentam-se a localização dos pontos amostrais da coleta de Vibracore realizados em 2024, contraposta aos perfis batimétricos obtidos com o levantamento pós-obra realizado em 2021.

Com objetivo de aumentar a espacialização da malha amostral, também foram considerados os testemunhos geológicos coletados em 2019. Para tal, foi necessário descontar a porção de substrato marinho escavado pela dragagem em 2021. Para realização desta análise, a localização dos pontos de Vibracore executados em 2019 foram plotados em uma grade de elevação obtida através da batimetria realizada em 2021 (pós-obra). O passo seguinte foi analisar a profundidade inicial de sondagem de Vibracore executada em 2019 (Quadro 8) e subtrair a profundidade atual.

Os resultados obtidos na coluna “Aprofundamento” foram descontados do topo dos testemunhos coletados em 2019. Cabe ressaltar que a área de localização dos pontos 2019-VB-01 e 2019-VB-02 não sofreu intervenções na dragagem, e, portanto, a diferença de profundidade foi desconsiderada.

O objetivo de descontar o pacote dragado é ter conhecimento das camadas sedimentares ainda existentes na área da jazida, assumindo que, abaixo desta profundidade, as camadas não sofreram alterações. Tal metodologia gera uma cobertura maior dos pacotes sedimentares abaixo do leito marinho, sendo possível, refinar a análise da jazida.

Quadro 8: Análise de profundidade inicial de sondagem de 2019 pós-obra. Fonte: SLI, 2019.

VIBRACORE 2019			
Ponto	Profundidade (metros) 2019 - Pré-obra	Profundidade (metros) 2024 - Pós-Obra	Aprofundamento (metros)
2019-VB-01	-32,04	-32,12	-0,08
2019-VB-02	-31,72	-31,95	-0,23
2019-VB-03	-32,99	-31,89	1,1
2019-VB-04	-32,68	-31,64	1,04
2019-VB-05	-33,23	-31,88	1,35
2019-VB-06	-34,26	-32,65	1,61
2019-VB-07	-35,15	-32,7	2,45
2019-VB-08	-34,14	-33,13	1,01
2019-VB-09	-35,34	-32,7	2,64
2019-VB-10	-35,27	-32,94	2,33
2019-VB-11	-35,1	-32,82	2,28
2019-VB-12	-34,9	-33	1,9

4.5.1.2 Resultados Vibracore

As coletas de sedimento em profundidade ocorreram entre os dias 01 de maio a 05 de maio de 2024. Embora a campanha tenha sido planejada com 10 (dez) furos de sondagem, apenas 09 (nove) testemunhos foram coletados devido a problemas operacionais e condições de mar.

O Quadro 9 apresenta a profundidade inicial da sondagem com Vibracore, e a profundidade total da penetração no substrato marinho. As profundidades estão em valores negativos devido ao referencial “abaixo do nível do mar”.

Quadro 9: Profundidade inicial de sondagem (2024) em relação a penetração do testemunho. Fonte: SEACARUSO, 2024.

PONTOS	PROFUNDIDADE INICIAL DE SONDAGEM	PENETRAÇÃO DO TESTEMUNHO	PROFUNDIDADE DE PENETRAÇÃO TOTAL
VB-01	-32,95	3,62	-36,57
VB-02	-35,25	-	-
VB-03	-32,26	2,99	-35,25
VB-04	-32,28	1,66	-33,94
VB-05	-32,54	1,15	-33,69
VB-06	-35,18	3,80	-38,98
VB-07	-35,22	1,79	-37,01
VB-08	-34,25	1,90	-36,15
VB-09	-34,81	2,50	-37,31
VB-10	-34,57	3,00	-37,57

Inicialmente, foi realizada classificação táctil visual no decorrer dos nove testemunhos coletados na campanha do Vibracore. A primeira etapa dessa classificação deu-se pela definição dos limites de cada pacote/camada sedimentar de acordo com e textura. Para auxiliar a identificação, foram utilizados alfinetes, pois proporcionam melhor sensibilidade de acordo com a resistência de penetração no sedimento (mais grossos ou finos). A segunda etapa foi a observação da coloração a escala de Munsel, da seleção dos grãos, presença de conchas fragmento de conchas, matéria orgânica e ocorrência de pelotas de lama e argila.

A Figura 145 apresenta as informações compiladas das camadas sedimentares observadas através da análise táctil visual nos testemunhos. Os testemunhos VB-01, VB-03, VB-04 e VB-05 foram coletados na porção oeste da jazida, e os demais foram coletados na porção leste.

A classificação sedimentar dos testemunhos com análise táctil visual é apresentada na integra no Apêndice 1 do estudo elaborado, através do log de sondagem. O percentual de carbonato, matéria orgânica, e distribuição granulométrica são apresentados em laudos emitidos através de laboratório de análise, anexo ao estudo da empresa SEACARUSO.

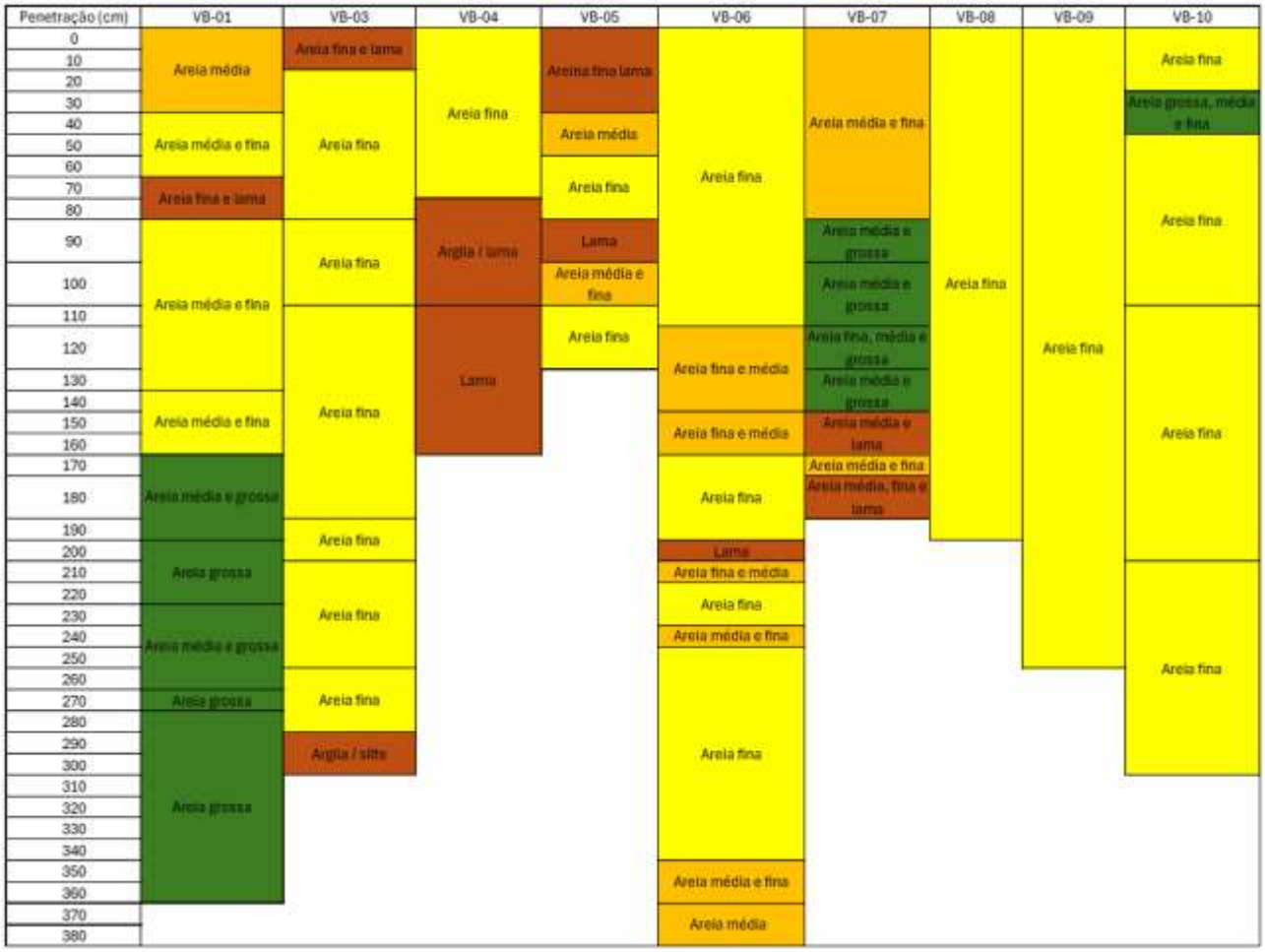


Figura 145: Classificação camadas sedimentares dos testemunhos coletados em maio de 2024.

Nas análises tácteis visuais, pode-se observar uma camada de areia grossa no VB-01 a uma profundidade de penetração de 1,70 metros, sendo também observada camada de areia grossa no ponto VB-07 de 0,80 até 1,40 metros de penetração (referenciadas ao leito marinho). O Quadro 10 apresenta as camadas de areia grossa referenciando a profundidade total considerando a coluna d'água e a profundidade de penetração.

Quadro 10: Profundidade das camadas de areia grossa.

CAMADA DE AREIA GROSSA – PROFUNDIDADE TOTAL		
Ponto	**Profundidade da camada de areia grossa (metros)**	**Profundidade total (metros)**
VB-01	1,70	-34,75
VB-07	0,80	-33,08

Os testemunhos coletados nesta campanha foram analisados em comparação com os de 2019 de acordo com a proximidade e posição da jazida. Para garantir o entendimento, os testemunhos coletados em 2019 foram nomeados com a seguinte codificação: “2019-VB-XX”. A Figura 146 apresenta a distribuição dos testemunhos das duas campanhas na “Jazida Oeste” e a Figura 147 apresenta a comparação entre eles.

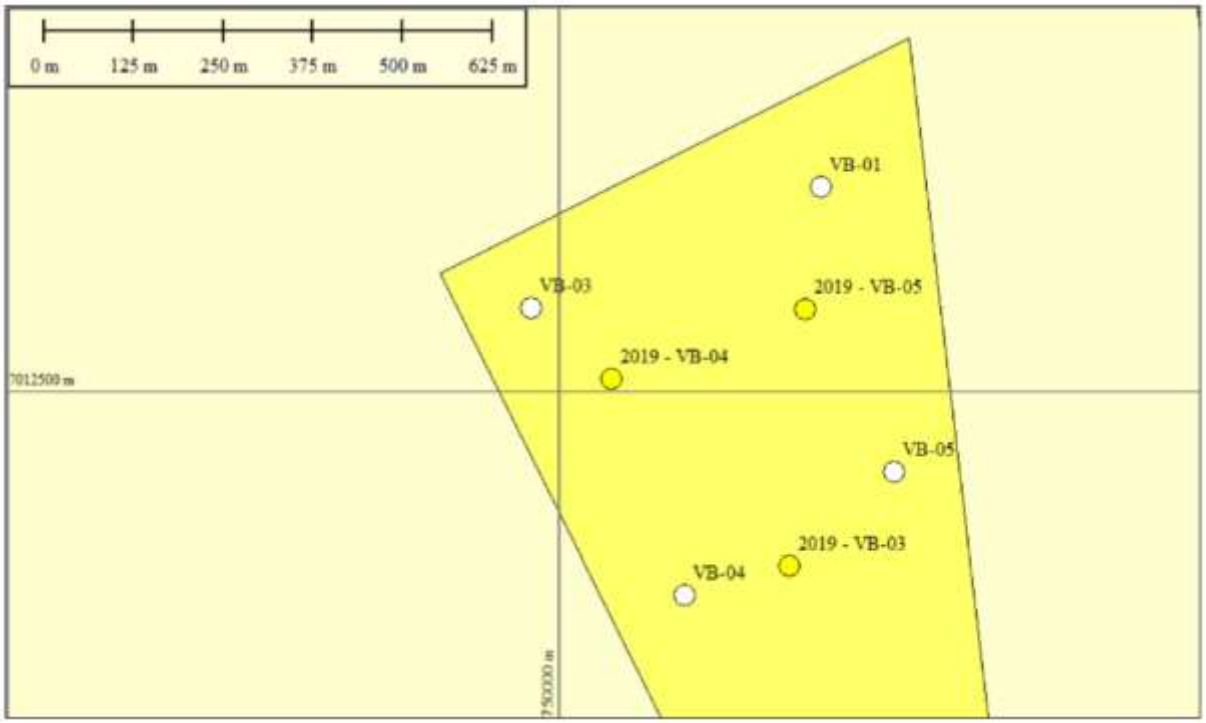


Figura 146: Espacialização dos pontos de Vibracore da amostragem de 2019 e de 2024 da porção da jazida oeste. Fonte: SEACARUSO, 2024.

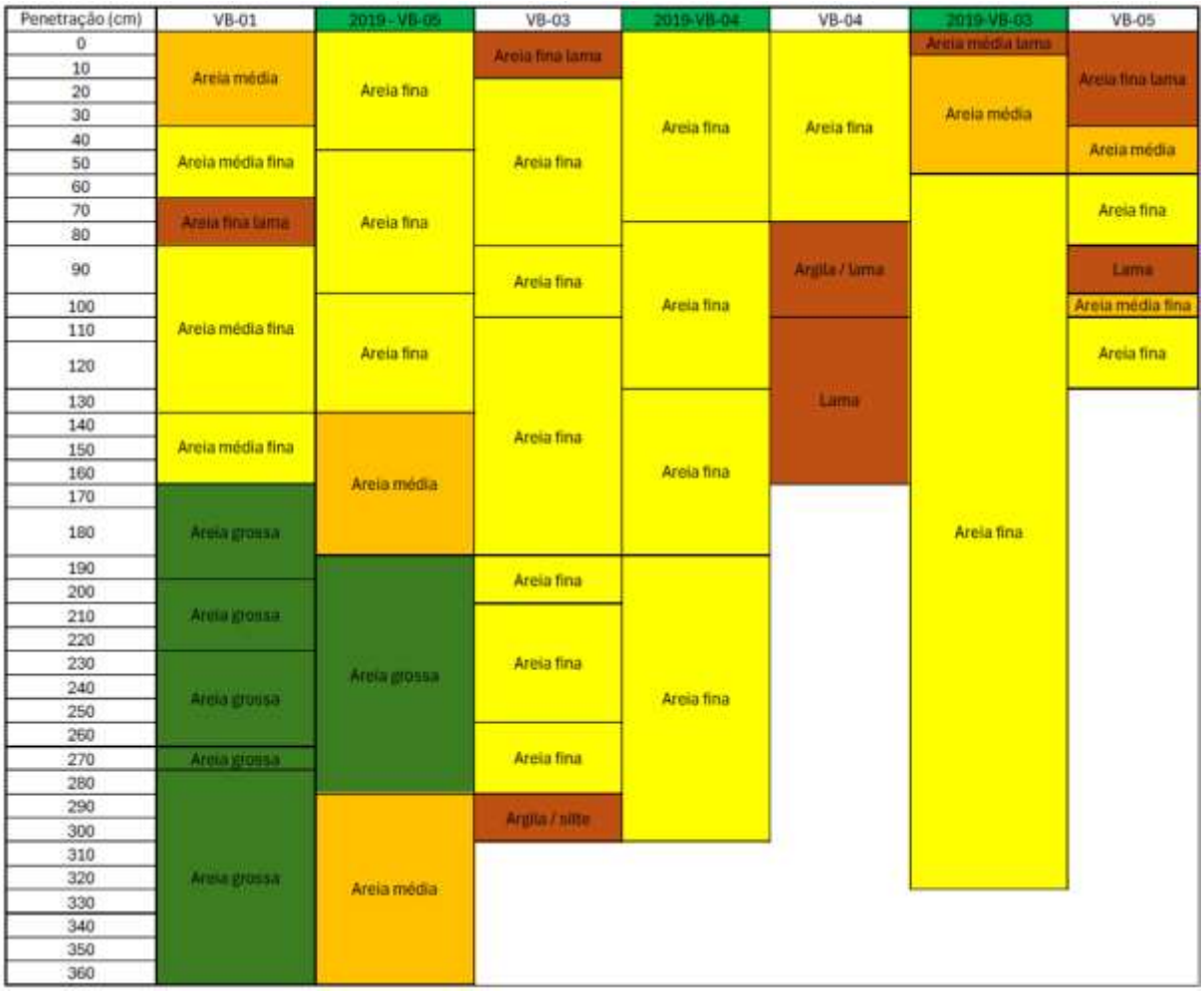


Figura 147: Comparação dos testemunhos da amostragem de 2019 e de 2024 da porção oeste da jazida. Fonte: SEACARUSO, 2024.

Na comparação dos testemunhos localizados na porção oeste, pode-se observar no ponto 2019-VB-05, localizado próximo ao ponto VB-01, o início da camada de areia grossa a 1,80 metros abaixo do leito marinho (profundidade total de -35,03 metros). A distância aproximada entre os testemunhos foi de 172 metros. Nos pontos VB-03 e 2019-VB-04 foram identificados apenas camadas sedimentares de areia fina.

O ponto VB-04 apresentou uma camada de lama abaixo de 0,80 metros (-33,08 metros de profundidade total), já o ponto 2019-VB-03, a camada de lama foi observada na superfície. O ponto VB-05 apresentou camadas sedimentares mal selecionada, com camadas de lama na superfície a 0,90 metros de penetração.

A distribuição espacial dos pontos localizados na jazida leste comparados com os pontos coletados em 2019, estão apresentados na Figura 148. A Figura 149 apresenta os perfis das camadas sedimentares observadas nos testemunhos.

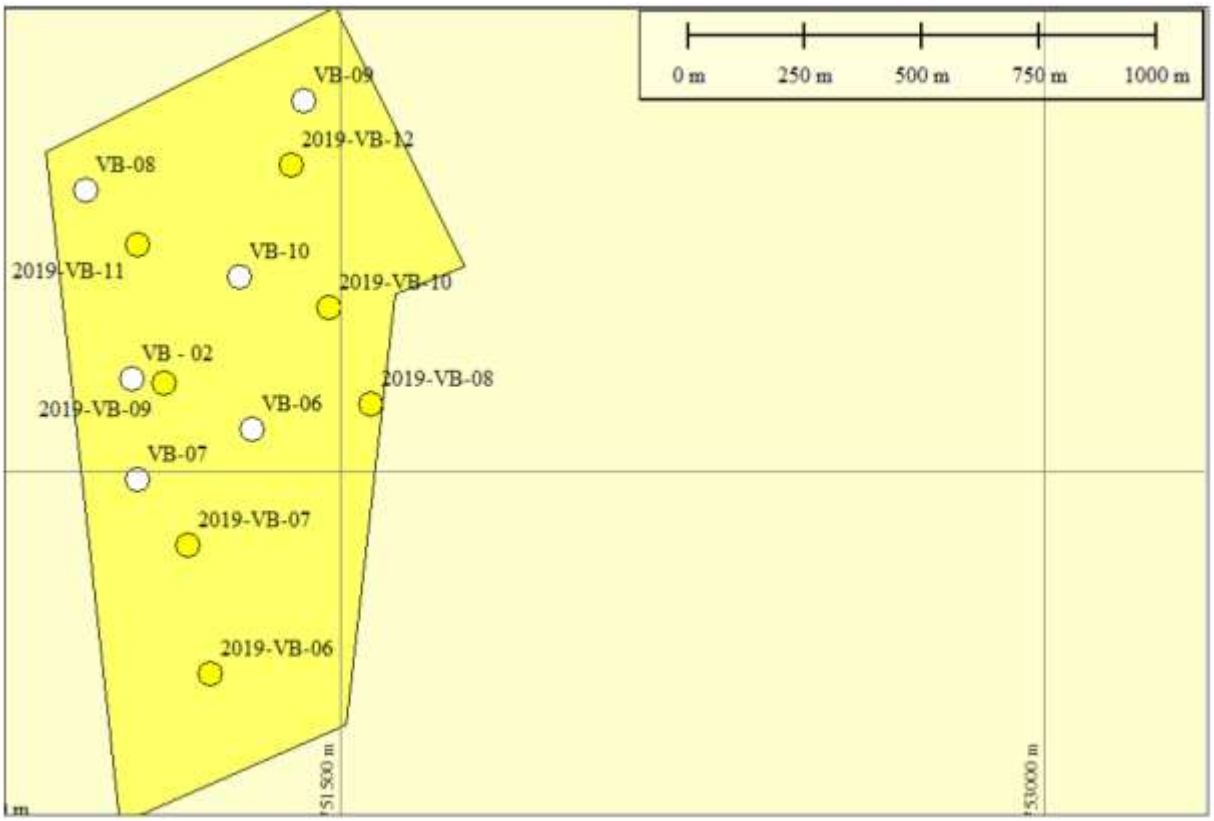


Figura 148: Espacialização dos pontos de Vibracore da amostragem de 2019 e de 2024 da porção leste da jazida. Fonte: SEACARUSO, 2024.

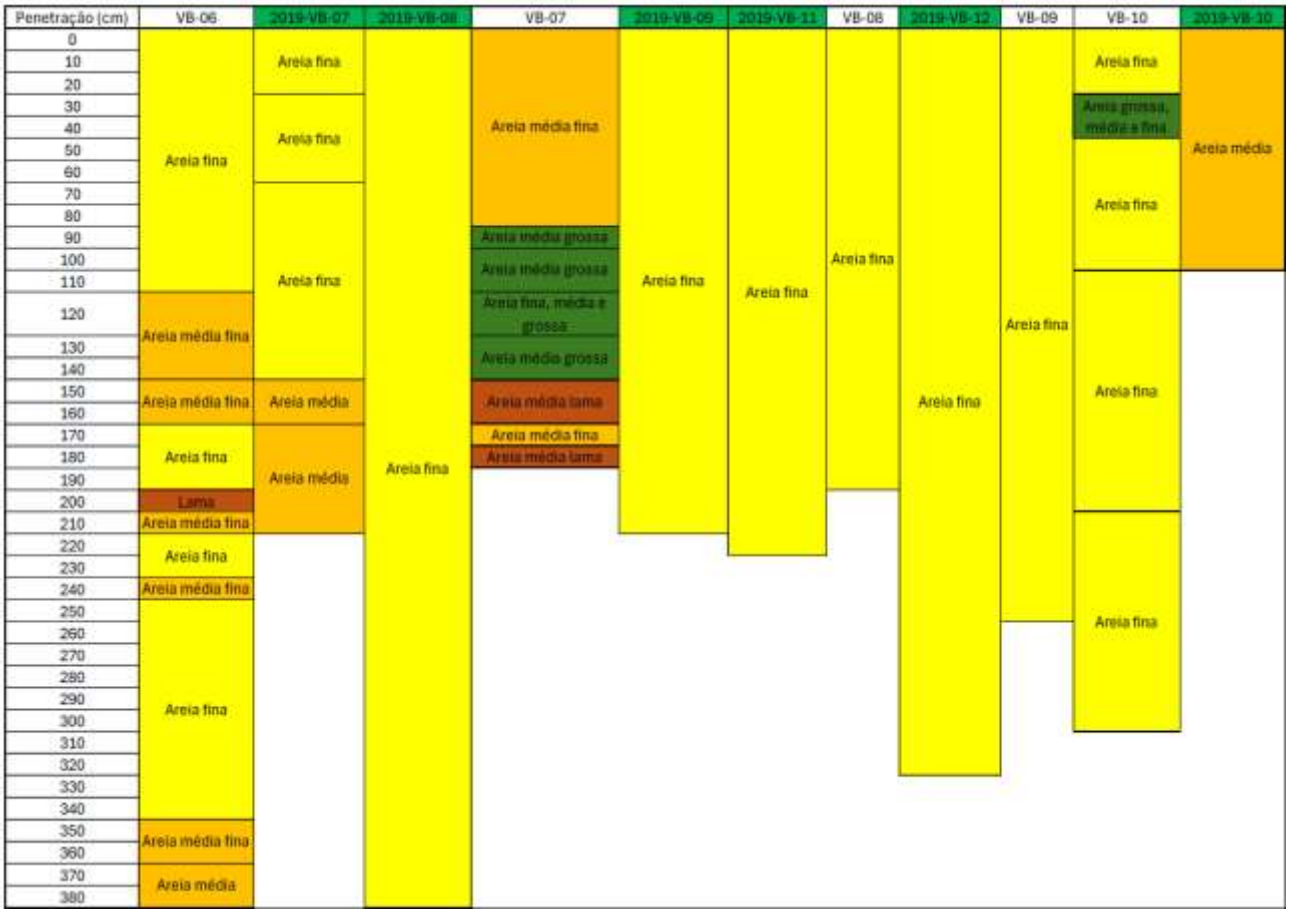


Figura 149: Comparação dos testemunhos da amostragem de 2019 e de 2024 da porção leste da jazida. Fonte: SEACARUSO, 2024.

A porção leste da jazida apresentou camadas sedimentares mais homogêneas, com exceção dos testemunhos VB-06 e VB-07 onde foi observada areia média fina e areia média grossa, respectivamente, a partir da cota de 0,80 metros de penetração (-36,02 metros de profundidade total). No ponto VB-10 foi observado uma camada de 0,20 metros de pacote mal selecionado. Reitera-se que próximo ao local do VB-10 encontra-se o 2019-VB-10, que teve pouca penetração e apresentou características de areia média em toda a sua extensão.

Os pontos VB-08, VB-09, 2019-VB-11 e 2019-VB-12 localizados ao norte da porção leste da jazida apresentaram pacotes sedimentares homogêneos composto predominantemente por areia fina, se constituindo com características favoráveis para utilização na alimentação artificial da Praia de Itapema, objeto do presente estudo.

No capítulo do Projeto de Dragagem, apresentado em item subsequente do presente estudo, demonstrará uma análise completa do composite dos testemunhos sedimentares coletados, com a finalidade de fornecer subsídios técnicos para a determinação da porção da jazida com as características ideais para se utilizar na obra de engorda da Praia de Itapema/SC.

4.5.1.2.1 Análises Laboratoriais

As análises laboratoriais foram realizadas pelo laboratório Acquaplant, certificado pela Norma ISO/IEC 17.025 e com acreditação no Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA). A coleta do material sedimentar foi realizada e foram devidamente armazenados em sacos plásticos identificados com lacres numerados e acondicionadas dentro de caixas termo isolantes conforme norma ABNT NBR: 9898:1987 para o envio ao laboratório. O Quadro 11 apresenta a profundidade de cada amostra, para garantir a amostragem necessária e posterior geração do *composite* de cada testemunho.

Quadro 11: Profundidade de coleta dos pontos amostrais em casa testemunho. Fonte: SEACARUSO, 2024.

PONTO AMOSTRAL	PROFUNDIDADE DE COLETA
VB-01 - Superfície	0,00 a 0,62
VB-01 - Fundo	2,00 a 3,62
VB-03 - Superfície	0,00 a 0,99
VB-03 - Fundo	1,99 a 2,99
VB-04 - Superfície	0,00 a 0,60
VB-04 - Fundo	1,00 a 1,66
VB-05 - Superfície	0,00 a 0,50
VB-05 - Fundo	0,70 a 1,15
VB-06 – Superfície	0,00 a 0,70
VB-06 - Fundo	2,90 a 3,40
VB-07 - Superfície	0,00 a 0,79
VB-07 - Fundo	1,10 a 1,69
VB-08 - Superfície	0,00 a 0,80
VB-08 - Fundo	1,00 a 1,80
VB-09 - Superfície	0,00 a 1,00
VB-09 - Fundo	1,90 a 2,50
VB-10 - Superfície	0,00 a 1,00
VB-10 - Fundo	2,20 a 3,00

Através das análises de granulometria foram gerados laudos analíticos com os resultados em gramas por quilo (g/kg). Os laudos na íntegra estão apresentados no Anexo 2 do estudo da empresa SEACARUSO. O Quadro 12 apresenta os resultados emitidos compilados por testemunho de coleta em g/kg.

Quadro 12: Resultado granulometria em g/kg. Fonte: SEACARUSO, 2024.

PONTO AMOSTRAL	AREIA MUITO GROSSA	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	AREIA MUITO FINA	SILTE	ARGILA	CASCALHO	MATÉRIA ORGÂNICA
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%
VB-01 - Sup	24,468	45,057	101,721	391,785	321,574	40,217	34	41,178	0,594
VB-01 - Fundo	61,45	232,569	268,683	325,674	22,708	11,744	4	73,173	0,19
VB-03 - Sup	15,226	51,879	77,462	552,095	230,339	64,391	2,5	6,109	0,221
VB-03 - Fundo	45,313	90,883	112,104	501,137	176,139	29,265	10,5	34,659	0,329
VB-04 - Sup	34,303	132,687	155,476	307,696	170,801	49,791	70	79,247	0,471
VB-04 - Fundo	0,834	2,837	15,49	771,147	188,824	17,812	2,5	0,556	0,223
VB-05 - Sup	11,04	46,535	138,805	485,684	231,134	34,409	18,5	33,893	0,318
VB-05 - Fundo	30,497	62,635	70,196	558,112	198,978	34,241	2,5	42,842	0,306
VB-06 - Sup	8,934	25,562	53,66	739,626	142,848	10,417	2	16,953	0,14
VB-06 - Fundo	2,44	6,648	9,912	639,829	298,414	23,16	18,5	1,098	0,14
VB-07 - Sup	31,286	100,534	255,066	498,246	73,399	9,636	2,5	29,333	0,758
VB-07 - Fundo	34,332	76,183	155,856	354,897	185,79	84,548	91	17,393	0,374
VB-08 - Sup	0,643	1,491	20,377	860,815	81,155	30,692	0,5	4,327	0,118
VB-08 - Fundo	0,208	1,307	4,812	815,045	160,473	15,948	2	0,208	0,148
VB-09 - Sup	0,743	0,712	3,342	687,909	268,443	28,96	8,5	1,392	0,211
VB-09 - Fundo	0,725	0,985	4,116	789,893	187,028	18,58	1,5	0,174	0,144
VB-10 - Sup	23,261	37,803	22,98	558,022	294,017	10,831	35	18,086	0,287
VB-10 - Fundo	0,194	0,47	3,513	725,842	252,162	15,015	2,5	0,304	0,233

O Quadro 13 apresenta os resultados da análise dos laudos laboratoriais (com exceção da matéria orgânica) em forma de percentual.

Quadro 13: Resultados da granulometria em percentual das coletas realizadas nos testemunhos sedimentares. Fonte: SEACARUSO, 2024.

PONTO AMOSTRAL	AREIA MUITO GROSSA	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	AREIA MUITO FINA	SILTE	ARGILA	CASCALHO
	%	%	%	%	%	%	%	%
VB-01 - Sup	2,4%	4,5%	10,2%	39,2%	32,2%	4,0%	3,4%	4,1%
VB-01 - Fundo	6,1%	23,3%	26,9%	32,6%	2,3%	1,2%	0,4%	7,3%
VB-03 - Sup	1,5%	5,2%	7,7%	55,2%	23,0%	6,4%	0,3%	0,6%
VB-03 - Fundo	4,5%	9,1%	11,2%	50,1%	17,6%	2,9%	1,1%	3,5%
VB-04 - Sup	3,4%	13,3%	15,5%	30,8%	17,1%	5,0%	7,0%	7,9%
VB-04 - Fundo	0,1%	0,3%	1,5%	77,1%	18,9%	1,8%	0,3%	0,1%
VB-05 - Sup	1,1%	4,7%	13,9%	48,6%	23,1%	3,4%	1,9%	3,4%
VB-05 - Fundo	3,0%	6,3%	7,0%	55,8%	19,9%	3,4%	0,3%	4,3%
VB-06 - Sup	0,9%	2,6%	5,4%	74,0%	14,3%	1,0%	0,2%	1,7%
VB-06 - Fundo	0,2%	0,7%	1,0%	64,0%	29,8%	2,3%	1,9%	0,1%
VB-07 - Sup	3,1%	10,1%	25,5%	49,8%	7,3%	1,0%	0,3%	2,9%
VB-07 - Fundo	3,4%	7,6%	15,6%	35,5%	18,6%	8,5%	9,1%	1,7%
VB-08 - Sup	0,1%	0,1%	2,0%	86,1%	8,1%	3,1%	0,1%	0,4%
VB-08 - Fundo	0,0%	0,1%	0,5%	81,5%	16,0%	1,6%	0,2%	0,0%
VB-09 - Sup	0,1%	0,1%	0,3%	68,8%	26,8%	2,9%	0,9%	0,1%
VB-09 - Fundo	0,1%	0,1%	0,4%	79,0%	18,7%	1,9%	0,2%	0,0%
VB-10 - Sup	2,3%	3,8%	2,3%	55,8%	29,4%	1,1%	3,5%	1,8%
VB-10 - Fundo	0,0%	0,0%	0,4%	72,6%	25,2%	1,5%	0,3%	0,0%

Além da análise granulométrica, também foi avaliada a qualidade dos sedimentos a serem dragados, a partir dos parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº 454/2012. Os resultados observados mantiveram-se na integralidade abaixo dos valores máximos permissíveis (VMPs) apresentados para o Nível 01.

Os resultados seguem apresentados abaixo, separados no Quadro 14, estão os pontos situados na porção oeste (VB-01, VB-03, VB-04 e VB-05), e, no Quadro 15, estão os pontos amostrais da porção leste (VB-06, VB-07, VB-08, VB-09 e VB-10).

Os valores precedidos do símbolo “<” correspondem aos parâmetros que apresentaram valores abaixo do limite de quantificação dos equipamentos utilizados no laboratório. No ponto VB-01 foi observado um leve aumento dos parâmetros de Arsênio, Chumbo, Cobre, Cromo, Níquel, Zinco e Fósforo na amostra coletada na superfície, sendo que este comportamento não foi observado nos demais pontos localizados na porção oeste da jazida, ressaltando, que todos os resultados observados se mantiveram abaixo do Nível 01 da Resolução CONAMA nº 454/2012.

Os resultados das análises na porção leste também ficaram abaixo dos limites estabelecidos para o Nível 01 da Resolução CONAMA nº 454/2012 em todos os pontos amostrais. Não foram observados comportamentos de valores ligeiramente acima nas amostras de superfície em relação as amostras de fundo.

Quadro 14: Resultado da qualidade dos sedimentos a serem dragados na jazida (porção oeste) conforme CONAMA nº 454/2012. Fonte: SEACARUSO, 2024.

PONTO / PARÂMETRO	VB-01 Sup	VB-01 Fundo	VB-03 Sup	VB-03 Fundo	VB-04 Sup	VB-04 Fundo	VB-05 Sup	VB-05 Fundo	VMP CONAMA 454 Nível 01	VMP CONAMA 454 Nível 02
Arsênio (mg/kg)	2,58	<1,00	1,39	1,69	<1,00	1,91	<1,00	1,55	19	70
Mercúrio (mg/kg)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,3	1
Cádmio (mg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,2	7,2
Chumbo (mg/kg)	2,46	<1,00	1,39	2,84	3,23	1,38	1,44	2,09	46,7	218
Cobre (mg/kg)	1,89	<1,00	1,01	1,57	1,65	<1,00	<1,00	1,07	34	270
Cromo (mg/kg)	5,92	<1,00	3,28	4,53	5,86	3,36	3,00	2,68	81	370
Níquel (mg/kg)	2,58	<1,00	1,26	1,99	2,70	1,08	<1,00	1,25	20,9	51,6
Zinco (mg/kg)	12,66	1,86	7,06	10,87	10,80	4,81	5,04	8,47	150	410
Fósforo (mg/kg)	37,66	7,44	24,46	58,20	85,54	43,13	30,47	31,98	-	-
Nitrogênio Kjeldahl (mg/kg)	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	-	-
alfa - HCH (alfa-Lidano) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,32	0,99
beta-HCH (delta-Lidano) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,32	0,99
delta-HCH (delta-Lindano) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,32	0,99
Lidano (gama-HCH) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,32	0,99
Clordano (Alfa+Gama) (µg/kg)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	4,52	9,58
4,4'-DDD (p,p'-DDD) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,22	7,81
4,4'-DDE (p,p'-DDE) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,07	374
4,4'-DDT (p,p'-DDT) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,19	4,77
Dieldrin (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,71	4,3
Endrin (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,67	62,4
Bifenilas Policloradas (PCBs) (µg/kg)	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	22,7	180.0

PONTO / PARÂMETRO	VB-01 Sup	VB-01 Fundo	VB-03 Sup	VB-03 Fundo	VB-04 Sup	VB-04 Fundo	VB-05 Sup	VB-05 Fundo	VMP CONAMA 454 Nível 01	VMP CONAMA 454 Nível 02
Benzo(a) pireno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	230	760
Benzo(a) antraceno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	280	690
Criseno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	300	850
Dibenzo (a,h) antraceno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	43	140
Acenafteno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	16	500
Acenaftileno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	44	640
Antraceno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	85,3	1100
Fenantreno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	240	1500
Fluoranteno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	600	5100
Fluoreno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	19	540
2-Metilnaftaleno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	70	670
Naftaleno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	160	2100
Pireno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	665	2600
PAHs Total (µg/kg)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	4000	-
Benzo (b) fluoranteno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
Benzo (g,h,i) perileno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
Benzo (k) fluoranteno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
Indeno (1,2,3,c-d) pireno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
alfa-Clordano (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,26	4,79
gama-Clordano (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,26	4,79
Tributilestanho (µg/kg)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	100	1000

Quadro 15: Resultado da qualidade dos sedimentos a serem dragados na jazida (porção leste) conforme CONAMA nº 454/2012. Fonte: SEACARUSO, 2024.

PONTO / PARÂMETRO	VB-06 Sup	VB-06 Fundo	VB-07 Sup	VB-07 Fundo	VB-08 Sup	VB-08 Fundo	VB-09 Sup	VB-09 Fundo	VB-10 Sup	VB-10 Fundo	VMP CONAMA 454 Nível 01
Arsênio (mg/kg)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,20	<1,00	19
Mercúrio (mg/kg)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,3
Cádmio (mg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,2
Chumbo (mg/kg)	1,00	1,09	1,00	1,57	1,19	2,11	1,38	1,00	1,98	1,26	46,7
Cobre (mg/kg)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,02	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	34
Cromo (mg/kg)	1,81	2,90	1,00	3,08	2,14	8,00	3,15	2,59	3,96	3,01	81
Níquel (mg/kg)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	2,17	<1,00	<1,00	1,26	<1,00	20,9
Zinco (mg/kg)	3,86	4,78	3,42	5,11	3,39	4,87	5,05	4,70	5,40	4,81	150
Fósforo (mg/kg)	35,04	48,31	44,16	55,77	41,33	65,63	10,04	26,26	63,33	40,98	-
Nitrogênio Kjeldahl (mg/kg)	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	-
alfa - HCH (alfa-Lidano) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,32
beta-HCH (delta-Lidano) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,32
delta-HCH (delta-Lindano) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,32
Lidano (gama-HCH) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,32
Clordano (Alfa+Gama) (µg/kg)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	4,52
4,4'-DDD (p,p'-DDD) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,22
4,4'-DDE (p,p'-DDE) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,07
4,4'-DDT (p,p'-DDT) (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,19
Dieldrin (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,71
Endrin (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,67
Bifenilas Policloradas (PCBs) (µg/kg)	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	22,7
Benzo(a) pireno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	230
Benzo(a) antraceno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	280
Criseno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	300
Dibenzo (a,h) antraceno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	43
Acenafteno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	16

PONTO / PARÂMETRO	VB-06 Sup	VB-06 Fundo	VB-07 Sup	VB-07 Fundo	VB-08 Sup	VB-08 Fundo	VB-09 Sup	VB-09 Fundo	VB-10 Sup	VB-10 Fundo	VMP CONAMA 454 Nível 01
Antraceno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	85,3
Fenantreno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	240
Fluoranteno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	600
Fluoreno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	19
2-Metilnaftaleno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	70
Naftaleno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	160
Pireno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	665
PAHs Total (µg/kg)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	4000
Benzo (b) fluoranteno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Benzo (g,h,i) perileno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Benzo (k) fluoranteno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Indeno (1,2,3,c-d) pireno (µg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
alfa-Clordano (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,26
gama-Clordano (µg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,26
Tributilestanho (µg/kg)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	100

4.5.2 LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO

A batimetria constitui-se basicamente de informações sobre a profundidade local. Sua determinação ocorre a partir da emissão de ondas acústicas que percorrem a coluna d'água em velocidades que variam com a salinidade, temperatura e pressão do meio.

A utilização de sistemas batimétricos aplica-se em diversos estudos, aos quais se destacam a observação das características morfológicas de fundo e comumente busca-se a identificação de afloramentos rochosos, estruturas de superfície e existência de canais. Para o presente estudo, a batimetria foi fundamental para o entendimento da morfologia de fundo, tendo em vista que a jazida de Balneário

Camboriú já foi utilizada para a obra de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú/SC.

Para o presente estudo, os levantamentos hidrográficos na jazida arenosa ocorreram entre os dias 16 e 21 de maio de 2024, de acordo com a autorização nº 252/24 (anexo ao estudo da empresa SEACARUSO), emitida no dia 23 de abril de 2024 pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). A análise deste levantamento consiste na caracterização morfológica do leito marinho determinando suas profundidades em área de exploração de jazida arenosa para ser utilizada no engordamento da Praia de Itapema/SC.

A área de estudo está inserida na plataforma continental interna a leste da praia de Taquaras, ao lado do município de Balneário Camboriú, no estado de Santa Catarina. As áreas encontram-se delimitadas pelas coordenadas geográficas Latitude: 26°59'18.02"S x Longitude: 48°27'25.20"O (Coordenadas Limite Inferior Direito) Latitude: 26°59'13.54"S x Longitude: 48°29'01.61"O (Coordenadas Limite Superior Esquerdo).

4.5.2.1 Planejamento das linhas de sondagens batimétricas

O planejamento das linhas de navegação foi realizado por meio do software Hypack 2018, seguindo os padrões internacionais que constam na publicação especial nº 44 (S44 – 5a edição) da IHO (International Hidrography Organization) e NORMAN 501.
O plano de navegação foi elaborado com linhas dispostas perpendicularmente à costa com espaçamento regular de 40 metros entre linhas, totalizando 67,54km (Figura 150).



Figura 150: Plano de linhas programado para o levantamento batimétrico na área de estudo. Fonte: SEACARUSO, 2024.

4.5.2.2 Metodologia

O levantamento hidrográfico foi realizado utilizando o ecobatímetro acoplado a uma estação de aquisição de dados de bordo e navegação, e software Hypack 2018, o qual permite o registro digital dos dados em arquivos brutos (*.raw), por meio das mensagens EC1 (NMEA) para posterior processamento.

A distância (offset) entre a antena do GPS e o transdutor do ecobatímetro é inserida no mesmo software, para correção do posicionamento planimétrico no arquivo de armazenamento de dados. A distância entre a base do transdutor e a linha d'água é inserida no ecobatímetro e incorporada ao dado bruto.

Os dados de maré para redução da batimetria são provenientes da estação maregráfica EPAGRI/CIRAM de Balneário Camboriú, instalado na praia de Laranjeiras.

O processamento dos dados batimétricos adquiridos em campo foi realizado utilizando o software Hypack 2018, o qual possibilita uma análise criteriosa de cada linha de sondagem. Por meio da ferramenta *single beam editor* procede-se a remoção “ponto a ponto” de eventuais valores espúrios (spikes) decorrentes de ecos refletidos a partir de bolhas de ar, rastros de embarcações, material em suspensão e demais situações nas quais o registro correto do fundo é mascarado ou deturpado por fatores ambientais.

4.5.2.3 Resultado da Batimetria Monofeixe

Todos os resultados do levantamento hidrográfico estão no sistema de coordenadas UTM, Datum WGS-84, zona 22 Sul, e as profundidades reduzidas para o nível de redução da DHN. Na Figura 151 pode-se observar a batimetria local interpolada com a indicação das isolinhas para a área de abrangência do estudo.

A profundidade mínima, máxima e média encontradas na área de estudo foram respectivamente de 30,39 m, 35,43 m, e 32,55 m.

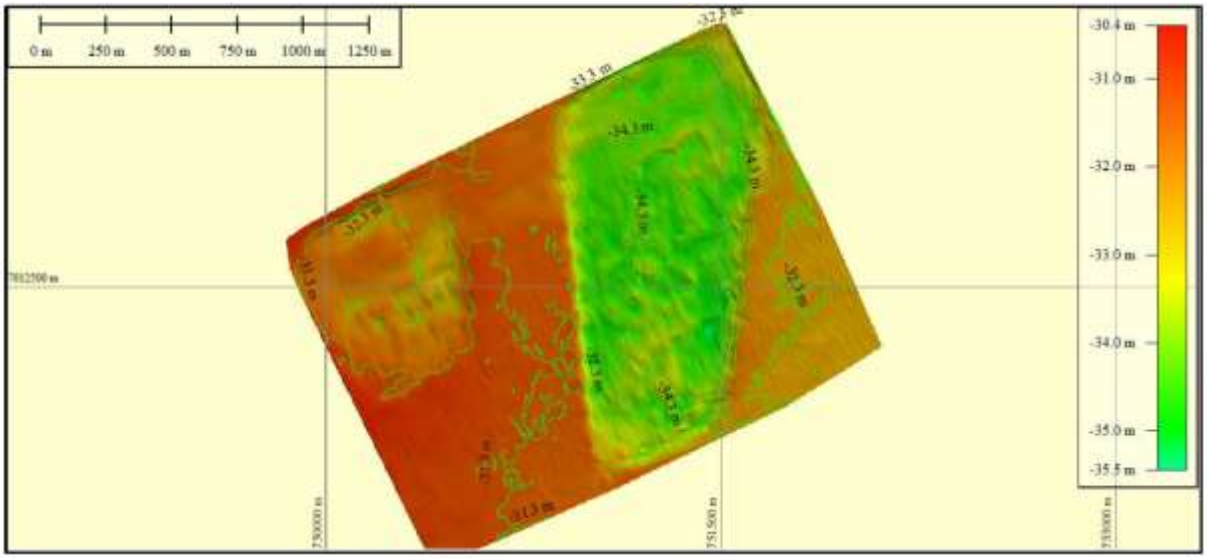


Figura 151: Interpolação dos dados com isolinhas na Batimetria atual, realizada em 2024. Fonte: SEACARUSO, 2024.

Não foram observadas variações significativas de profundidade quando em comparação da batimetria realizada no pós-obra em 2021 para a batimetria realizada atualmente (2024). As isolinhas mantiveram as profundidades máximas e mínimas em valores aproximados, com diferença de centímetros entre um levantamento e outro. Desta forma, não foram observados, por meio dos dados batimétricos de 2024, grandes acúmulos de sedimentos nas cavas deixadas pela draga. A Figura 152 abaixo apresenta os resultados dos levantamentos batimétricos realizados nos anos de 2021 e 2024.

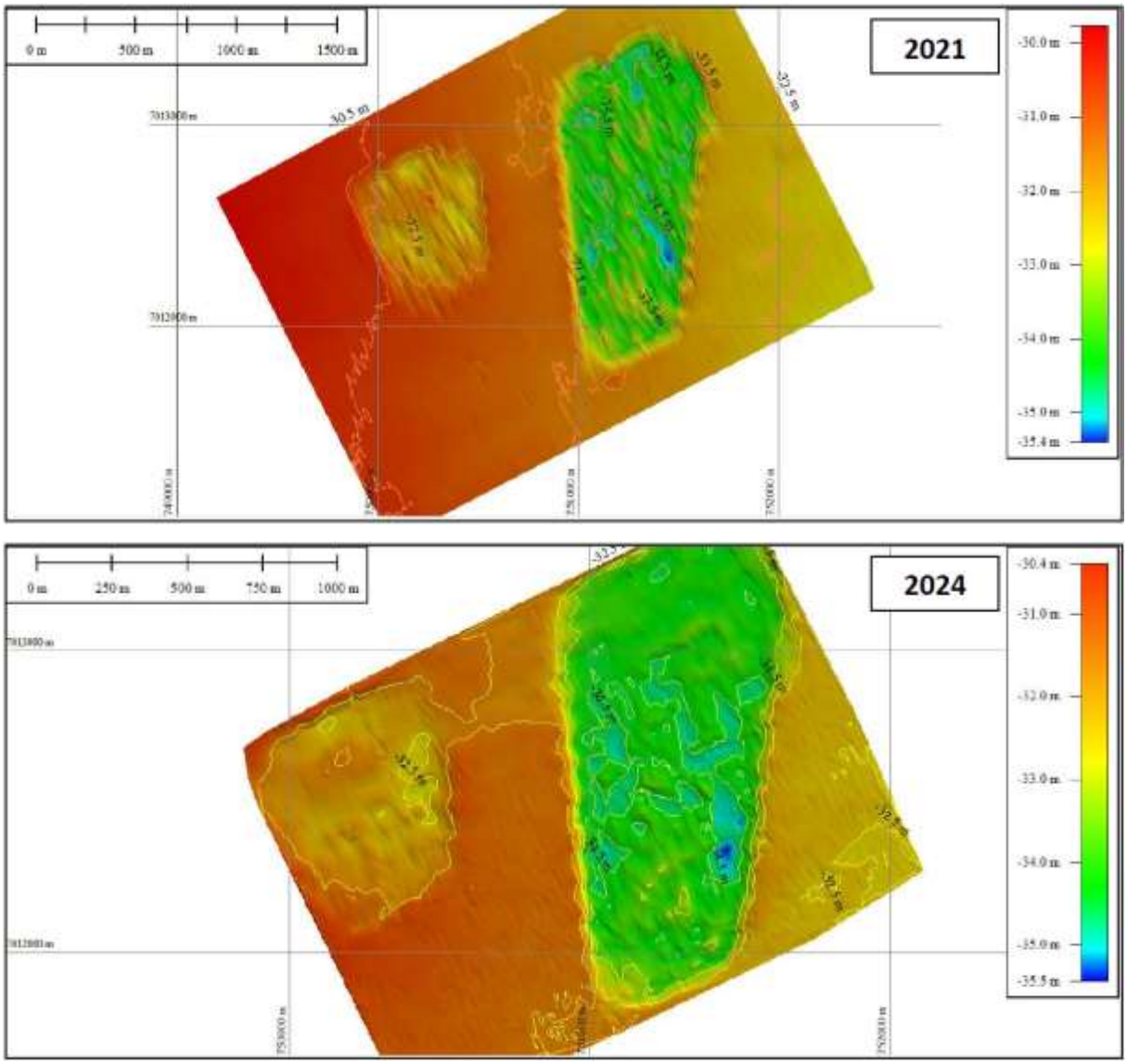


Figura 152: Comparação batimetrias 2021 e 2024. Imagem acima - batimetria realizada em 2021 (DHN); imagem abaixo - batimetria realizada em 2024 (DHN). Fonte: SEACARUSO, 2024.

Nas imagens exibidas, é evidente que não houve mudanças significativas na região diretamente afetada pelas atividades de dragagem, e as características das cavas de dragagem permaneceram inalteradas.

4.6 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS DE DRAGAGEM E ALIMENTAÇÃO PRAIAL

4.6.1 ESCOPO GERAL DOS SERVIÇOS

As obras a serem realizadas e previstas no projeto anexo têm como objetivo a alimentação artificial de areia na Meia Praia, município de Itapema/SC, mediante o seguinte processo:

I. Montagem do Canteiro de Obras;

II. Implantação de Dispositivos de Segurança e Iluminação da Área do Aterro;

III. Mobilização da draga autotransportadora de sucção e arrasto, tipo "*Hopper*" - TSHD, até o ponto de verificação e vistoria;

IV. Mobilização do equipamento de terraplenagem;

V. Mobilização e montagem da linha de recalque – "*pipeline*", flutuante, imersa e na praia;

VI. Sinalização náutica da área de trabalho marítimo;

VII. Dragagem de material arenoso na área identificada e licenciada como a jazida de empréstimo;

VIII. Purificação da areia pelo processo de concentração de excesso e sedimentação na draga autotransportadora *Hopper* – "*Overflow Concentration and Sedimentation in Hoppers*";

IX. Transporte marítimo da área da jazida até o ponto de contato/fundeio com a linha de recalque;

X. Conexão com a linha de recalque (*pipeline*) para bombeamento da areia até o local de preenchimento;

XI. Execução de trincheiras de contenção com a areia depositada na praia para confinamento do material de preenchimento (areia) para acomodação e sedimentação;

XII. Terraplanagem mecânica da areia de preenchimento para conformação da praia emersa e imersa de acordo com o projeto executivo;

XIII. Desmontagem e remoção da linha de recalque em água e em terra;

XIV. Desmobilização da draga autotransportadora de sucção e arrasto, tipo "*Hopper* " – TSHD;

XV. Desmobilização dos equipamentos de terraplenagem;

XVI. Desmontagem e remoção do canteiro de obras.

4.6.2 PROCESSO DE DRAGAGEM

A obra de alimentação artificial da Meia Praia será realizada pelo processo de dragagem de areia em jazida, transporte marítimo, bombeamento da areia da draga até o local do aterro, deposição e espalhamento na praia.

Para esta obra se optou pela alternativa de bombear este sedimento que foi armazenado numa cisterna na draga, através de um "pipeline", até o local do aterro, pois a praia necessita ser executada com muito controle e um refinamento no estado da arte que envolve aspectos para garantir uma geometria da praia (restaurar a geometria original) possibilitando que a praia seja utilizada de imediato, uma distribuição homogênea de sedimentos que evitem ao máximo alterações da linha da costa (para manter a característica de praia com baixa declividade e ondas pequenas e um perfil longitudinal uniforme evitando reentrâncias e locais de "largamar") e que recupere a estrutura da berma ocupada pelo sucessivo processo de urbanização sobre a infraestrutura existente. Desta forma, o preenchimento utilizará um "pipeline" cujo processo de repulsão seja controlado e, para isto são necessários requisitos operacionais específicos.

Dragas de sucção e arrasto permitem que este processo seja realizado com muita segurança e produtividade e, atualmente a tecnologia embarcada e em terra, combinadas, permitem realizar obras com muita exatidão de controle geométrico e de materiais.

Para os fins deste Projeto é adotada a expressão Dragagem para o conjunto de serviços a serem executados por draga autotransportadora de sucção e arrasto, tipo “Hopper ” - TSHD, na área da jazida de areia, incluindo a purificação da areia pelo processo de concentração de excesso e sedimentação, o transporte do material dragado para as áreas de alimentação artificial das praias, o bombeamento da areia diretamente para o local de deposição e seu espalhamento, conformando a berma e taludes projetados.

4.6.3 TIPO DE EQUIPAMENTO

A draga é um navio com capacidade total de navegação usado para manter cursos de água navegáveis, para retirar sedimentos no fundo dos rios ou mares com a finalidade de fazer aterros hidráulicos, construindo novos terrenos em outros lugares ou preenchendo com areia as praias erodidas.

A draga de arrasto por sucção (TSHD) é usada principalmente para dragar solos soltos e macios, como areia, cascalho, silte ou argila. Um ou dois tubos de sucção, equipados com uma cabeça de arrasto, são abaixados no fundo do mar e a cabeça de arrasto é arrastada por baixo. Um sistema de bombas aspira uma mistura fluida de areia ou solo e água e a descarrega na tremonha, porão ou cisterna da embarcação. Uma vez totalmente carregado, o navio navega para o local de descarga. O material será descarregado através de um “pipeline” (duto flutuante) até a costa e usado para recuperar terras.

Uma draga de sucção de arrasto é autocarregável/descarregada e pode ser equipada com um sistema de descarga pressurizada.

As atividades de dragagem da tremonha convencional podem ser divididas nas seguintes atividades consecutivas: carregamento (dragagem), navegação carregada, descarga e retorno vazio. Um conjunto completo dessas quatro atividades é chamado de ciclo de dragagem.

O volume de sedimentos depositado na praia será de 401.544,00 m³, porém, considerando uma perda de 20% (empolamento e overflow), o volume previsto para dragagem é de 481.852,80 m³.

Portanto, as obras deverão atender e seguir os volumes previstos no projeto de engenharia, respeitadas as seções verticais e horizontais e ainda as orientações suplementares da fiscalização.

Toda a concepção do projeto de dragagem está fundamentada no fato de que o material oriundo da operação de dragagem será destinado a alimentação artificial do trecho de praia sob intervenção e devidamente caracterizado no projeto executivo, distante em média cerca de 20 km do local da obra.

4.6.4 CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO

A capacidade dos equipamentos foi determinada por critérios do projeto técnico, observadas condições operacionais e de custos. Foram levados em consideração, além das características técnicas dos equipamentos, o calado operacional disponível na enseada, o comprimento da “linha do pipeline”, condicionantes ao tipo de draga, o controle e redução do volume de água que produz dispersão de sedimentos finos (pluma de sedimentos) na enseada. Também foram consideradas características executivas que interferem no desempenho do aterro hidráulico relativo à redução da segregação de sedimentos no “pipeline”, objetivando uma distribuição mais homogênea no aterro. Na frente de obra da terraplenagem também existem limites da quantidade de equipamentos realizando as tarefas de construção de trincheiras e do espalhamento de areia no aterro.

Para efeito de dimensionamento das obras e estimativa de custos, foi estabelecida a utilização do seguinte equipamento de dragagem:

Tabela 18: Características do equipamento de dragagem a ser utilizado na obra de preenchimento artificial da Meia Praia.

Equipamento	Capacidade da Cisterna	Profundidade de Dragagem	Tipo de Combustível
Draga TSHD	**Mínimo 2.500 m^3** **Máximo 6.000 m^3**	**de 35 metros até 40 metros**	**LS-MGO**

Podem ser admitidas, a critério da administração, dragas TSHD com capacidade de armazenagem na cisterna maior ou menores aos máximos e mínimos estabelecidos na tabela acima.

O critério de seleção também considerou a disponibilidade de linhas de “pipeline” com grande extensão e dimensão, que no Brasil são limitadas e o custo para trazê-las são condicionantes que impactam em custos e tempo. A grande capacidade de uma draga para aterros hidráulicos com granulometria fina e faixas estreitas na execução do aterro não é recomendável, pois o controle da execução do aterro hidráulico é extremamente complexo, oneroso, ampliam os riscos ambientais e o desconforto e impacto das plumas de sedimentos na enseada. Dragas com grande capacidade são eficientes para obras de aprofundamento de canais, aterros em obras portuárias e outras similares onde a produtividade máxima é um requisito, mas estes equipamentos que produzem geram grandes volumes no transporte de sedimentos, são menos sensíveis ao controle da segregação, despejam enormes volumes de água, plumas e tem baixo refinamento na execução final do aterro hidráulico.

Para o aterro da Meia Praia é fundamental que a obra tenha um controle do aterro, passo a passo, com o refinamento de devolver uma praia com as características da atual, cuja distribuição homogênea dos sedimentos e baixos impactos no entorno são uma premissa indispensável.

As características do equipamento definem a condição de execução da obra que parte do Ciclo de Dragagem para determinação da Produtividade e do Tempo Total

necessário a realização da obra. Os parâmetros usados para este cálculo são os seguintes:

a. Draga de Sucção e Arrasto TSHD – é um navio que reúne as condições técnico-operacional que alia a segurança e produtividade requeridas para a obra, permitindo a exploração da jazida de areia, identificada como jazida de empréstimo, incluindo o transporte em volume significativo para a realização do aterro hidráulico, ou preenchimento artificial de areia na praia Central, sem interferir com o cotidiano da cidade de Balneário Camboriú, notadamente em seu sistema viário. Por ter grande produtividade pode, de forma planejada, ser realizada sem interromper o uso de lazer da praia em sua maior extensão, ficando interrompidos apenas os locais em que as obras do aterro e terraplenagem estão em curso.
b. Capacidade da draga – a definição da capacidade da draga, como já exposto, tem relação com sua produtividade, suas condições que permitem a operação em mar aberto (offshore) com segurança, dispondo de recursos técnicos para dragar a areia a profundidade de - 35 metros até - 40 metros. Além disto, dragas com menor porte teriam maior dificuldade de atender os requisitos da obra no tempo e, dragas de maior porte, embora tenham condições de atender aos serviços, esbarram em condições operacionais relacionadas ao calado, distância da linha de recalque, impactos na área do aterro, dificuldades de um controle mais rigoroso do aterro e seu custo final demonstra que embora tenha grande produtividade, pode produzir uma praia indesejável. Para tal, também é mensurada a extensão, capacidade e a eficiência do “pipeline”. Sendo assim, os limites de porte estabelecidos foram detalhadamente avaliados para se justificarem.
c. Calado Máximo – A definição do calado máximo para a draga tem também relação com a distância do “pipeline”. O “pipeline” é definido pelo diâmetro em que a draga utiliza na operação de repulsão e pela extensão que será a distância entre o ponto de fundeio limite para descarga da draga que é estabelecido pelo seu calado com a cisterna cheia. Estes aspectos geram

efeitos na execução da obra e no custo final. A linha de recalque ideal para os serviços de aterro da praia deve ser dimensionada também para reduzir a segregação dos sedimentos durante a operação de repulsão, assim como a quantidade de água de transporte. Isto impõe que o comprimento da linha de recalque e o seu diâmetro sejam definidos de forma a que a segregação de sedimentos seja evitada.

Foi definido que não é desejável extensão excessiva de “pipeline” e que o diâmetro ideal para a execução controlada do aterro seja de 60 cm. Esta definição visa uma operação com melhor eficiência e menor custo. Para efeito do projeto, o comprimento máximo desejado para um pipeline com 60 cm de diâmetro é de até 2.000 metros de extensão, para operar até a isóbata de –8 metros.

d. Profundidade de dragagem – As profundidades onde se encontra a jazida de empréstimo estão nas isóbatas -35 metros e –40 metros. Isto impõe que o duto de sucção seja estendido operando para além destas profundidades.
e. Tipo de Combustível - Tendo em conta a nova legislação brasileira que entrou em vigor em janeiro de 2020 (Resolução ANP 789/2019) no que toca ao uso de combustíveis “Low Sulphur Content Marine Gasoil” “LS-MGO”, as dragas propostas deverão estar preparadas para utilizar este tipo de combustível (teor de enxofre inferior a 0,5).

Dadas as especificidades da jazida proposta, distante 20 km da área de intervenção, e a profundidade de dragagem entre 35 e 40m, foram relacionadas diversas dragas transportadoras (TSHD) que atendem tanto a profundidade de dragagem quanto o calado para que a distância de recalque não ultrapasse 2.000 m de linha flutuante. No caso da enseada de Porto Belo, a profundidade a 2.000 m de distância da linha de costa é em torno de 8,0 m (Figura 153).

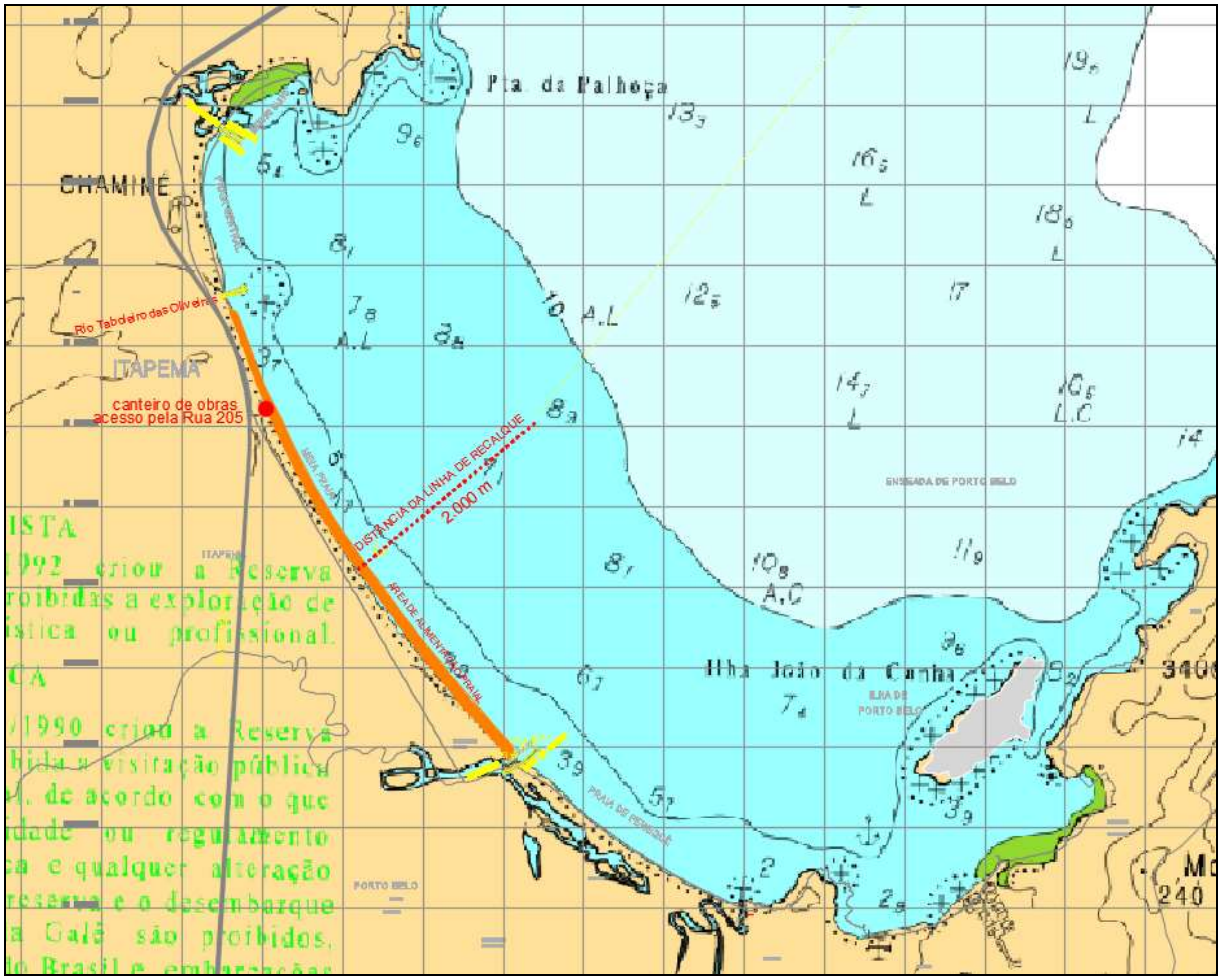


Figura 153: Mapa indicando a profundidade a distância de 2.000 m com base nas informações da carta náutica.

A Tabela 19 apresenta uma relação de dragas com características compatíveis com a complexidade da obra.

Tabela 19: Equipamentos disponíveis para dragagem e transporte.

Embarcação	Capacidade Cisterna	Calado mínimo	Tubo Sucção	Empresa/Armador
	m^3	m	m	Nacionalidade
Hang Jung 4011	4200	3,20	24/35	CHEC DREDGING - CH
Hang Jung 5001	4500	7,25	30	CHEC DREDGING - CH
Hang Jung 5002	4500	7,17	24/32	CHEC DREDGING - CH
Charlemagne	5000	7,00	39,9	Deme/Dragbrás - NL
Artevelde	5600	8,52	33/60	Deme/Dragbrás - NL
Marieke	5600	7,10	33/60	Deme/Dragbrás - NL
Pallieter	5400	7,10	33/60	Deme/Dragbrás - NL
Victor Horta	5000	8,50	40/60	Deme/Dragbrás - NL
Al Idrisi	7500	8,15	46,6	Jan de Nul - BE
Sanderus	6000	8,15	35	Jan de Nul - BE
Ortelius	6000	7,00	35	Jan de Nul - BE
Volvox Olympia	4800	7,19	32	Van Oord - NL
Ham 317	4400	7,12	37	Van Oord - NL
Balder R	6000	7,00	35/54	Rohde Nielsen - DE
Njord R	6000	7,00	35/54	Rohde Nielsen - DE
Brage R	3200	5,69	30/49	Rohde Nielsen - DE

4.6.5 CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE DO EQUIPAMENTO

O cálculo da produtividade utiliza como referência manuais para projetos de dragagem e informações referências disponíveis em projetos com características semelhantes. Para cálculo da produtividade desejada relacionada ao projeto foram considerados os seguintes parâmetros:

a. Capacidade Nominal da Cisterna da Draga TSHD – É a capacidade medida em metros cúbicos especificadas pelos fabricantes e registradas nas autoridades marítimas e ainda conforme descrito no “Designing Dredging Equipment” - Prof.Ir. W.J.Vlasblom. – Valor expresso em m^3 (metros cúbicos).
b. Coeficiente de enchimento da cisterna – O coeficiente de enchimento da cisterna é a relação entre o volume total da cisterna e o volume de sedimentos dragados depositados no seu interior a cada ciclo de dragagem. Essa relação é função do tipo de material dragado, das características do equipamento de dragagem e do tempo de enchimento e “overflow” de cada ciclo de dragagem. Seu valor pode variar entre, cerca de 40%, para sedimentos muito finos e siltosos e 85% para areias grossas (R N Bray et al., 2005). Devido a característica demonstrada nas sondagens da jazida de empréstimo que caracteriza-se como material

arenoso de granulometria fina, consideramos o valor representativo de 70% (setenta por cento) para todo o processo. Este coeficiente será verificado In Situ quando iniciados os serviços com a coleta de amostrar e verificações que confirmem ou ajustem o cálculo, visto que a área da jazida não foi explorada até a conclusão deste projeto, não havendo um histórico real já aferido. Valor expresso em fator (fator de multiplicação)

c. Empolamento estimado - Pela tabela 9.1 (R N Bray et al., 2005), considerando o material a ser dragado, encontramos um fator de empolamento variando entre 1,10 a 1,25. Portanto, para efeito deste cálculo consideramos o empolamento estimado no valor de 20% (vinte por cento). O empolamento será verificado In Situ quando do início dos serviços de dragagens com verificações que confirmem ou ajustem o valor de forma a representar a realidade. Valor expresso em fator (fator de multiplicação)
d. Carga real estimada na cisterna – é resultante do cálculo efetuado pelos fatores de enchimento e de empolamento que deterrminam o volume de sedimentos real a serem transportados na cisterna. Valor expresso em m^3 (metros cúbicos)
e. Profundidade de Dragagem – A profundidade de dragagem é um elemento que, a princípio, não afeta a produtividade da operação, mas como o processo de dragagem será na zona de offshore e a profundidade da dragagem estará entre as isóbatas – 30 metros a – 40 metros, esta condicionante, além de ser um pré-requisito do equipamento, poderá influenciar no tempo de operação, reduzindo a produtividade calculada. Para efeito verificação, esta característica será acompanhada para avaliação In Situ, ajustando se necessário o tempo de forma a reavaliar as condições de tempo na operação que possam influenciar na produtividade.

O ciclo de dragagem consiste em: carregar, navegar e descarregar. Dentro do ciclo de dragagem também serão consideradas os tempos de manobras como posicionamento, acoplagem com a linha de recalque, embarque e desembarque de tripulação e suporte ao pessoal de bordo. Esse processo de carregamento,

navegação e descarga ou repulsão pode ser visível a bordo das dragas através de equipamentos e softwares de monitoramento e gestão para determinar a carga ideal, por consequência o ciclo ideal. Deve-se observar que as perdas de sedimentos no “overflow” aumentam significativamente no final do processo de carregamento e, para isto é necessário que seja avaliado o ponto ideal.

a. Distância de transporte – A distância de transporte é medida a partir de um ponto médio na área de dragagem na jazida, onde será efetuado o processo de dragagem e carregamento da draga até o ponto de descarga, ou repulsão localizado num ponto médio ao longo do local onde estará a ponta da linha de recalque (pipeline) incluindo a volta até o local da jazida para iniciar um novo ciclo. Valor expresso em MN (Milhas Náuticas).
b. Velocidade média de transporte – É a velocidade com que a draga transporta o material da cisterna entre ponto médio da jazida de empréstimo até o local de repulsão, sem considerar o trajeto no qual a draga se desloca para efetuar a dragagem para carregamento da cisterna. Este tempo deverá considerar o espaço de aceleração, a velocidade média entre o ponto de partida até atingir a velocidade ideal de navegação e, a velocidade média de desaceleração até o ponto de fundeio na ponta do “pipeline”. Para efeito de cálculo, serão consideradas aqui as velocidades operacionais médias declaradas nas especificações de dragas com caraterísticas semelhantes e de acordo com as capacidades de carga definidas no cálculo. Valor expresso em MN/h (Milhas Náuticas por hora).
c. Tempo médio de carregamento – Independente do porte de uma draga auto transportadora, o seu tempo de carregamento pode ser considerado como similar, pois quanto maior for a cisterna, maior será a capacidade de bombeamento. Variações no tempo de carregamento ocorrem em função do tipo de material a ser dragado, perdas pelo “overflow”, concentração de material na mistura, condições de navegação e etc. Para o cálculo, consideramos como tempo médio de carregamento 90 minutos, por conta do processo de refinamento e melhor eficiência para a concentração de sedimentos no “overflow”. Este tempo será verificado logo no início da

execução dos serviços, por amostragem aleatórias, para ser ajustado a realidade do local. Valor expresso em minutos.

d. Tempo médio de manobras – A operação de dragagem e descarga envolve um tempo necessário para o posicionamento da draga, descida do duto de sução, limpeza do duto de sucção, acoplagem com a linha de recalque, embarque e desembarque de tripulação e suporte ao pessoal de bordo. Para o cálculo, consideramos como tempo médio de manobras 30 minutos, por conta do processo de refinamento e melhor eficiência para a concentração de sedimentos no “overflow”. Este tempo será verificado logo no início da execução dos serviços, por amostragem aleatórias, para ser ajustado a realidade do local. Valor expresso em minutos.
e. Tempo médio de descarregamento – Independente do porte de uma draga auto transportadora, o seu tempo de descarregamento ou repulsão pode ser considerado como similar, pois, da mesma forma que para o carregamento, quanto maior for a cisterna, maior será a capacidade de recalque. Variações no tempo de descarga podem ocorrer em função do tipo de material a ser dragado, do comprimento da linha de recalque, das condições do mar e dos trabalhos de manejo dos pontos de descarga na ponta da linha “pipeline”. Para o cálculo, consideramos como tempo médio de descarregamento de 120 minutos. Este tempo será verificado logo no início da execução dos serviços, por amostragem aleatórias, para ser ajustado a realidade do local. Valor expresso em minutos.
f. Ciclo total de dragagem – É o tempo calculado entre o período de carregamento da cisterna da draga, o tempo de navegação da jazida até o ponto de fundeio na descarga incluindo as manobras de posicionamento, acoplamento e suporte, o tempo de descarga e a viagem de retorno até a jazida. Valor expresso em Ciclos.

A produtividade será medida pelo Ciclo Ideal da Dragagem calculado anteriormente multiplicado pela carga real média também calculada. O resultado poderá ser apropriado por dia de operação ou por mês, considerando uma quantidade de horas ou dias efetivamente trabalhados ou seja, descontados dias ou horas não

operacionais por conta de intempéries que impeçam a navegação segura, períodos de manutenção e reparos da draga e os períodos em que a draga necessite realizar abastecimento e suporte a tripulação e a embarcação.

a. Tempo de Útil Médio Diário – representa o tempo útil total disponível para o ciclo da dragagem, descontados os tempos em que a operação de dragagem e aterro hidráulico não esteja sendo realizado, salvo por razões imprevisíveis. O tempo de operação é calculado a partir das referências médias de produtividade desejáveis em relação ao tempo total de horas ou dias disponíveis. As obras de dragagem podem ser realizadas por um período ininterruptos ao longo das 24 horas do dia, porém, as obras de aterro hidráulico, no local do preenchimento artificial da praia estão sujeitos a regras de vizinhança, que não permitem as operações que utilizam máquinas para terraplenagem dentro da área urbana entre as 22 h até as 7 h. Sendo assim, mesmo que a dragagem fosse continuada, não haveria operações de descarga neste período. Se consideradas as 9 horas de interrupção, teríamos 62,5% de tempo trabalhável num universo de 100%. Porém, é possível iniciar ciclos de dragagem antes de estarem liberados as operações em terra. Este tempo foi apropriado em 3 horas que corresponde parte de um ciclo correspondente a dragagem e navegação de ida ou volta. Portanto o tempo útil foi definido em 75%. Valor expresso em % (percentual).
b. Horas de Operação Diária – é o resultado do número de horas ou dias disponíveis para a realização dos ciclos de dragagem. Este número de horas determinará o número de ciclos possíveis num dia ou mês. Valor expresso em h (horas).
c. Produção diária estimada – compreende o volume ou quantidade de material dragado em um ciclo, multiplicado pelo número de ciclos possíveis num dia. Valor expresso em m3/dia (metros cúbicos por dia).
d. Produção mensal estimada - compreende o volume ou quantidade de material dragado num dia multiplicado pelo número de dias do mês. Valor expresso em m3/mês (metros cúbicos por mês).

As condicionantes operacionais e o prazo de execução da obra são considerados da seguinte forma:

a. Volume Total necessário – O volume total de areia necessário para o preenchimento artificial da praia conforme o projeto executivo. Valor expresso em m³ (metros cúbicos).
b. Número de dias necessários para a realização da obra do aterro hidráulico – corresponde ao número de dias calculados, por tipologia de capacidade da draga TSHD, para a realização dos serviços especificados. Valor expresso em dias.
c. Número de meses necessários para a realização da obra do aterro hidráulico – corresponde ao número de dias calculados, por tipologia de capacidade da draga TSHD, para a realização dos serviços especificados. Valor expresso em meses.
d. Número de meses máximos admitidos para a realização do aterro hidráulico – corresponde ao tempo máximo disponível para a realização dos serviços em função de que a praia tem uso contínuo e, entre novembro e março de cada ano, o espaço da praia é densamente ocupado. Sendo assim o tempo máximo disponível para a realização dos serviços do aterro hidráulico é de 4 meses. Serão considerados ainda tempo disponível para mobilização e desmobilização de equipamentos, montagem e desmontagem do canteiro de obras, conclusão dos serviços de terraplenagem, remoção da linha do “pipeline” e limpeza final. Valor expresso em meses.
e. Número de equipamentos necessários – corresponde a quantidade de dragas necessárias para a realização dos serviços de acordo com os cálculos de produtividade e o tempo máximo admitido para a realização das obras.

Tabela 20: Cálculo de Ciclo da Dragagem, Produtividade, Prazos de execução e Número de Equipamentos Necessários por Capacidade.

Tipo de Draga		**Capacidade**			
DRAGA AUTOTRANSPORTADORA (TSHD)	Capacidade	**2.500 m3**	**3.500 m3**	**4.500 m3**	**6.000 m3**
Informações Operacionais	Unid	Dados	Dados	Dados	Dados
Calculo de Capacidade da Carga					
Capacidade Nominal da Cisterna	m^3	2.500,00	3.500,00	4.500,00	6.000,00
Coeficiente de Enchimento da Cisterna (a ser confirmda *In Situ*)	fator	70%	70%	70%	70%
Empolamento Estimado Material Arenoso 150 micras (a ser confirmda In Situ))	fator	85%	85%	85%	85%
Carga Real Estimada (a ser confirmda In Situ)	m^3	1.487,50	2.082,50	2.677,50	3.570,00
Profundidade de dragagem do Duto de Sucção (*Maximum dredging depth - suctiun pipe*)	m	40,00	40,00	40,00	40,00
Ciclo de Dragagem					
Distância de Transporte (DMT)	MN	10,5	10,5	10,5	10,5
Velocidade Média de Navegação	MN/h	10	11	12	12
Tempo Médio de Viagem até a área de Descarregamento (Ida e Retorno)	min	126	115	105	105
Tempo Médio de Carregamento	min	90	90	90	90
Tempo Médio de Manobras (Posicionamento Carregamento e Descarregamento)	min	30	30	30	30
Tempo Médio de Descaregamento	min	120	120	120	120
Ciclo de Dragagem e Descarga Estimado	h	6,1	5,91	5,75	5,75
Produtividade					
Tempo de Operação Médio Diário Estimado	%	80,0%	80,0%	80,0%	80%
Horas de Operação Diária	h	18	18	18	18
Número de Diários Ciclos Estimados	ciclos/dia	2,00	3,00	3,00	3,00
Produção Diária Estimada (a ser confirmda In Situ)	m^3/dia	2.975,00	6.247,50	8.032,50	10.710,00
Produção Mensal Efetiva Estimada (a ser confirmda In Situ)	m^3/mês	89.250,00	187.425,00	240.975,00	321.300,00
Condicionantes da Obra					
Volume Total Necessário	m3	481.852,80	481.852,80	481.852,80	481.852,80
Número de dias necessários para a realização da obra do aterro hidráulico	dias	161,97	77,13	59,99	44,99
Número de meses necessários para a realização da obra do aterro hidráulico	meses	5,31	2,53	1,97	1,48
Cronograma - Tempo Máximo Disponível para as Obras de Aterro Hidráulico	meses	3	3	3	3
Número de Equipamentos Necessários	unid	**2**	**1**	**1**	**1**

A empresa proponente deverá apresentar cálculo semelhante ao da tabela acima demonstrada, especificando a capacidade da ou das dragas propostas para realizarem o trabalho de forma que comprove a capacidade e prazos de realizar os serviços pretendidos.

4.6.6 PLANO DE DRAGAGEM DE JAZIDA DE AREIA SUBMARINA

A jazida definida como empréstimo de areia necessária para execução das obras de alimentação artificial da Meia Praia está localizada a aproximadamente 17 km da área de intervenção.

Conforme projeto básico de dragagem constante no Estudo Técnico de Caracterização da jazida de Balneário Camboriú na engorda da Praia de

Itapema/SC (CARUSO, 2024), as poligonais delimitadas para utilização no alargamento da Praia de Itapema ficam localizadas na porção leste da jazida sedimentar estudada, na região norte desta porção da jazida. Neste estudo, a área foi nomeada de “Poligonal Norte”, para identificação da área prospectada dentro da jazida sedimentar em estudo (Figura 13). A poligonal determinada possui uma área de 249.767m².

Para atender a premissa de projeto de 481.852,80m³ para a alimentação artificial da orla da Meia Praia, a dragagem deve ser efetuada até a cota de -37 metros, com sobredragagem até a cota de -37,50 metros, garantindo o volume necessário para a obra de engorda.

A empresa executora da obra deverá apresentar, juntamente com o plano de dragagem, um projeto da(s) linha(s) de dutos imersos e flutuantes (“pipeline”) para descarga no aterro hidráulico e da respectiva sinalização náutica a ser estabelecida durante a dragagem, de acordo com o previsto nas NORMAM-17/DHN, em especial aquelas situadas em locais de intenso tráfego marítimo/fluvial/lacustre, que deverá ser delimitada por boias luminosas.

4.6.7 MAQUINÁRIOS UTILIZADOS

Para as obras de execução estão previstos os maquinários a seguir.

Tabela 21: Maquinários utilizados nas obras.

Descrição	Quantidade
Draga auto transportadora tipo hopper, com capacidade de até 6.000 m³	1
Trator de Esteira 158 a 185HP, através de cavalo mecânico com Reboque - cap. 45 t (358kW)	3
Escavadeira Hidráulica 170 HP, através de cavalo mecânico com Reboque - cap. 45 t (358kW)	1
Carregadeira de Pneus 156 HP, através de cavalo mecânico	1

Descrição	Quantidade
com Reboque - cap. 45 t (358kW)	
Veículo para escolta de equipamentos	8
Embarcação para transporte de pessoal e apoio logístico 200 HP	1
Embarcação para sondagem 120 HP - unid, através de cavalo mecânico com Reboque - cap. 45 t (358kW)	1

4.7 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS ETAPAS DE OBRA

4.7.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

4.7.1.1 Abrigo Provisório – Canteiro de Obras

A execução da obra deverá seguir os procedimentos a serem adotados nos principais serviços que constituem a mobilização, a desmobilização e as instalações de canteiro de obras, conforme a norma NBR 12284.

Adotam-se as seguintes definições:

I. Canteiro de Obras: conjunto de recursos organizados destinados ao desenvolvimento das atividades de execução de uma obra ou construção, compreendendo:

a) Terreno ou espaço de implantação;

b) Equipamentos disponíveis (tratores, caminhões, escavadeira, motoniveladora, compressores, geradores etc.);

c) Depósito de serviços (oficinas de manutenção, estoque de peças de reposição, etc.);

d) Instalações (escritórios, escritório para fiscalização e gerenciamento da obra, almoxarifados, refeitório, posto médico, laboratórios, etc.);

e) Sistemas organizados de serviços de apoio (refeitório/alimentação, ambulatório, higiene, segurança, vigilância, transporte, suprimentos, assistência social, laboratório, etc.);

f) Estoques estratégicos de materiais.

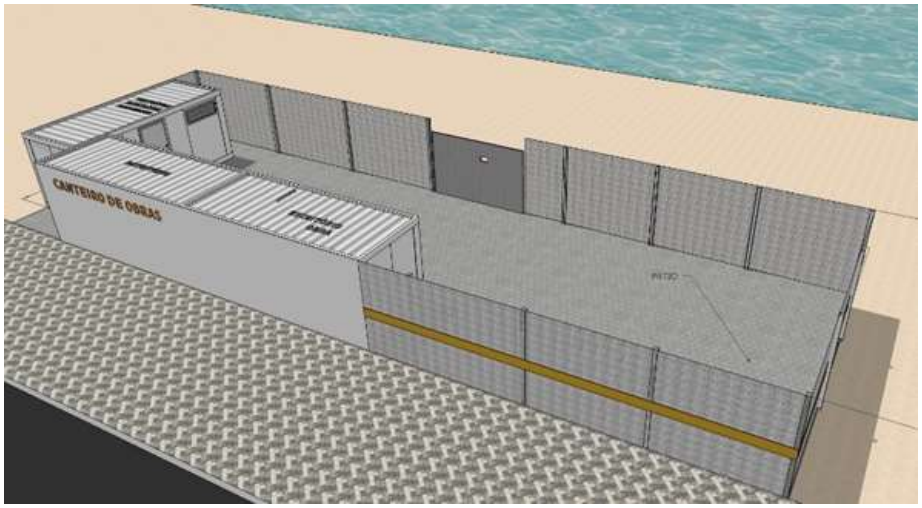


Figura 154: Modelo Esquemático do Canteiro de Obras

II. Mobilização e Instalação de Canteiro de Obras: atividades que resultam na disponibilização dos recursos que vão integrar o canteiro de obras.

Tratando-se de equipamentos, estas atividades envolvem: locação/aquisição, desmontagem, embarque, translado, desembarque, montagem, testes, ajustes, reparos e construções auxiliares (bases, caixas, tubulações, telheiros, reservatórios, paredes, elementos estruturais, circuitos elétricos, chaves, comando elétricos etc.).

Para efeito do planejamento da obra, a executora deverá apresentar previamente o planejamento da mobilização de equipamentos e insumos destinados a execução da obra/serviço, especialmente se houver transporte rodoviário para movimentação de máquinas e equipamentos de médio e grande, insumos que exijam transporte especial e toda a movimentação que interfira na normalidade do trânsito da cidade.

Para este planejamento, deverá ser consultado o órgão gestor de trânsito da cidade para tomada de informações e decisões além do planejamento conjunto dos horários de deslocamento que interfiram na normalidade do trânsito urbano.

Da mesma forma deverá ser apresentado o plano de movimentação de equipamentos marítimos que utilizem as vias ou rotas de navegação, devidamente autorizados pelo órgão de controle da Marinha do Brasil.

O canteiro de obras deverá dispor de sistema de coleta seletiva de lixo, que seguirá o descrito na Resolução CONAMA Nº 275/2001, que define as cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

Quanto aos efluentes líquidos sanitários gerados no canteiro de obras, deverão ser instalados, nas frentes de serviço, banheiros com coletores dos esgotos sanitários (banheiros químicos), demandando a remoção, transporte e destinação adequada do material acumulado, a ser realizado por empresa licenciada pelo órgão ambiental para execução das operações.

A Figura 155 apresenta a localização do canteiro de obras e área de armazenamento das tubulações descarregadas para montagem das linhas de recalque. Observação: O canteiro de obras não poderá ser implantado em Área de Preservação Permanente.

O canteiro de obras será instalado na rua 205, visando a facilidade de acesso a partir da Rodovia BR 10; a definição da localização também levou em conta não interferir no trânsito da av. Nereu Ramos, bem como a área disponível. A localização e disposição do canteiro de obras pode ser verificada na prancha Planta de Localização 01/28, versão de fevereiro de 2022, apresentado ao processo.



Figura 155: Localização do canteiro de obras e área de armazenamento.

4.7.1.2 Sinalização

A etapa de sinalização consiste na instalação de placa informativa sobre as obras e autorizações como alvarás e licenças ambientais.

A placa de sinalização deverá se confeccionada em chapa plana metálica galvanizada pintada com tinta a óleo ou tinta esmalte, estruturada sobre barrotes de madeira ou perfis metálicos. A placa possuirá tamanho de 2,50 x 4,00m (1 unidade), sendo que o modelo, seu conteúdo, padrão de cores e tamanhos das letras ou símbolos deverão seguir orientação da fiscalização.

A placa deverá ser fixada pela contratada em local visível a ser indicado pela fiscalização, preferencialmente nos acessos principais ou voltadas para a via que forneça melhor visualização. Deverá ser mantida em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade dos padrões de cores, durante todo o período de execução das obras, substituindo-a ou recuperando-a quando verificado o seu desgaste ou precariedade, ou ainda por solicitação da fiscalização.

4.7.1.3 Cercamento Modular do Canteiro

O canteiro de obras deverá ser totalmente cercado utilizando palanques de concreto e tela de proteção altura mínima de 2,20 m.

O cercamento será composto por:

- ✓ Estaca pré-moldada em concreto (tipo mourão), seção 10x10cm, espaçamento 1,80m, altura útil=2,20m, altura total =3,00 m;
- ✓ Escoras a cada 12,60m;
- ✓ Tela aço galvanizado revestido em PVC, fio 12bwg, malha 7,5x7,5cm, losangular ou quadrangular;
- ✓ Arame galvanizado com revestimento em PVC fio 12bwg

Nas entradas e saídas de veículos deverão ser previstas pintura de advertência e sinalização pisca-pisca de segurança.

A sinalização será medida seguindo o perímetro do canteiro, em metros lineares.

4.7.1.4 Sinalização de Segurança

É de responsabilidade da contratada providenciar toda a sinalização de segurança durante a execução de toda obra. Todos os materiais e equipamentos a serem empregados deverão possuir prévia autorização da fiscalização.

4.7.2 OBRA DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL

4.7.2.1 Dragagem com Draga Autotransportadora (Hopper)

O sistema de dragagem pretendido pode ser categorizado como hidráulico (bombeamento).

Para engordamento de praias é mais típico a utilização de uma draga de sucção (hopper) para remover os sedimentos de areia do fundo do mar. A dragagem hidráulica envolve o uso de uma plataforma tipo navio com cisterna e uma ou mais bombas centrífugas grandes para levantar lama/areia de água-sedimento do fundo do mar por meio de um tubo, descarregar o material em espera na cisterna do próprio navio e, em seguida, transportá-lo para os locais específicos.

Draga – O equipamento escolhido para realizar o engordamento é a draga autotransportadora tipo Hopper de médio porte (capacidade da cisterna mínima de 4.500 m³) com bomba de recalque.

Recalque e Depósito de Areia na Praia – O sistema a ser utilizado pela draga Hopper deverá ser por meio de bombeamento para conduzir a areia da cisterna até a praia mediante linha de linha flutuante de tubos de aço.

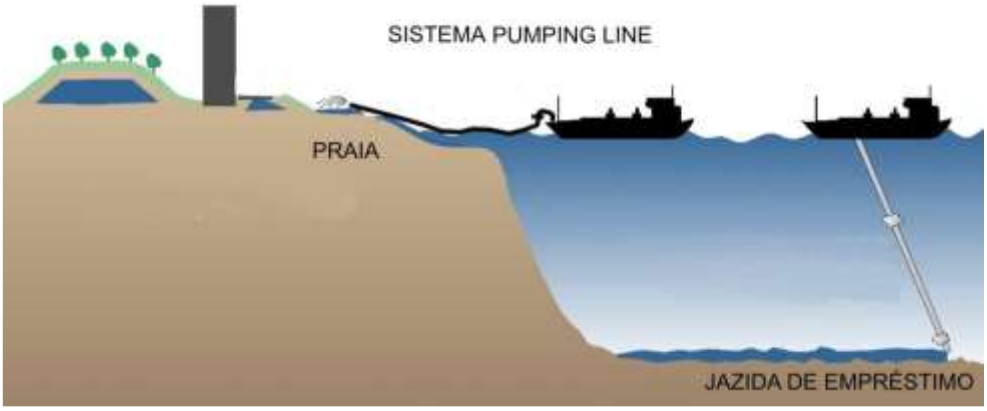


Figura 156: Dragagem e Bombeamento com Linha Flutuante de Tubos Metálicos

As dragas deverão ser dotadas de equipamentos de posicionamento eletrônico (DGPS) e de equipamentos para registro de produção no corte, na cisterna e no bombeamento. As dragas deverão ser dotadas de equipamentos de posicionamento eletrônico (DGPS) e de equipamentos para registro de produção no corte, na cisterna e no bombeamento.

A jazida de empréstimo está localizada a uma distância de aproximadamente 17 km (10,25 MN) em relação à praia onde será disposto o material dragado e deverá ser sinalizada de acordo com as normas da Marinha do Brasil NORMAN 11 e NORMAN 17.

A área de acoplamento e das linhas, bem como as áreas de despejo deverão ter seus limites estabelecidos com a instalação de sinalização náutica de acordo com as normas descritas acima.

A medição dos serviços de dragagem será pelo volume de material depositado na praia apropriado através de levantamentos topográficos e batimétricos, realizados após a execução dos serviços.

Deverão ser fornecidos linhas de recalque em água (com flutuadores e sinalização) e em terra, fornecida para permitir melhor espalhamento do material nas etapas ao longo da obra. A extensão da linha em água deverá garantir o recalque até a praia. Para a linha em terra deverão ser considerados 350m de extensão, sendo 200 m para a linha principal e 125 m para a linha de apoio.

Os serviços de aterro, para cada seção de trecho serão realizados com a criação de um depósito inicial para ser utilizado em trincheiras de contenção que deverão reter a porção maior do volume de aterro necessário e, na medida que atinja a quantidade de material necessária, será terraplanado no trecho aflorado do projeto. Para o trecho submerso, o controle será feito pela relação de volume depositado da ponta da linha, calculada na razão do volume de recalque por hora de bombeamento, a fim de conformar a seção de fundo projetada.

4.7.2.2 Espalhamento de material de 1a categoria com trator de esteira e auxílio de escavadeira hidráulica

O sedimento levado até o perfil praial deverá ser distribuído (retrabalhamento) mecanicamente com o auxílio de trator de esteira e escavadeira hidráulica para o restabelecimento do ambiente praial.

4.8 RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES LÍQUIDOS GERADOS

Na execução das obras não haverá geração de resíduos ou efluentes, porém, estes serão gerados principalmente no canteiro de obras, resultantes do refeitório, sanitários e escritório, assim como devido à eventual manutenção de máquinas no local, as quais gerarão resíduos contaminados, como embalagens de produtos, os quais deverão ser destinados por empresas habilitadas.

Os resíduos sólidos comuns provenientes das atividades dos colaboradores no escritório, refeitório e sanitários compreendem restos de alimentos e seus recipientes de armazenamento, papéis toalha, papéis higiênicos, louças descartáveis entre outros, e resíduos recicláveis em geral. Estes resíduos poderão ser coletados e destinados pela coleta municipal.

O efluente gerado nos banheiros químicos será coletado pela empresa fornecedora dessas estruturas, a qual geralmente realiza a troca do banheiro ou apenas coleta o efluente e realiza a higienização. Em geral estes banheiros têm capacidade para armazenar 200 litros de efluente, dependendo do tipo contratado.

Na manutenção das máquinas utilizadas no empreendimento são gerados óleos lubrificantes e hidráulicos. Estes resíduos poderão ser gerados eventualmente e devem ser destinados por empresa com licença ambiental vigente.

A tabela a seguir especifica estes resíduos, sua origem e classificação, estimativa de geração, armazenamento e destinação.

Tabela 22: Informações sobre os resíduos sólidos e efluentes gerados nas obras.

Atividade/Local	Código IBAMA correlato	Descrição do Resíduo	Quantidade	Armazenamento	Destino Previsto
Manutenção de máquinas	13 02 01 (*) Óleos de motores, transmissões e lubrificação usados ou contaminados –	Óleo lubrificante para manutenção de máquinas	Não estimada por ser uma geração eventual	Tambor em piso impermeável, área coberta, com bacia de contenção	Tratamento
Manutenção de máquinas	15 02 02 (*) Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas – 15 01 10 (*) Embalagens de qualquer um dos tipos acima descritos contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas –	Embalagens e estopas contaminadas	Não estimada por ser uma geração eventual	Tambor em piso impermeável, área coberta	Aterro Industrial / Reciclagem
Refeitório e Sanitários	20 01 08 Resíduos biodegradáveis de cozinhas e cantinas	Resíduos de alimentos e de sanitários	x	Tambor em piso impermeável, área coberta	Aterro Sanitário
Escritórios	20 01 01 Papel e cartão 20 01 39 Plásticos 20 01 40 Metais	Resíduos recicláveis em geral, como papéis, embalagens de alimentos, entre outros.		Tambor em piso impermeável, área coberta	Reciclagem
Banheiros Químicos	--	Efluentes sanitários	200 l/troca	Na própria estrutura do banheiro químico	Tratamento

Apresentam-se a seguir empresas que poderão atender aos serviços de coleta e destinação dos resíduos e efluentes. Cabe citar que a contratação das empresas ocorrerá em etapa posterior, podendo ou não estar presente nesta listagem.

Tabela 23: Empresas para destinação dos resíduos e efluentes gerados no canteiro de obras.

Descrição do Resíduo	**Empresa de destinação**	**LAO**	**Órgão Ambiental**	**Município**
Óleo lubrificante da manutenção de máquinas	Universal Lubrificantes	Nº 11/2021	SAMA	Joinville
Estopas contaminadas	Catarinense Engenharia Ambiental	Nº 816/2018	IMA	Joinville
Resíduos de alimentos e de sanitários	Coleta Municipal	--	--	Itapema
Resíduos recicláveis em geral, como papéis, embalagens de alimentos, entre outros.	Coleta Seletiva Municipal	--	--	Itapema
Efluentes Sanitários	Companhia Águas de Itapema	Em análise*verificar na contratação	IMA	Itapema

LAO = Licença Ambiental de Operação.

4.9 MÃO DE OBRA NECESSÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO

Para a execução desta obra estima-se a geração de 32 empregos diretos, abrangendo os operários e profissionais para a coordenação da execução, de acordo com a Tabela 24.

Tabela 24: Descrição da mão de obra.

Descrição	***Quantidade***
Operadores de draga	**13**
Operadores de Trator de Esteira	**3**
Operador de Escavadeira Hidráulica	**1**
Operador de Carregadeira de Pneus	**1**
Motoristas de veículo para escolta de equipamentos	**8**
Operador de Embarcação para transporte de pessoal e apoio logístico	**2**
Operador de Embarcação para sondagem	2
Engenheiro de obra	2
Total	**32**

4.10 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

A Tabela 25 apresenta o cronograma atual da obra, demonstrando compatibilidade com as características da obra e da jazida, e com os equipamentos disponíveis no mercado.

Tabela 25: Cronograma físico de implantação das obras.

CRONOGRAMA FÍSICO									
OBRA	SERVIÇO	MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	MÊS 07	MÊS 08
		Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico
1	**SERVIÇOS PRELIMINARES**								
1.1	Abrigo Provisório	100,00%							
1.2	Assentamento e aquisição de Placa de obras	100,00%							
1.3	Cercamento modular do canteiro de obras	100,00%							
1.4	Sinalização e iluminação de segurança	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%
1.5	Limpeza mecanizada de terreno	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%
1.6	Serviços técnicos de topografia para controle geométrico da execução da obra	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%
1.7	Serviços técnicos de batimetria para controle geométrico da execução da obra	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%
2	**MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS**								
2.1	Mobilização	30,00%	30,00%	40,00%					
2.2	Desmobilização							20,00%	80,00%
3	**OBRAS DE ENGORDAMENTO E RECUPERAÇÃO DA PRAIA**								
3.1	Serviços de Dragagem e Aterro Hidráulico				20,00%	40,00%	40,00%		

4.11 VALOR ESTIMADO DO INVESTIMENTO

O valor estimado para a obra será de R$ 48.000.000,00 (quarenta e oito milhões de reais).

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O EAS deve abordar a interação entre elementos dos meios físico, biológico e socioeconômico, buscando a elaboração de um diagnóstico integrado da área de influência direta da atividade. Deve possibilitar a avaliação dos impactos resultantes da implantação do empreendimento ou atividade, e a definição das medidas mitigadoras, de controle ambiental e compensatórias, quando couber.

Este estudo possibilitará a avaliação dos impactos resultantes da atividade, e a definição das medidas mitigadoras, de controle ambiental e compensatórias, quando couber.

5.1 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

A definição das áreas de influência encontra base na Resolução CONAMA N° 001/86, artigo 5º, inciso III, a qual estabelece aos estudos ambientais a obrigação de "*definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza*".

As áreas de influência, portanto, são aquelas afetadas pelos impactos negativos ou positivos de uma atividade e empreendimento durante as fases de implantação e operação, podendo ser diferenciadas de acordo com o meio afetado (meio físico, biótico ou socioeconômico).

Neste estudo serão definidas a Área Diretamente Afetada, Área de Influência Direta e Área de Influência Indireta.

5.1.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)

A Área Diretamente Afetada (ADA), ou área de intervenção, é a área onde irão ocorrer as intervenções das obras de alimentação artificial da praia. Estas áreas sofrerão intervenções e serão diretamente afetadas quanto aos impactos ambientais resultantes.

As obras de alimentação artificial da praia compreendem a faixa de areia em uma extensão de 4.750 metros, e a área de dragagem (jazida), localizada a aproximadamente 17 km da praia.

5.1.2 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

A área de influência direta - AID deve abranger todas as áreas passíveis de sofrer impactos devido às ações diretas e indiretas da atividade. A AID foi definida de acordo com os meios atingidos, sendo estes: físico, biótico e socioeconômico.

5.1.2.1 AID dos Meios Físico e Biótico

Devido os meios físico e biótico estarem relacionados às intervenções ocorridas e aos impactos, definiu-se uma mesma AID para ambos.

Para o meio físico e biótico a AID compreende toda a área de intervenção da alimentação da praia e as áreas de restinga localizadas paralelas à faixa de areia.

Definiu-se também toda a área marinha da enseada, considerando que será área de circulação da draga e possíveis alterações na dinâmica costeira.

A AID da jazida foi definida considerando principalmente os impactos de geração de ruído subaquático que possa afetar a biota local e a pluma de dispersão dos sedimentos ocasionada pela dragagem. Com isto teve-se uma faixa de 1.000 metros no entorno da área da jazida.

5.1.2.2 AID do Meio Socioeconômico

Para o meio socioeconômico considerou-se as vias de circulação de moradores e turistas, onde também ocorrerá a circulação de trabalhadores das obras, veículos e maquinários; considerou-se também os impactos ao trânsito local, que poderá ser

afetado pelas obras. Deste modo, definiu-se toda a extensão da orla de Itapema com limite oeste definido pela rodovia BR-101, na região norte, e pela avenida Nereu Ramos e principais vias de acesso na região sul.

Nesta delimitação considerou-se também os pescadores que serão afetados pelas obras de alargamento da praia, interferindo nas suas atividades diárias. Porém, para este impacto a área geográfica compreende a área marítima principalmente no interior da enseada, já contemplada nos meios biótico e físico.

Em um segundo momento, considerou-se os impactos positivos das obras no município de Itapema, com a definição de uma AID para a fase de “operação”, ou seja, após a finalização das obras. Deste modo, a AID foi definida para esta fase como todo o território municipal.

5.1.3 ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

A Área de Influência Indireta (AII) é a região onde os impactos se fazem sentir de maneira secundária ou indireta e, de modo geral, com menor intensidade, em relação a Área de Influência Direta (AID).

A AII foi definida de acordo com os meios atingidos, sendo estes: físico, biótico e socioeconômico.

5.1.3.1 AII dos Meios Físico e Biótico

Devido os meios físico e biótico estarem relacionados quanto às intervenções ocorridas e aos impactos, a definição da AII foi a mesma para ambos. A AII foi definida como as sub-bacias do rio Perequê e do rio .

A AII compreende também a área marítima de toda a costa entre os promontórios de Balneário Camboriú (Praia da Taquara) e Porto Belo (Ponta do Araçá), que poderá ser afetada pelos impactos negativos da dragagem devido ao ruído subaquático e plumas de

sedimentos que podem afetar a biota local, impactando também nas atividades de subsistência dos pescadores.

5.1.3.2 AII do Meio Socioeconômico

Para o meio socioeconômico, a Área de Influência Indireta compreende o Município de Itapema, principalmente no que diz respeito aos impactos positivos relacionados ao aumento do turismo. Também foi incluído a área urbanizada e em expansão do município de Porto Belo, que também poderá ser impactado pela promoção do turismo na região.

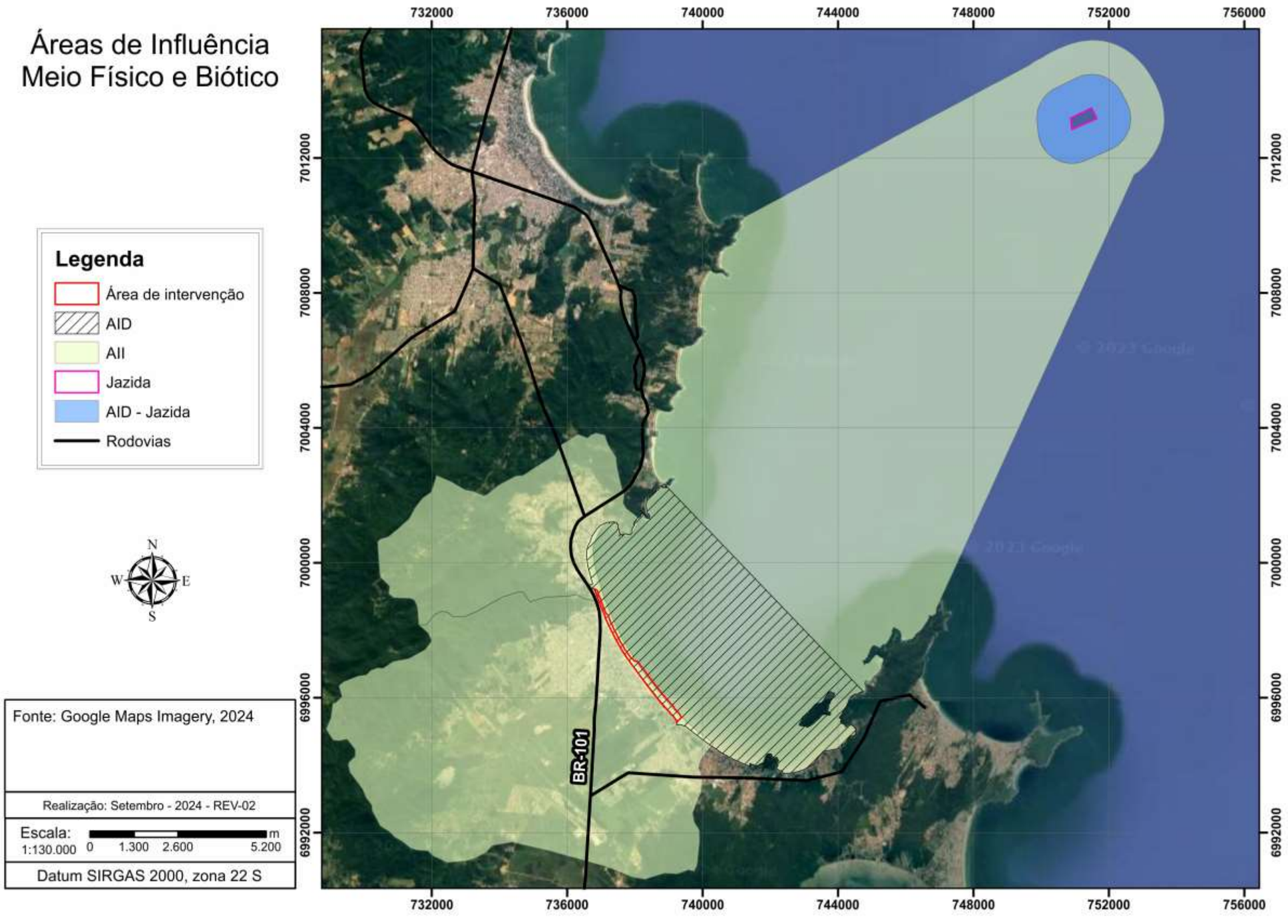


Figura 157: Áreas de Influência do meio físico e biótico.

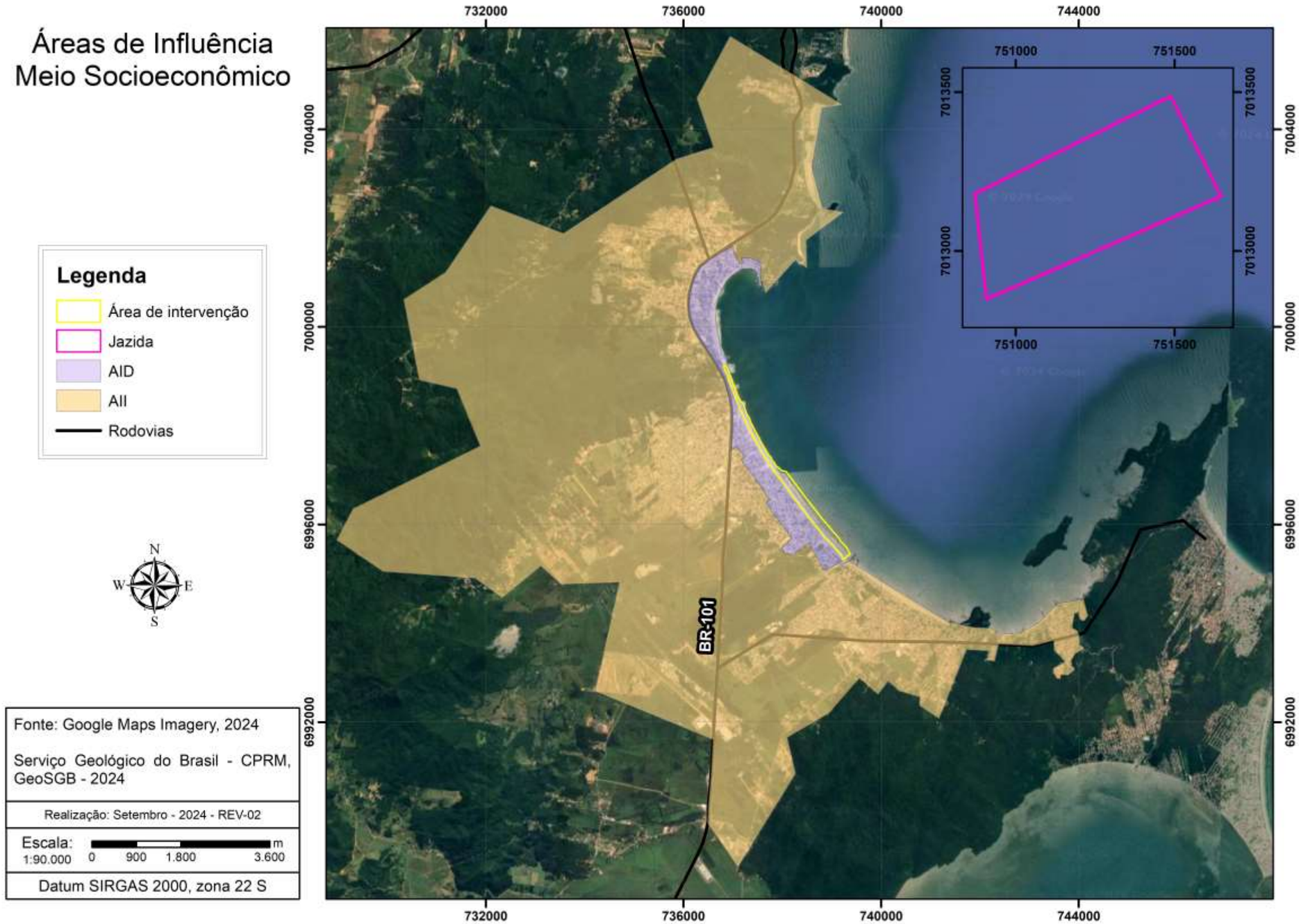


Figura 158: Áreas de influência do meio socioeconômico.

5.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A caracterização do uso do solo foi realizada na AID do meio socioeconômico, com foco na via paralela a costa e vias perpendiculares de acesso a orla ao longo de todo o trecho de alargamento da faixa de areia.

A extensão analisada foi dividida em dois trechos, sendo que o primeiro corresponde a um trecho de aproximadamente 1.000 metros onde não há via de acesso à beira mar, com as construções executadas na faixa de areia, e o segundo trecho corresponde a extensão que possui via paralela para pedestres e ciclistas em uma extensão de até 3.750 metros.

Nenhum trecho analisado possui vias para circulação de veículos, a não ser as vias perpendiculares para acesso aos residenciais e outros empreendimentos.

A localização dos pontos analisados é realizada de acordo com as ruas próximas e com a estaca do projeto executivo.

5.2.1 TRECHO 01

Na margem esquerda do rio Taboleiro dos Oliveiras, ainda na Praia do Centro, observam-se edifícios residenciais de frente para o mar. Neste trecho é possível o acesso de veículos na Av. Beira Mar pela Rua 165 (Figura 159 e Figura 160). Deste ponto em direção a Meia Praia não há via de circulação de veículos ou pedestres na beira mar.

Nas margens do rio Taboleiro dos Oliveiras há uma ponte para travessia e deck com um modelo de barco para visitação (Figura 161 e Figura 162).



Figura 159: Vista para a Praia do Centro e Av. Beira Mar.



Figura 160: Prédios residenciais na Praia do Centro, ao lado do rio Taboleiro dos Oliveiras, na Av. Beira Mar.



Figura 161: Deck e ponte no rio Taboleiro dos Oliveiras.



Figura 162: Deck ao lado da ponte, com ponto turístico.

No registro a seguir observa-se a foz do rio, com a vegetação de restinga na margem direita e prédios residenciais na Praia Central.



Figura 163: Vista do rio Taboleiro dos Oliveiras.

Na margem direita do rio a vegetação de restinga se conecta com outro fragmento ao longo da praia, dispostos em frente aos prédios residenciais nos primeiros 200 metros a partir do molhe da margem esquerda (Figura 164 a Figura 166).

Entre as estacas de 200 e 250 metros a restinga é substituída por vegetação de gramínea. O uso do solo continua com predomínio de prédios residenciais (Figura 167).



Figura 164: Vegetação de restinga e prédios residenciais no início do trecho.



Figura 165: Vegetação de restinga e prédios residenciais no início do trecho.



Figura 166: Vegetação de restinga e prédios residenciais no início do trecho.



Figura 167: Areia com gramíneas entre os edifícios residenciais e faixa de areia.

A partir deste trecho a vegetação de restinga segue em pequenos mosaicos, conectados em alguns pontos, até o final do Trecho 1.

Todo este trecho apresenta ocupação da orla da praia com edificações de baixo, médio e alto porte.



Figura 168: Prédios residenciais e vegetação de resinga, entre 300 e 350 m.



Figura 169: Posto Guarda Vidas, entre 300 e 350 m.



Figura 170: Residência unifamiliar entre 500 e 550 m.



Figura 171: Lançamento de drenagem na praia, entre 550 e 600 m.



Figura 172: Vista da praia próximo à estaca de 650 m. Observa-se Morro da Linguiça.



Figura 173: Rua 201, com acesso aos residenciais e a praia próximo à estaca 750 m.



Figura 174: Rua 201, com acesso aos residenciais e a praia próximo à estaca 750 m.



Figura 175: Esquina da Rua 201 com Av. Nereu Ramos, paralela à rodovia BR-101.



Figura 176: prédios residenciais e remanescentes de restinga, próximo à estaca de 800 m.



Figura 177: Remanescente de restinga, próximo à estaca de 950 m.

Conforme pode ser observado nos registros fotográficos, o uso do solo na AID, na parte voltada para o mar, é principalmente de residenciais multifamiliares. Voltado para a Avenida Nereu Ramos há também estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços diversos.

O Trecho 01 finaliza na estaca de 1.000 metros, próximo à rua 205. No próximo item serão apresentadas as características do uso e ocupação da orla no Trecho 02, entre as estacas de 1.000 e 4.750 metros, em uma extensão de 3.750 metros.

5.2.2 TRECHO 02

Praticamente toda a área paralela à praia se caracteriza pela ocupação antrópica, urbanizada, com construções para usos diversos, principalmente residencial e comercial. Observam-se também áreas de lazer do parque linear e calçadão com ciclovia, pista para pedestres e estruturas diversas.

O Trecho 02 apresenta ocupação residencial ao longo da orla até aproximadamente a rua 211 (Figura 180 a Figura 187), onde observa-se início de empreendimentos comerciais.



Figura 178: Estrutura de acesso à praia no início do Trecho 02, estaca 1.050 m.



Figura 179: Rua 205, início do Trecho 02.



Figura 180: Banheiros públicos, rua 205.



Figura 181: Galeria pluvial, início do Trecho 02.



Figura 182: Calçadão na beira-mar, entre as estacas de 1.050 e 1.100 m.



Figura 183: Rua 207 com acesso ao calçadão.



Figura 184: Posto salva vidas e prédios residenciais, frente rua 207.



Figura 185: Deck e rampa para acesso à praia, estaca 1.150m.



Figura 186: Prédios residenciais na rua 209.



Figura 187: Calçadão em frente à rua 209.

Após a rua 209, próximo à estaca 1.250 m, observa-se uma alteração no uso do solo na orla com alguns comércios e prestação de serviços, como lojas, restaurantes, bares, entre outros. Porém, nas ruas de acesso (perpendiculares), observa-se ainda um predomínio de prédios residenciais.



Figura 188: Empreendimentos comerciais na orla, próximo à estaca 1.250 m.



Figura 189: Prédios residenciais na rua 211.



Figura 190: Calçadão em frente à rua 211, com ciclovia, bancos, deck e estrutura para quiosques.



Figura 191: Empreendimentos comerciais no calçadão, estaca 1.550 m.



Figura 192: Posto salva vidas e empreendimentos comerciais, estaca 1.650 m.



Figura 193: Deck e estruturas para lazer, estaca 1.900m.



Figura 194: Drenagem pluvial em frente a rua 229.



Figura 195: Prédios residenciais e comerciais, rua 229.



Figura 196: Cancha de bocha, próximo à estação 2.150 m.



Figura 197: Quadra de vôlei na praia e supermercado, estaca 2.250 m.



Figura 198: Instalação de pescadores artesanais, em frente à rua 237, estaca 2.450 m.



Figura 199: Posto salva vidas, estaca 2.500 m.



Figura 200: Restaurantes na orla, estaca 2.500 m.



Figura 201: Embarcações de pescadores locais, estaca 2.600m.



Figura 202: Deck e escadas para acesso a praia, estaca 2.800 m.



Figura 203: Casa com geradores, estaca 3.000 m.



Figura 204: Deck e academia ao ar livre em frente à rua 257, estaca 3.000 m.



Figura 205: Posto salva vidas e deck próximo à rua 261, estaca 3.050 m.



Figura 206: Estrutura de lazer e deck próximo à rua 261, estaca 3.050 m.



Figura 207: Drenagem pluvial e escada de acesso à praia em frente à rua 269, estaca 3.250 m.



Figura 208: Ducha instalada na orla, próximo à rua 271, estaca 3.300 m.



Figura 209: Prédios residenciais na rua 273.



Figura 210: Banheiro público em frente à rua 279, estaca 3.550 m.



Figura 211: Drenagem pluvial, em frente à rua 279, estaca 3.550 m.



Figura 212: Caiaques para locação, frente para rua 285, estaca 3.700 m.



Figura 213: Posto salva vidas e banheiros públicos, frente para a rua 289, estaca 3.750 m.



Figura 214: Prédios residenciais na rua 297, estaca 3.950m.



Figura 215: Cancha de bocha instalada no calçadão, próximo a rua 297, estaca 3.950m.



Figura 216: Empreendimentos comerciais e deck, rua 299, estaca 4.000m.



Figura 217: Posto salva vidas e locação de barcos, frente para a rua 307, estaca 4.200m.



Figura 218: Deck e escada de acesso à praia, entre as ruas 307 e 313, estaca 4.300m.



Figura 219: Drenagem pluvial em frente à rua 313, estaca 4.400m.



Figura 220: Drenagem e empreendimentos residenciais, em frente à rua 315, estaca 4.450m.



Figura 221: Calçadão e restinga remanescente, em frente à rua 319, estaca 4.650m.



Figura 222: Empreendimento comercial e ponto de lazer (rota dos balanços), próximo a rua 321, estaca 4.700m.



Figura 223: Ponto de lazer (Rota dos Balanços), próximo à rua 321, estaca 4.700m.

Ao final do trecho, próximo à foz do rio Perequê, observa-se uma diminuição da ocupação, com alguns terrenos baldios, e predomínio de ocupações residenciais.



Figura 224: Prédios residenciais, próximo à rua 323, estaca 4.700m.



Figura 225: Área disponibilizada para quadra de vôlei, estaca 4.700m.



Figura 226: Orada N. Sra. dos Navegantes, foz do rio Perequê, estaca 4.800m.



Figura 227: Prédios residenciais, foz do rio Perequê, estaca 4.800m.

5.3 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

Para fins de gerenciamento dos recursos hídricos, o Estado de Santa Catarina é dividido em 10 Regiões Hidrográficas que englobam bacias semelhantes em aspectos hidrológicos e fisiográficos (SANTA CATARINA, 1998). O município de Itapema está inserido na Região Hidrográfica RH 08 – Litoral Centro. Esta região abrange a área de quatro bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina, a Bacia Hidrográfica do Rio Biguaçu, a Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão Sul, a Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas, a Bacia Hidrográfica do Rio da Madre, além da ilha de Florianópolis e bacias contíguas com sistemas de drenagem independentes (Figura 228).

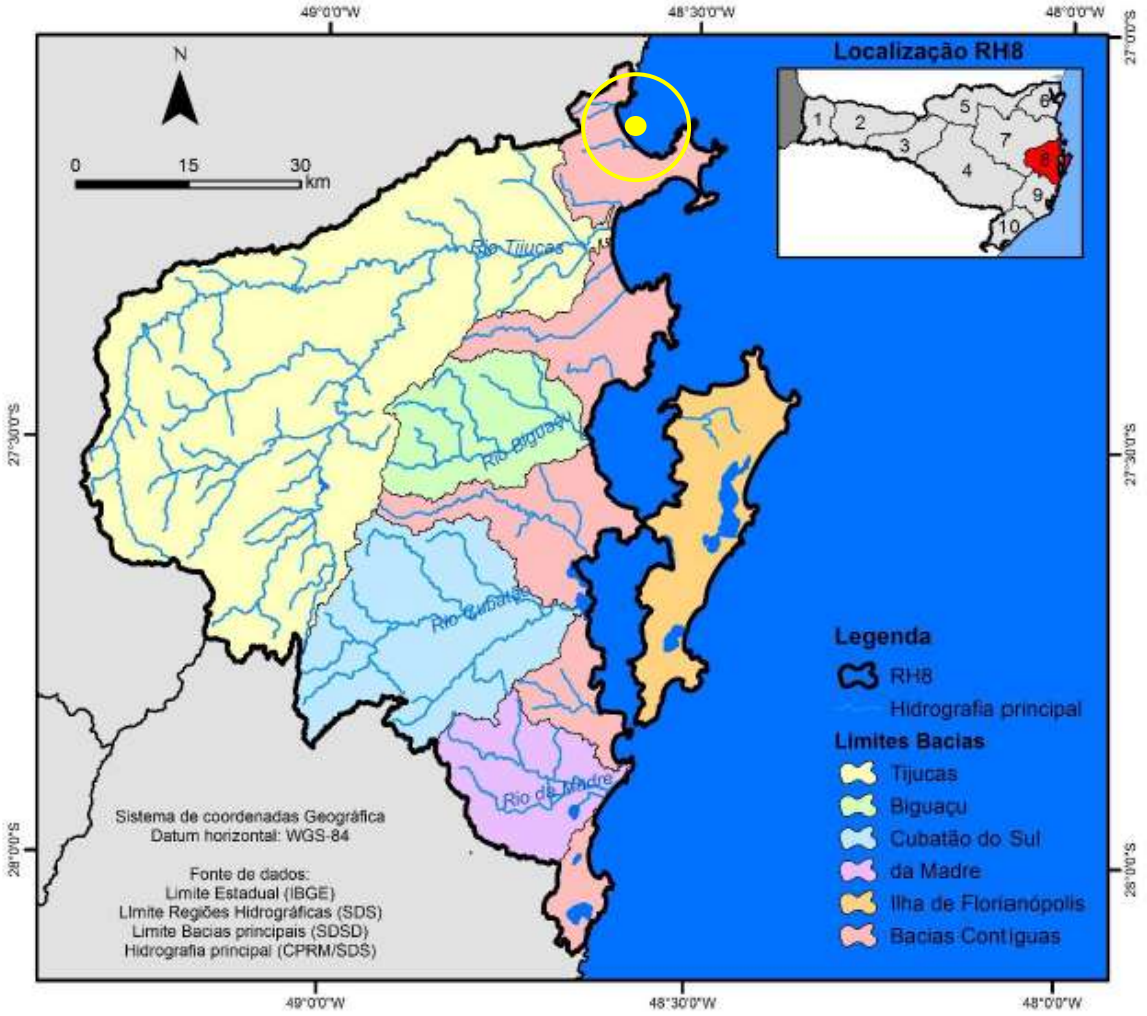


Figura 228: Localização da RH8 e das bacias hidrográficas que a compõe. Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina – PERH/SC, 2017.

O município de Itapema está totalmente inserido em um complexo hidrológico de bacias contíguas independentes as quais tem foz diretamente no oceano, como pode ser observado na figura a seguir.

Algumas divisões de bacias hidrográficas não consideram as bacias contíguas, e somente as principais citadas anteriormente. Neste cenário, o município de Itapema estaria totalmente inserido na bacia hidrográfica do Rio Tijucas. Cabe citar que o município faz parte do comitê desta bacia.

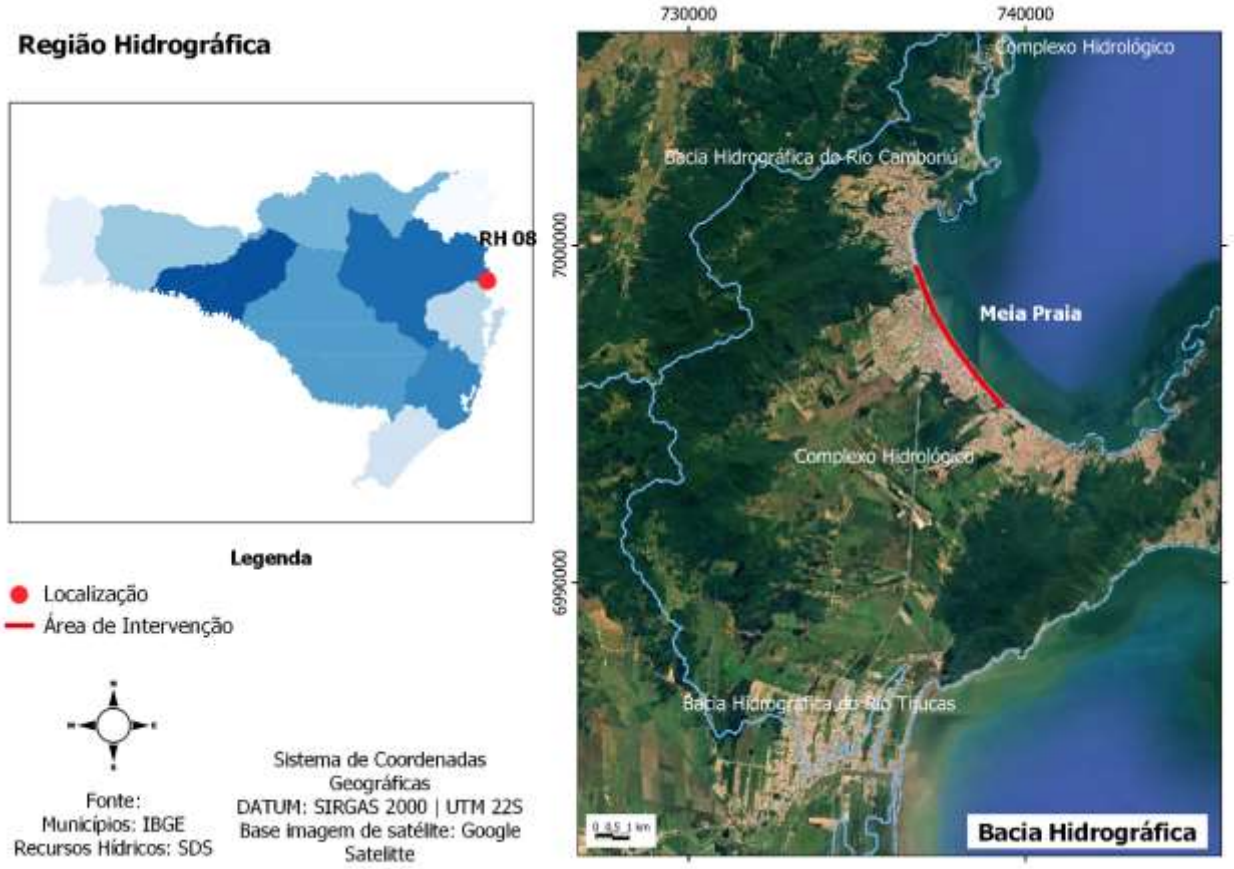


Figura 229: Localização do empreendimento na bacia hidrográfica.

Para definição das microbacias considerou-se a divisão das unidades hidrográficas do estado de Santa Catarina disponíveis na Mapoteca Digital de Santa Catarina, no site da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina).

O município de Itapema é abrangido por três subbacias; sub-bacia do rio Mata Camboriú, sub-bacia do rio Areal e sub-bacia do rio Perequê

A área em estudo está inserida quase totalmente na microbacia do rio Perequê, com um pequeno trecho que intercepta a microbacia Rio do Areal.

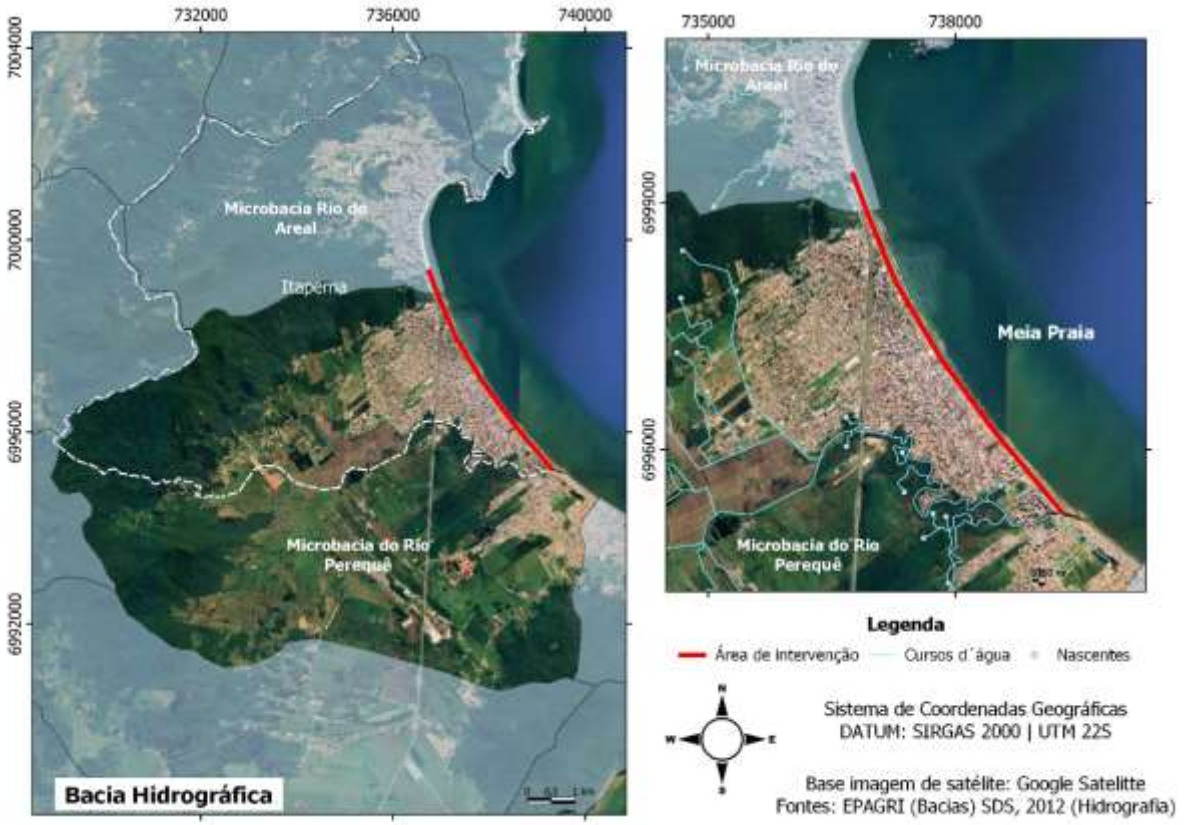


Figura 230: Localização quanto as microbacias hidrográficas.

A microbacia hidrográfica do rio Perequê possui uma área de aproximadamente 67 km² e extensão do curso principal de aproximadamente 14 km.

A microbacia apresenta áreas vegetadas nos morros onde ocorrem as nascentes, onde há parte da Unidade de Conservação Refúgio da Vida Silvestre de Itapema. Seguindo para as cotas mais baixas a paisagem se torna antropizada, com usos agropecuários no interior do município, na região oeste, e com densa ocupação urbana em uma faixa de 2 quilômetros a partir da costa.

O rio Perequê, que nasce no Morro da Miséria e do Trombudo, no conjunto geomorfológico da Serra do Tijucas, é o mais importante rio do município, tanto em volume d'água como em extensão.

Devido ao fato de a planície costeira ser muito estreita na região, o rio Perequê tem apenas 14 km de extensão, sendo encachoeirado em altitudes mais elevadas. Ao atingir a planície, cortando a área rural do município na Comunidade Rural do Sertão do Trombudo e, até sua foz ao sul do bairro Meia Praia, passa a servir de limite entre os municípios de Itapema e Porto Belo.

Ao chegar próximo à rodovia BR-101 o rio Perequê assume um perfil meandrante até sua foz no Oceano Atlântico. Neste trecho toda a margem esquerda do rio apresenta ocupação antrópica com construções muito próximos do curso d´água.



Figura 231: Foz do rio Perequê.



Figura 232: Foz do rio Perequê.

A microbacia hidrográfica do rio Areal possui uma área de aproximadamente 25 km² e extensão do curso principal de 9 km considerando desde sua nascente.

A microbacia apresenta uma grande área vegetada principalmente nos morros onde ocorrem as nascentes, os quais são abrangidos pela Unidade de Conservação Refúgio da Vida Silvestre de Itapema. Seguindo para as cotas mais baixas a paisagem se torna antropizada com densa ocupação urbana tanto a leste quanto oeste da rodovia BR-101.

O rio Taboleiro dos Oliveira nasce no bairro de mesmo nome e escoa encontrando-se com o rio São Paulinho a sua jusante. Parte das águas desse rio está tubulada no bairro e retorna ao ar livre às margens da rodovia BR-101. Este curso d´água recebe contribuição de esgotos domésticos ao interceptar as áreas urbanizadas.



Figura 233: Rio Taboleiro dos Oliveiras a montante da ponte, trecho inicial do empreendimento.



Figura 234: Foz do rio Taboleiro dos Oliveiras.

5.3.1 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D´ÁGUA

O enquadramento de corpos d'água em classes de uso preponderantes estabelece não necessariamente o estado do corpo d´água, mas sim o nível de qualidade que deveria ter em relação ao seu uso prioritário.

Como instrumento para a classificação das águas cabe citar a Resolução Nº 357/2005 do CONAMA que classifica as águas doces, salobras e salinas do território nacional, segundo seus usos preponderantes. Segundo a resolução supracitada, capítulo VI, Art. 42, "*Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 02, as salinas e salobras Classe 01, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente*" (BRASIL, 2005).

Atualmente a Resolução CERH nº 001/2008 dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina. De acordo com a referida resolução, em seu Art. 1º, deve-se adotar a classificação estabelecida pela Resolução Nº 357/2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, enquanto não aprovado o novo enquadramento dos cursos d'água superficiais do Estado de Santa Catarina, baseado em estudos técnicos específicos. Neste caso, considerando que as águas do rio Perequê e Taboleiro dos Oliveiras são salobras na área em estudo, são enquadrados em Classe 1.

Cabe citar, porém, que os Planos de Recursos Hídricos encaminham propostas de enquadramento baseado nos diagnósticos realizados. Conforme apresentado na Etapa D – Prognóstico das Demandas Hídricas no Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas, as águas da microbacia do rio Perequê foram enquadradas em Classe 2, como pode ser observado na figura a seguir. Observa-se que neste levantamento a delimitação da microbacia extrapola aquelas apresentadas pela EPAGRI, abrangendo diversas microbacias anexas. Deste modo, a microbacia do rio Areal também está inserida na área enquadrada como Classe 2.

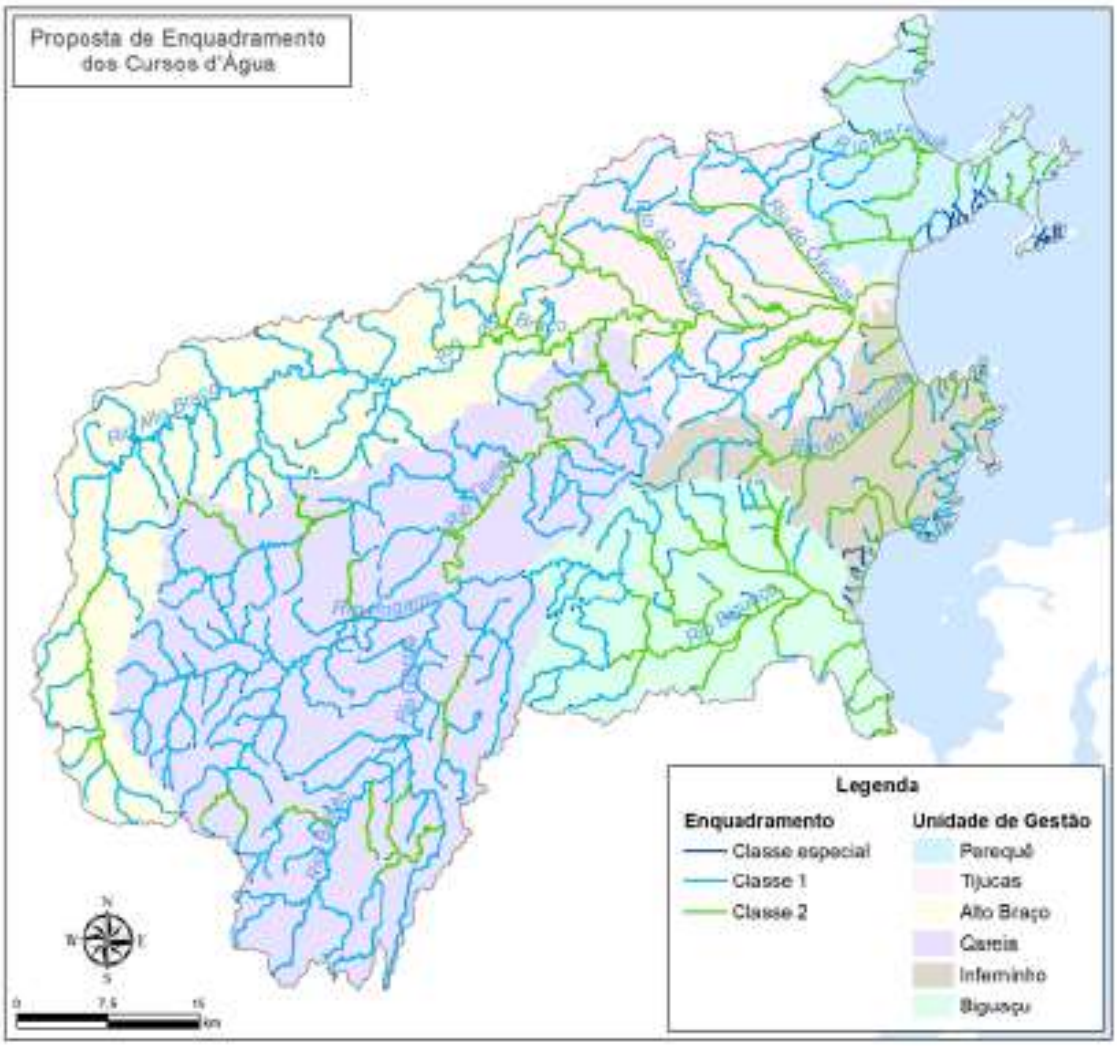


Figura 235: Proposta final do enquadramento dos cursos d'água das Bacias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas. Fonte: Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu E Bacias Contíguas. SDS, 2018.

5.3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA - BALNEABILIDADE

Para avaliação da qualidade da água foram verificados os resultados de balneabilidade disponibilizados pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA), os quais classificam os pontos como próprios e impróprios.

Foram avaliados 5 pontos, denominados nos relatórios do IMA como ponto 3, 4, 5, 8 e 9, sendo definidos os anos de 2022 e 2023 para realizar uma análise temporal, totalizando 55 análises (com exceção do ponto 9, com 54 análises).

Os pontos foram definidos devido à localização na área de intervenção do empreendimento. As coordenadas de localização dos pontos são indicadas na Tabela 26.

Tabela 26: Coordenadas de localização dos pontos de avaliação de balneabilidade.

Pontos conforme relatórios IMA	Coordenadas UTM – SIRGAS 2000	
	X	Y
3	737617.00	6997573.00
4	739182.00	6995468.00
5	737203.00	6998401.00
8	738206.00	6996686.00
9	736778.00	6999508.00

Foram avaliados também os pontos de lançamento de drenagens pluviais diretamente ao mar, sendo realizada uma comparação com os resultados de balneabilidade. Os pontos de drenagem foram indicados conforme Projeto de Drenagem elaborado para a região do empreendimento. Apresenta-se a seguir as coordenadas de localização.

Tabela 27: Localização dos trechos de drenagem.

Coordenadas em UTM – SIRGAS 2000					
Pontos de drenagem	X	Y	Pontos de drenagem	X	Y
D1	737122	6998368	D20	738365	6996363
D2	737383	6997821	D21	738399	6996315
D3	737408	6997772	D22	738436	6996268
D4	737430	6997729	D23	738500	6996184
D5	737473	6997660	D24	738527	6996146
D6	737517	6997570	D25	738583	6996080
D7	737540	6997527	D26	738619	6996034
D8	737601	6997425	D27	738639	6996007
D9	737630	6997383	D28	738660	6995981
D10	737670	6997320	D29	738694	6995939
D11	737795	6997134	D30	738731	6995898
D12	737867	6997032	D31	738769	6995856
D13	738120	6996699	D32	738794	6995821
D14	738134	6996676	D33	738830	6995771
D15	738170	6996621	D34	738992	6995603
D16	738197	6996592	D35	739020	6995565
D17	738267	6996490	D36	739038	6995547
D18	738297	6996450	D37	739205	6995351
D19	738340	6996401			

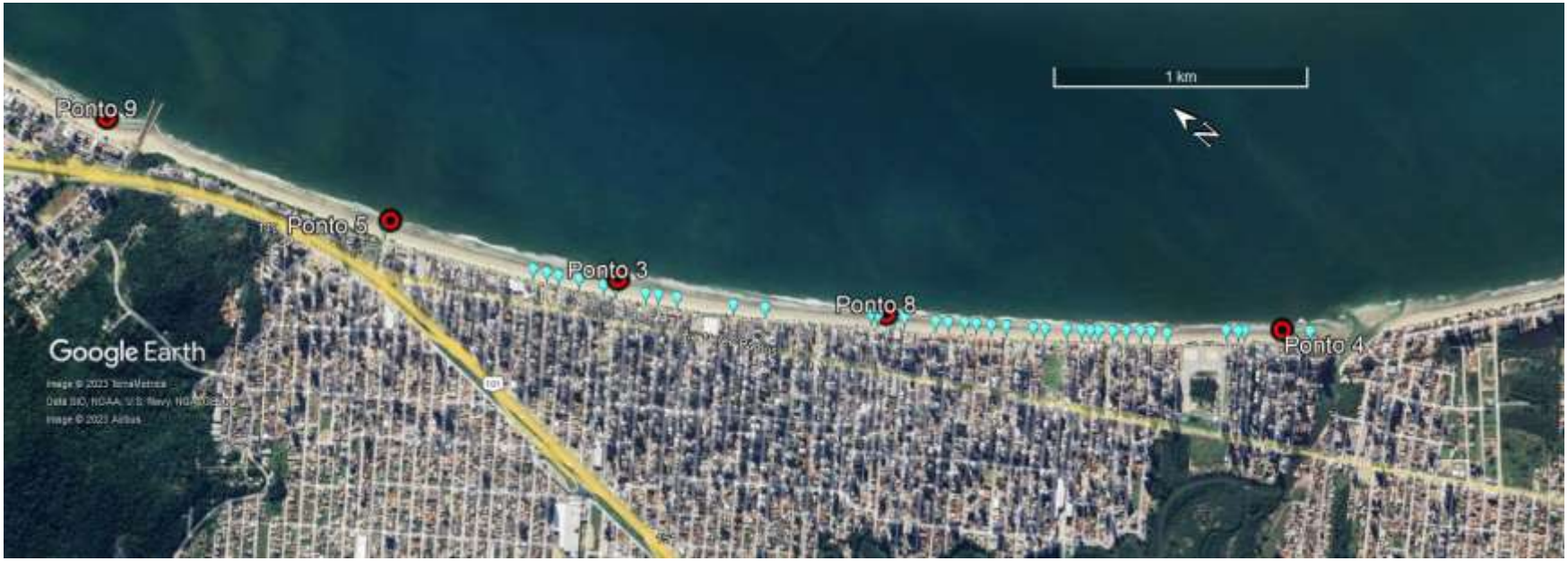


Figura 236: Pontos de avaliação de balneabilidade no trecho do empreendimento em estudo.

Os resultados obtidos para a balneabilidade indicam as datas, horários, temperaturas, entre outros parâmetros observados para a realização desta análise. A seguir são apresentadas as tabelas contendo os resultados para todos os pontos.

Tabela 28: Resultados do Ponto 3.

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
03/01/2022	13:40:00	Sul	Enchente	Ausente	30 Cº	30 Cº	249	PRÓPRIA
10/01/2022	11:40:00	Sul	Enchente	Moderada	20 Cº	29 Cº	8664	IMPRÓPRIA
17/01/2022	12:00:00	Sul	Enchente	Ausente	30 Cº	29 Cº	341	PRÓPRIA
24/01/2022	12:31:00	Norte	Enchente	Ausente	30 Cº	29 Cº	3448	IMPRÓPRIA
31/01/2022	10:40:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	30 Cº	275	IMPRÓPRIA
07/02/2022	12:05:00	Sul	Enchente	Ausente	29 Cº	30 Cº	146	IMPRÓPRIA
14/02/2022	13:19:00	Sul	Vazante	Ausente	28 Cº	28 Cº	2187	IMPRÓPRIA
21/02/2022	11:35:00	Norte	Enchente	Ausente	26 Cº	29 Cº	341	IMPRÓPRIA
02/03/2022	10:40:00	Sul	Enchente	Ausente	25 Cº	29 Cº	4106	IMPRÓPRIA
07/03/2022	10:33:00	Leste	Enchente	Ausente	20 Cº	25 Cº	345	IMPRÓPRIA
14/03/2022	10:41:00	Sul	Enchente	Ausente	20 Cº	23 Cº	228	IMPRÓPRIA
21/03/2022	10:25:00	Sul	Vazante	Fraca	20 Cº	23 Cº	19863	IMPRÓPRIA
25/04/2022	10:05:00	Norte	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	323	IMPRÓPRIA
23/05/2022	11:05:00	Noroeste	Enchente	Ausente	20 Cº	24 Cº	75	PRÓPRIA
22/06/2022	09:45:00	Norte	Enchente	Ausente	16 Cº	22 Cº	158	PRÓPRIA
01/08/2022	11:22:00	Norte	Vazante	Ausente	18 Cº	20 Cº	187	PRÓPRIA
29/08/2022	11:20:00	Sul	Vazante	Ausente	16 Cº	14 Cº	218	PRÓPRIA
28/09/2022	11:15:00	Sul	Enchente	Ausente	19 Cº	20 Cº	1187	PRÓPRIA
17/10/2022	10:02:00	Sul	Enchente	Ausente	18 Cº	19 Cº	480	PRÓPRIA
24/10/2022	11:40:00	Norte	Enchente	Ausente	19 Cº	20 Cº	546	PRÓPRIA
31/10/2022	11:20:00	Ausente	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	457	PRÓPRIA
07/11/2022	11:15:00	Sudeste	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	52	PRÓPRIA
16/11/2022	11:50:00	Sudeste	Enchente	Ausente	21 Cº	23 Cº	1723	PRÓPRIA
21/11/2022	12:20:00	Norte	Vazante	Ausente	20 Cº	24 Cº	364	PRÓPRIA
30/11/2022	11:45:00	Norte	Enchente	Intensa	19 Cº	20 Cº	10	PRÓPRIA
05/12/2022	11:30:00	Ausente	Enchente	Moderada	20 Cº	24 Cº	24196	IMPRÓPRIA
12/12/2022	11:20:00	Sul	Enchente	Ausente	23 Cº	28 Cº	86	IMPRÓPRIA
19/12/2022	10:40:00	Sul	Enchente	Intensa	21 Cº	23 Cº	4884	IMPRÓPRIA
26/12/2022	11:25:00	Norte	Vazante	Intensa	50 Cº	50 Cº	1483	IMPRÓPRIA
02/01/2023	11:15:00	Norte	Vazante	Ausente	24 Cº	27 Cº	2310	IMPRÓPRIA
09/01/2023	11:22:00	Sul	Enchente	Ausente	22 Cº	25 Cº	97	IMPRÓPRIA
16/01/2023	12:10:00	Ausente	Vazante	Ausente	25 Cº	27 Cº	148	IMPRÓPRIA
23/01/2023	13:35:00	Nordeste	Enchente	Ausente	27 Cº	30 Cº	313	IMPRÓPRIA

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
30/01/2023	12:25:00	Ausente	Enchente	Moderada	26 Cº	26 Cº	2755	IMPRÓPRIA
02/02/2023	10:44:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	86	PRÓPRIA
06/02/2023	12:39:00	Leste	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	11199	IMPRÓPRIA
09/02/2023	12:58:00	Nordeste	Enchente	Moderada	30 Cº	30 Cº	393	IMPRÓPRIA
13/02/2023	10:12:00	Nordeste	Vazante	Ausente	27 Cº	27 Cº	3654	IMPRÓPRIA
16/02/2023	10:07:00	Sul	Enchente	Moderada	25 Cº	26 Cº	243	IMPRÓPRIA
22/02/2023	08:17:00	Sul	Enchente	Moderada	24 Cº	24 Cº	213	IMPRÓPRIA
27/02/2023	10:13:00	Sudeste	Vazante	Moderada	25 Cº	25 Cº	1450	IMPRÓPRIA
02/03/2023	09:47:00	Nordeste	Enchente	Moderada	26 Cº	26 Cº	110	IMPRÓPRIA
06/03/2023	10:19:00	Noroeste	Enchente	Moderada	26 Cº	25 Cº	2755	IMPRÓPRIA
09/03/2023	09:55:00	Sudeste	Enchente	Ausente	26 Cº	26 Cº	262	IMPRÓPRIA
13/03/2023	09:40:00	Nordeste	Vazante	Moderada	27 Cº	26 Cº	813	IMPRÓPRIA
16/03/2023	09:48:00	Leste	Enchente	Moderada	27 Cº	26 Cº	10	IMPRÓPRIA
20/03/2023	10:02:00	Nordeste	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	189	IMPRÓPRIA
27/03/2023	10:34:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	26 Cº	801	IMPRÓPRIA
30/03/2023	10:30:00	Noroeste	Vazante	Intensa	26 Cº	27 Cº	75	IMPRÓPRIA
24/04/2023	10:56:00	Nordeste	Enchente	Moderada	24 Cº	24 Cº	31	PRÓPRIA
29/05/2023	10:32:00	Sudoeste	Vazante	Moderada	21 Cº	18 Cº	86	PRÓPRIA
26/06/2023	10:52:00	Nordeste	Vazante	Ausente	22 Cº	22 Cº	1989	IMPRÓPRIA
24/07/2023	10:29:00	Sul	Vazante	Ausente	30 Cº	21 Cº	75	PRÓPRIA
28/08/2023	11:06:00	Sudoeste	Enchente	Ausente	18 Cº	15 Cº	1126	IMPRÓPRIA
21/09/2023	10:26:00	Noroeste	Enchente	Ausente	23 Cº	21 Cº	1354	IMPRÓPRIA

Tabela 29: Resultados do Ponto 4.

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
03/01/2022	12:44:00	Sul	Enchente	Ausente	30 Cº	30 Cº	209	PRÓPRIA
10/01/2022	10:29:00	Sul	Enchente	Intensa	18 Cº	26 Cº	2851	IMPRÓPRIA
17/01/2022	11:08:00	Sul	Enchente	Ausente	30 Cº	29 Cº	218	PRÓPRIA
24/01/2022	11:44:00	Norte	Enchente	Ausente	30 Cº	29 Cº	120	PRÓPRIA
31/01/2022	09:56:00	Sul	Enchente	Ausente	26 Cº	30 Cº	260	PRÓPRIA
07/02/2022	11:20:00	Sul	Enchente	Ausente	29 Cº	29 Cº	860	IMPRÓPRIA
14/02/2022	12:33:00	Sul	Vazante	Ausente	28 Cº	28 Cº	246	PRÓPRIA
21/02/2022	10:42:00	Norte	Enchente	Ausente	26 Cº	29 Cº	75	PRÓPRIA
02/03/2022	10:10:00	Sul	Enchente	Ausente	25 Cº	29 Cº	379	PRÓPRIA
07/03/2022	09:40:00	Sul	Enchente	Ausente	20 Cº	25 Cº	24196	IMPRÓPRIA

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
14/03/2022	10:02:00	Sul	Enchente	Ausente	21 Cº	27 Cº	1553	IMPRÓPRIA
21/03/2022	09:35:00	Sul	Vazante	Fraca	20 Cº	23 Cº	7270	IMPRÓPRIA
25/04/2022	09:05:00	Norte	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	393	IMPRÓPRIA
23/05/2022	10:05:00	Norte	Enchente	Ausente	20 Cº	24 Cº	31	IMPRÓPRIA
22/06/2022	08:50:00	Norte	Enchente	Ausente	15 Cº	21 Cº	98	IMPRÓPRIA
01/08/2022	10:17:00	Norte	Vazante	Ausente	18 Cº	20 Cº	231	PRÓPRIA
29/08/2022	10:10:00	Sul	Vazante	Ausente	16 Cº	14 Cº	305	PRÓPRIA
28/09/2022	10:17:00	Sul	Enchente	Ausente	17 Cº	20 Cº	2187	IMPRÓPRIA
17/10/2022	09:02:00	Sul	Enchente	Ausente	17 Cº	19 Cº	789	PRÓPRIA
24/10/2022	10:15:00	Norte	Enchente	Ausente	19 Cº	19 Cº	256	PRÓPRIA
31/10/2022	10:05:00	Ausente	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	487	PRÓPRIA
07/11/2022	09:40:00	Sudeste	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	86	PRÓPRIA
16/11/2022	10:20:00	Sudeste	Enchente	Ausente	21 Cº	23 Cº	2359	IMPRÓPRIA
21/11/2022	11:02:00	Norte	Vazante	Ausente	20 Cº	24 Cº	272	PRÓPRIA
30/11/2022	10:05:00	Norte	Enchente	Intensa	19 Cº	20 Cº	449	PRÓPRIA
05/12/2022	10:11:00	Ausente	Enchente	Moderada	20 Cº	24 Cº	15531	IMPRÓPRIA
12/12/2022	09:30:00	Sul	Enchente	Ausente	23 Cº	28 Cº	41	IMPRÓPRIA
19/12/2022	09:15:00	Sul	Enchente	Intensa	21 Cº	22 Cº	5475	IMPRÓPRIA
26/12/2022	10:15:00	Norte	Vazante	Intensa	50 Cº	50 Cº	1076	IMPRÓPRIA
02/01/2023	10:19:00	Norte	Enchente	Ausente	24 Cº	27 Cº	52	IMPRÓPRIA
09/01/2023	10:15:00	Sul	Enchente	Ausente	22 Cº	21 Cº	85	IMPRÓPRIA
16/01/2023	10:15:00	Ausente	Enchente	Ausente	25 Cº	27 Cº	171	IMPRÓPRIA
23/01/2023	12:25:00	Nordeste	Enchente	Ausente	27 Cº	30 Cº	148	PRÓPRIA
30/01/2023	11:14:00	Ausente	Vazante	Moderada	25 Cº	25 Cº	529	PRÓPRIA
02/02/2023	10:14:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	27 Cº	86	PRÓPRIA
06/02/2023	11:13:00	Leste	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	175	PRÓPRIA
09/02/2023	12:31:00	Nordeste	Enchente	Moderada	30 Cº	30 Cº	754	PRÓPRIA
13/02/2023	09:48:00	Nordeste	Vazante	Ausente	26 Cº	26 Cº	464	PRÓPRIA
16/02/2023	09:40:00	Sul	Enchente	Moderada	25 Cº	26 Cº	247	PRÓPRIA
22/02/2023	08:49:00	Sul	Enchente	Moderada	24 Cº	24 Cº	860	PRÓPRIA
27/02/2023	09:52:00	Sudeste	Vazante	Moderada	25 Cº	25 Cº	644	PRÓPRIA
02/03/2023	09:25:00	Nordeste	Enchente	Moderada	26 Cº	26 Cº	97	PRÓPRIA
06/03/2023	09:57:00	Noroeste	Enchente	Moderada	26 Cº	25 Cº	450	PRÓPRIA
09/03/2023	09:37:00	Sudeste	Enchente	Ausente	26 Cº	26 Cº	6867	IMPRÓPRIA
13/03/2023	09:26:00	Nordeste	Vazante	Moderada	27 Cº	26 Cº	2613	IMPRÓPRIA
16/03/2023	09:27:00	Leste	Enchente	Moderada	27 Cº	26 Cº	1455	IMPRÓPRIA
20/03/2023	09:46:00	Nordeste	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	703	IMPRÓPRIA
27/03/2023	10:14:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	26 Cº	84	IMPRÓPRIA
30/03/2023	10:13:00	Noroeste	Vazante	Intensa	26 Cº	27 Cº	134	IMPRÓPRIA

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
24/04/2023	10:37:00	Nordeste	Enchente	Moderada	24 Cº	24 Cº	183	PRÓPRIA
29/05/2023	10:08:00	Sudoeste	Vazante	Moderada	21 Cº	18 Cº	448	PRÓPRIA
26/06/2023	10:30:00	Nordeste	Vazante	Ausente	22 Cº	21 Cº	63	PRÓPRIA
24/07/2023	10:06:00	Sul	Vazante	Ausente	20 Cº	21 Cº	1727	PRÓPRIA
28/08/2023	10:47:00	Sudoeste	Enchente	Ausente	18 Cº	14 Cº	52	PRÓPRIA
21/09/2023	09:32:00	Noroeste	Vazante	Ausente	23 Cº	21 Cº	830	IMPRÓPRIA

Tabela 30: Resultados do Ponto 5.

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
03/01/2022	13:05:00	Sul	Enchente	Ausente	29 Cº	30 Cº	2909	IMPRÓPRIA
10/01/2022	11:05:00	Sul	Enchente	Ausente	20 Cº	27 Cº	24196	IMPRÓPRIA
17/01/2022	11:24:00	Sul	Enchente	Ausente	30 Cº	29 Cº	9208	IMPRÓPRIA
24/01/2022	12:15:00	Norte	Enchente	Ausente	30 Cº	29 Cº	1054	IMPRÓPRIA
31/01/2022	10:09:00	Sul	Enchente	Ausente	26 Cº	30 Cº	14136	IMPRÓPRIA
07/02/2022	11:35:00	Sul	Enchente	Ausente	29 Cº	29 Cº	253	IMPRÓPRIA
14/02/2022	12:47:00	Sul	Vazante	Ausente	28 Cº	28 Cº	677	IMPRÓPRIA
21/02/2022	10:55:00	Norte	Enchente	Ausente	29 Cº	29 Cº	6867	IMPRÓPRIA
02/03/2022	10:15:00	Sul	Enchente	Ausente	25 Cº	28 Cº	882	IMPRÓPRIA
07/03/2022	09:50:00	Sul	Enchente	Ausente	21 Cº	25 Cº	459	IMPRÓPRIA
14/03/2022	10:10:00	Sul	Enchente	Ausente	21 Cº	23 Cº	5172	IMPRÓPRIA
21/03/2022	10:02:00	Sul	Vazante	Fraca	20 Cº	23 Cº	19863	IMPRÓPRIA
25/04/2022	09:15:00	Norte	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	298	IMPRÓPRIA
23/05/2022	10:11:00	Norte	Enchente	Ausente	20 Cº	23 Cº	74	IMPRÓPRIA
22/06/2022	09:05:00	Norte	Enchente	Ausente	15 Cº	22 Cº	122	IMPRÓPRIA
01/08/2022	10:29:00	Norte	Vazante	Ausente	18 Cº	20 Cº	318	PRÓPRIA
29/08/2022	10:17:00	Sul	Vazante	Ausente	17 Cº	14 Cº	10	PRÓPRIA
28/09/2022	10:25:00	Sul	Enchente	Ausente	17 Cº	20 Cº	1785	PRÓPRIA
17/10/2022	09:15:00	Sul	Enchente	Ausente	17 Cº	19 Cº	332	PRÓPRIA
24/10/2022	10:25:00	Norte	Enchente	Ausente	19 Cº	20 Cº	213	PRÓPRIA
31/10/2022	10:20:00	Ausente	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	794	PRÓPRIA
07/11/2022	10:05:00	Sudeste	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	231	PRÓPRIA
16/11/2022	10:47:00	Sudeste	Enchente	Ausente	21 Cº	23 Cº	262	PRÓPRIA
21/11/2022	11:15:00	Norte	Vazante	Ausente	20 Cº	24 Cº	495	PRÓPRIA
30/11/2022	10:20:00	Norte	Enchente	Intensa	19 Cº	20 Cº	637	PRÓPRIA
05/12/2022	10:19:00	Ausente	Enchente	Moderada	20 Cº	24 Cº	11199	IMPRÓPRIA
12/12/2022	09:49:00	Sul	Enchente	Ausente	22 Cº	28 Cº	31	PRÓPRIA

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
19/12/2022	09:20:00	Sul	Enchente	Intensa	21 Cº	22 Cº	5247	IMPRÓPRIA
26/12/2022	10:22:00	Norte	Vazante	Intensa	50 Cº	50 Cº	1246	IMPRÓPRIA
02/01/2023	10:22:00	Norte	Enchente	Ausente	25 Cº	27 Cº	2851	IMPRÓPRIA
09/01/2023	10:20:00	Sul	Enchente	Ausente	23 Cº	25 Cº	31	IMPRÓPRIA
16/01/2023	10:32:00	Ausente	Enchente	Ausente	25 Cº	27 Cº	195	IMPRÓPRIA
23/01/2023	13:26:00	Nordeste	Enchente	Ausente	27 Cº	30 Cº	1017	IMPRÓPRIA
30/01/2023	12:10:00	Ausente	Enchente	Moderada	26 Cº	26 Cº	17329	IMPRÓPRIA
02/02/2023	10:55:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	135	IMPRÓPRIA
06/02/2023	12:28:00	Leste	Enchente	Ausente	28 Cº	28 Cº	86	IMPRÓPRIA
09/02/2023	13:12:00	Nordeste	Enchente	Moderada	30 Cº	30 Cº	331	IMPRÓPRIA
13/02/2023	10:20:00	Nordeste	Vazante	Ausente	27 Cº	28 Cº	185	PRÓPRIA
16/02/2023	10:20:00	Sul	Enchente	Moderada	25 Cº	26 Cº	24196	IMPRÓPRIA
22/02/2023	09:23:00	Sul	Enchente	Moderada	24 Cº	24 Cº	2851	IMPRÓPRIA
27/02/2023	10:23:00	Sudeste	Vazante	Moderada	25 Cº	25 Cº	5794	IMPRÓPRIA
02/03/2023	10:00:00	Nordeste	Enchente	Moderada	26 Cº	26 Cº	2495	IMPRÓPRIA
06/03/2023	10:29:00	Noroeste	Enchente	Moderada	26 Cº	25 Cº	3130	IMPRÓPRIA
09/03/2023	10:04:00	Sudeste	Enchente	Ausente	26 Cº	26 Cº	537	IMPRÓPRIA
13/03/2023	09:48:00	Nordeste	Vazante	Moderada	27 Cº	26 Cº	2909	IMPRÓPRIA
16/03/2023	09:58:00	Leste	Enchente	Moderada	27 Cº	26 Cº	2909	IMPRÓPRIA
20/03/2023	10:10:00	Nordeste	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	228	IMPRÓPRIA
27/03/2023	10:44:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	26 Cº	399	IMPRÓPRIA
30/03/2023	10:38:00	Noroeste	Vazante	Intensa	26 Cº	27 Cº	374	IMPRÓPRIA
24/04/2023	11:10:00	Nordeste	Enchente	Moderada	24 Cº	24 Cº	3873	IMPRÓPRIA
29/05/2023	10:43:00	Sudoeste	Vazante	Moderada	21 Cº	19 Cº	529	PRÓPRIA
26/06/2023	11:03:00	Nordeste	Vazante	Ausente	22 Cº	22 Cº	404	PRÓPRIA
24/07/2023	10:38:00	Sul	Vazante	Ausente	21 Cº	21 Cº	24196	IMPRÓPRIA
28/08/2023	11:17:00	Sudoeste	Enchente	Ausente	18 Cº	14 Cº	6131	IMPRÓPRIA
21/09/2023	09:55:00	Noroeste	Enchente	Ausente	23 Cº	21 Cº	10	IMPRÓPRIA

Tabela 31: Resultados do Ponto 8.

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
03/01/2022	13:45:00	Sul	Enchente	Ausente	29 Cº	30 Cº	7270	IMPRÓPRIA
10/01/2022	11:45:00	Sul	Enchente	Moderada	20 Cº	29 Cº	259	IMPRÓPRIA
17/01/2022	12:10:00	Norte	Enchente	Ausente	30 Cº	29 Cº	855	IMPRÓPRIA
24/01/2022	12:40:00	Norte	Enchente	Ausente	30 Cº	29 Cº	110	IMPRÓPRIA

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
31/01/2022	10:46:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	32 Cº	20	IMPRÓPRIA
07/02/2022	12:10:00	Sul	Enchente	Ausente	29 Cº	30 Cº	63	PRÓPRIA
14/02/2022	13:28:00	Sul	Vazante	Ausente	28 Cº	26 Cº	281	PRÓPRIA
21/02/2022	11:40:00	Norte	Enchente	Ausente	27 Cº	30 Cº	84	PRÓPRIA
02/03/2022	10:45:00	Sul	Enchente	Ausente	25 Cº	28 Cº	259	PRÓPRIA
07/03/2022	10:45:00	Sul	Enchente	Ausente	21 Cº	25 Cº	253	PRÓPRIA
14/03/2022	10:55:00	Sul	Enchente	Ausente	20 Cº	23 Cº	1333	PRÓPRIA
21/03/2022	10:40:00	Sul	Vazante	Fraca	20 Cº	23 Cº	17329	IMPRÓPRIA
25/04/2022	10:15:00	Norte	Enchente	Ausente	20 Cº	23 Cº	554	IMPRÓPRIA
23/05/2022	11:15:00	Norte	Enchente	Ausente	20 Cº	24 Cº	97	IMPRÓPRIA
22/06/2022	10:05:00	Norte	Enchente	Ausente	15 Cº	22 Cº	109	IMPRÓPRIA
01/08/2022	11:15:00	Norte	Vazante	Ausente	18 Cº	20 Cº	305	PRÓPRIA
29/08/2022	11:33:00	Sul	Vazante	Ausente	16 Cº	14 Cº	473	PRÓPRIA
28/09/2022	11:29:00	Sul	Enchente	Ausente	18 Cº	20 Cº	1430	PRÓPRIA
17/10/2022	10:15:00	Sul	Enchente	Ausente	17 Cº	18 Cº	640	PRÓPRIA
24/10/2022	11:27:00	Norte	Enchente	Ausente	19 Cº	20 Cº	495	PRÓPRIA
31/10/2022	11:35:00	Ausente	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	479	PRÓPRIA
07/11/2022	11:30:00	Sudeste	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	10	PRÓPRIA
16/11/2022	12:15:00	Sudeste	Enchente	Ausente	21 Cº	23 Cº	1782	PRÓPRIA
21/11/2022	12:10:00	Norte	Vazante	Ausente	22 Cº	24 Cº	379	PRÓPRIA
30/11/2022	11:59:00	Norte	Enchente	Intensa	19 Cº	20 Cº	4884	IMPRÓPRIA
05/12/2022	11:45:00	Ausente	Enchente	Moderada	20 Cº	24 Cº	24196	IMPRÓPRIA
12/12/2022	11:05:00	Sul	Enchente	Ausente	22 Cº	28 Cº	110	IMPRÓPRIA
19/12/2022	10:55:00	Sul	Enchente	Intensa	21 Cº	23 Cº	6488	IMPRÓPRIA
26/12/2022	11:45:00	Norte	Vazante	Intensa	50 Cº	50 Cº	801	IMPRÓPRIA
02/01/2023	11:30:00	Norte	Vazante	Ausente	25 Cº	27 Cº	2382	IMPRÓPRIA
09/01/2023	11:30:00	Sul	Enchente	Ausente	22 Cº	25 Cº	41	IMPRÓPRIA
16/01/2023	12:00:00	Ausente	Vazante	Ausente	25 Cº	27 Cº	86	IMPRÓPRIA
23/01/2023	13:41:00	Nordeste	Enchente	Ausente	27 Cº	30 Cº	2187	IMPRÓPRIA
30/01/2023	12:29:00	Ausente	Enchente	Moderada	27 Cº	26 Cº	74	IMPRÓPRIA
02/02/2023	10:26:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	292	PRÓPRIA
06/02/2023	12:45:00	Leste	Enchente	Ausente	28 Cº	28 Cº	269	PRÓPRIA
09/02/2023	12:49:00	Nordeste	Enchente	Moderada	30 Cº	30 Cº	195	PRÓPRIA
13/02/2023	09:57:00	Nordeste	Vazante	Ausente	27 Cº	27 Cº	73	PRÓPRIA
16/02/2023	09:50:00	Sul	Enchente	Moderada	25 Cº	26 Cº	512	PRÓPRIA
22/02/2023	08:59:00	Sul	Enchente	Moderada	24 Cº	24 Cº	110	PRÓPRIA
27/02/2023	10:03:00	Sudeste	Vazante	Moderada	25 Cº	25 Cº	146	PRÓPRIA
02/03/2023	09:37:00	Nordeste	Enchente	Moderada	26 Cº	26 Cº	85	PRÓPRIA
06/03/2023	10:07:00	Noroeste	Enchente	Moderada	26 Cº	25 Cº	20	PRÓPRIA

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
09/03/2023	09:46:00	Sudeste	Enchente	Ausente	26 Cº	26 Cº	336	PRÓPRIA
13/03/2023	09:33:00	Nordeste	Vazante	Moderada	27 Cº	26 Cº	121	PRÓPRIA
16/03/2023	09:37:00	Leste	Enchente	Moderada	27 Cº	26 Cº	52	PRÓPRIA
20/03/2023	09:54:00	Nordeste	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	292	PRÓPRIA
27/03/2023	10:25:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	26 Cº	132	PRÓPRIA
30/03/2023	10:22:00	Noroeste	Vazante	Intensa	26 Cº	27 Cº	148	PRÓPRIA
24/04/2023	10:48:00	Nordeste	Enchente	Moderada	24 Cº	24 Cº	328	PRÓPRIA
29/05/2023	10:22:00	Sudoeste	Vazante	Moderada	21 Cº	18 Cº	135	PRÓPRIA
26/06/2023	10:42:00	Nordeste	Vazante	Ausente	22 Cº	21 Cº	41	PRÓPRIA
24/07/2023	10:19:00	Sul	Vazante	Ausente	20 Cº	21 Cº	41	PRÓPRIA
28/08/2023	10:59:00	Sudoeste	Enchente	Ausente	18 Cº	14 Cº	10	PRÓPRIA
21/09/2023	09:43:00	Noroeste	Vazante	Ausente	23 Cº	21 Cº	20	PRÓPRIA

Tabela 32: Resultados do Ponto 9.

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
03/01/2022	13:13:00	Sul	Enchente	Ausente	29 Cº	30 Cº	317	PRÓPRIA
10/01/2022	11:11:00	Sul	Enchente	Fraca	20 Cº	27 Cº	961	PRÓPRIA
17/01/2022	11:29:00	Norte	Enchente	Ausente	30 Cº	29 Cº	31	PRÓPRIA
24/01/2022	12:06:00	Norte	Enchente	Ausente	29 Cº	29 Cº	10	PRÓPRIA
31/01/2022	10:13:00	Sul	Enchente	Ausente	26 Cº	30 Cº	96	PRÓPRIA
07/02/2022	11:38:00	Sul	Enchente	Ausente	29 Cº	30 Cº	20	PRÓPRIA
14/02/2022	12:50:00	Sul	Vazante	Ausente	28 Cº	28 Cº	118	PRÓPRIA
21/02/2022	11:05:00	Norte	Enchente	Ausente	27 Cº	30 Cº	75	PRÓPRIA
02/03/2022	10:20:00	Sul	Enchente	Ausente	25 Cº	29 Cº	241	PRÓPRIA
07/03/2022	09:55:00	Sul	Enchente	Ausente	21 Cº	25 Cº	161	PRÓPRIA
14/03/2022	10:15:00	Sul	Enchente	Ausente	20 Cº	23 Cº	1291	PRÓPRIA
21/03/2022	09:37:00	Sul	Vazante	Fraca	20 Cº	23 Cº	3873	IMPRÓPRIA
25/04/2022	09:22:00	Norte	Enchente	Ausente	20 Cº	23 Cº	389	IMPRÓPRIA
23/05/2022	10:15:00	Norte	Enchente	Ausente	20 Cº	24 Cº	108	IMPRÓPRIA
22/06/2022	09:10:00	Norte	Enchente	Ausente	15 Cº	22 Cº	31	IMPRÓPRIA
01/08/2022	10:40:00	Norte	Vazante	Ausente	18 Cº	20 Cº	231	PRÓPRIA
28/09/2022	10:37:00	Sul	Enchente	Ausente	18 Cº	19 Cº	122	PRÓPRIA
17/10/2022	09:22:00	Sul	Enchente	Ausente	17 Cº	18 Cº	663	PRÓPRIA
24/10/2022	11:19:00	Norte	Enchente	Ausente	19 Cº	20 Cº	246	PRÓPRIA
31/10/2022	10:29:00	Ausente	Enchente	Ausente	22 Cº	22 Cº	1274	PRÓPRIA
07/11/2022	10:15:00	Sudeste	Enchente	Ausente	20 Cº	22 Cº	238	PRÓPRIA
16/11/2022	11:05:00	Sudeste	Enchente	Ausente	21 Cº	23 Cº	3441	IMPRÓPRIA

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (Cº)	Ar (Cº)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
21/11/2022	11:22:00	Norte	Vazante	Ausente	22 Cº	24 Cº	63	IMPRÓPRIA
30/11/2022	10:35:00	Norte	Enchente	Intensa	19 Cº	20 Cº	934	IMPRÓPRIA
05/12/2022	10:35:00	Ausente	Enchente	Moderada	20 Cº	24 Cº	1467	IMPRÓPRIA
12/12/2022	10:05:00	Sul	Enchente	Ausente	22 Cº	28 Cº	63	IMPRÓPRIA
19/12/2022	09:45:00	Sul	Enchente	Intensa	21 Cº	23 Cº	9208	IMPRÓPRIA
26/12/2022	10:29:00	Norte	Vazante	Intensa	50 Cº	50 Cº	1314	IMPRÓPRIA
02/01/2023	10:33:00	Norte	Vazante	Ausente	25 Cº	27 Cº	74	IMPRÓPRIA
09/01/2023	10:34:00	Sul	Enchente	Ausente	22 Cº	24 Cº	63	IMPRÓPRIA
16/01/2023	11:05:00	Ausente	Enchente	Ausente	25 Cº	27 Cº	228	IMPRÓPRIA
23/01/2023	13:00:00	Nordeste	Enchente	Ausente	27 Cº	30 Cº	132	PRÓPRIA
30/01/2023	11:45:00	Ausente	Vazante	Moderada	26 Cº	26 Cº	134	PRÓPRIA
02/02/2023	11:05:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	20	PRÓPRIA
06/02/2023	12:06:00	Leste	Enchente	Ausente	28 Cº	28 Cº	265	PRÓPRIA
09/02/2023	13:18:00	Nordeste	Enchente	Moderada	30 Cº	30 Cº	30	PRÓPRIA
13/02/2023	10:25:00	Nordeste	Vazante	Ausente	27 Cº	28 Cº	109	PRÓPRIA
16/02/2023	10:25:00	Sul	Enchente	Moderada	25 Cº	26 Cº	1076	PRÓPRIA
22/02/2023	09:33:00	Sul	Enchente	Moderada	24 Cº	24 Cº	282	PRÓPRIA
27/02/2023	10:31:00	Sudeste	Enchente	Moderada	25 Cº	25 Cº	31	PRÓPRIA
02/03/2023	10:06:00	Nordeste	Enchente	Moderada	26 Cº	27 Cº	30	PRÓPRIA
06/03/2023	10:34:00	Noroeste	Enchente	Moderada	26 Cº	25 Cº	63	PRÓPRIA
09/03/2023	10:10:00	Sudeste	Enchente	Ausente	26 Cº	27 Cº	243	PRÓPRIA
13/03/2023	09:56:00	Nordeste	Vazante	Moderada	27 Cº	26 Cº	158	PRÓPRIA
16/03/2023	10:03:00	Leste	Enchente	Moderada	27 Cº	26 Cº	173	PRÓPRIA
20/03/2023	10:16:00	Nordeste	Enchente	Ausente	27 Cº	28 Cº	288	PRÓPRIA
27/03/2023	10:51:00	Sul	Enchente	Ausente	27 Cº	27 Cº	41	PRÓPRIA
30/03/2023	10:43:00	Noroeste	Vazante	Intensa	26 Cº	27 Cº	41	PRÓPRIA
24/04/2023	11:16:00	Nordeste	Enchente	Moderada	24 Cº	24 Cº	31	PRÓPRIA
29/05/2023	10:49:00	Sudoeste	Vazante	Moderada	21 Cº	18 Cº	52	PRÓPRIA
26/06/2023	11:12:00	Nordeste	Vazante	Ausente	22 Cº	21 Cº	31	PRÓPRIA
24/07/2023	10:46:00	Sul	Vazante	Ausente	21 Cº	21 Cº	110	PRÓPRIA
28/08/2023	11:24:00	Sudoeste	Enchente	Ausente	18 Cº	14 Cº	10	PRÓPRIA
21/09/2023	10:02:00	Noroeste	Enchente	Ausente	23 Cº	21 Cº	41	PRÓPRIA

Apresenta-se na tabela a seguir resumo dos resultados das análises em cada ponto de acordo com a classificação de balneabilidade.

Tabela 33: Localização dos trechos de drenagem.

Ponto	Número de análises em cada classificação		Localização em relação às drenagens pluviais lançadas no mar
	Próprias para banho	Impróprias para banho	
9	40	14	130 metros do rio Taboleiro dos Oliveiras (a norte) e 700 metros de drenagem
5	14	41	Em frente à drenagem
3	18	37	Em frente à drenagem
8	36	19	30 metros de dois pontos de drenagem
4	31	24	110 m do ponto de drenagem

*Pontos iniciando próximo ao molhe do Taboleiro dos Oliveiras em direção ao rio Perequê.

Com base na avaliação dos resultados de balneabilidade de 2022 e 2023, pode-se fazer as seguintes observações e conclusões:

O ponto 9 é o mais adequado para banho, com 40 resultados próprios. Está localizado a 130 metros do rio Taboleiro dos Oliveiras (a norte) e 700 metros de drenagem pluvial, indicando uma distância considerável das fontes potenciais de poluição.

O ponto 8 têm uma quantidade significativa de resultados próprios (36), porém, está a apenas 30 metros do ponto de drenagem, o que pode influenciar negativamente na qualidade da água do mar.

O ponto 4 também têm uma quantidade significativa de resultados próprios (31), estando localizado a 110 metros de dois pontos de drenagem pluvial e a 260 metros do rio Perequê.

O ponto 5 (Figura 237) é o mais inadequado para banho, com 41 resultados impróprios, localizado em frente a uma tubulação de drenagem pluvial, fonte potencial de poluição.

O ponto 3 (Figura 238) também tem uma quantidade alta de resultados impróprios (37), também está localizado em frente a uma tubulação de drenagem pluvial, fonte potencial de poluição.

Com base nos dados apresentados, pode-se concluir que os pontos 9, 8 e 4 são os mais adequados para banho, com uma quantidade significativa de resultados próprios, sendo que os pontos 9 e 4 estão a uma distância considerável das drenagens pluviais. Por outro lado, os pontos 5 e 3 são os menos apropriados, sendo possível estabelecer uma correlação devido a proximidade com a drenagem pluvial, que pode estar contribuindo para a má qualidade da água do mar nesses locais.



Figura 237: Drenagem pluvial próximo ao Ponto 5 de balneabilidade; Coordenadas 737126.00; 6998375.00. Fonte: Autores.



Figura 238: Drenagem pluvial próximo ao Ponto 3 de balneabilidade, Coordenadas 737547; 6997533.
Fonte: Autores.

5.3.2.1 FISCALIZAÇÃO REDE DE ESGOTOS

Com a instalação de rede coletora de esgotos os proprietários de imóveis precisaram realizar a ligação da rede hidrossanitário de suas casas à rede coletora, conforme dispõe a Lei Complementar Municipal nº 08/2002. O site da CONASA – Companhia Águas de Itapema apresenta o passo a passo para as obras de ligação, sendo necessário a instalação de caixa de inspeção, na qual será possível verificar se a ligação ocorreu adequadamente.

Após finalização das obras de ligação de esgoto, o proprietário deve entrar em contato com a CONASA, a qual envia profissional para vistoria do imóvel. Caso esteja regular, é emitida uma Declaração de Conformidade.

A partir do mês de agosto de 2017, os proprietários dos imóveis localizados em áreas que já dispõem de redes coletoras de esgoto no município foram notificados pela FAACI – Fundação Ambiental Área Costeira de Itapema – para comparecerem ao órgão com a comprovação da ligação de esgoto conectada à rede coletora.

Atualmente a FAACI é responsável pela fiscalização das ligações de esgoto, contando com canal de denúncias pelo telefone (47) 99245-5218 caso o cidadão verifique algum local com ligação irregular. As denúncias também podem ser realizadas para a Vigilância Sanitária pelo telefone (47) 3267-1529.

As fiscalizações são realizadas periodicamente pela FAACI. Caso constatadas irregularidades, os moradores são notificados e tem prazo para a regularização. Caso o prazo não seja cumprido, os proprietários podem receber multa; com a recorrência da irregularidade, o caso poderá ser encaminhando ao Ministério Público.

5.4 ESTUDO HIDROLÓGICO E PROCESSOS DE ALAGAMENTO

O rio Tabuleiro dos Oliveira nasce no bairro Tabuleiro dos Oliveira. Parte das águas desse rio está tubulada no bairro e retorna ao ar livre às margens da rodovia BR-101, onde atravessa e tem sua descarga diretamente na praia. A bacia hidrográfica do Rio Taboleiro das Oliveiras possui uma área de aproximadamente 0,90 km² e extensão do curso principal de aproximadamente 1,5 km considerando desde sua nascente.

A principal forma de caracterização de chuvas intensas é por meio da equação de intensidade, duração e frequência da precipitação. Para este projeto foi adotada a equação de chuvas de Itapema, elaborada pelo CPRM, em 2016, onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano civil da estação pluviométrica de Brusque, código 02748000, operada pela EPAGRI. O CPRM recomenda que esta equação seja utilizada no município de Itapema e em regiões circunvizinhas.

A equação adotada para representar as relações IDF desta localidade é do tipo:

$$i = \{[(aLn(T) + b).Ln(t + (8/60))] + lcLn(T) + d\}/t$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)
T é o período de retorno (anos)
t é a duração da precipitação (horas)
a, b, c, d, δ são parâmetros da equação

No caso de Itapema, para durações de 5 minutos a 1 hora, os parâmetros da equação são os seguintes:

a = 3,7; b = 14,0552; c = 9; d = 34,5049 e δ = 4

Para durações superiores a 1 hora até 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 3,7;\ b = 14,2321;\ c = 9,0;\ d = 35,4309\ e\ \delta = 0$$

Observação: estas equações são válidas para tempos de retorno de até 100 anos.

Precipitações resultantes de tempos quentes, podendo ser acompanhadas de trovoadas, clarões e ventos locais, são, em geral, de grande intensidade e curta duração e concentram-se em pequenas áreas, sendo, portanto, importantes nos projetos que envolvem pequenas bacias hidrográficas.

Com base na experiência com outras bacias já analisadas, há consenso técnico dentro do DAEE-SP de que as chuvas com duas horas de duração são bastante representativas para se fixar condições de dimensionamento das diversas estruturas hidráulicas intervenientes na rede de drenagem. Portanto serão adotadas chuvas de duração igual a 2 horas para o diagnóstico de sub-bacias, porque são estas chuvas que provocam os danos e transtornos mais frequentes.

O hietograma foi desenvolvido com a metodologia de blocos alternados a partir de uma curva intensidade-duração-freqüência. A forma do hietograma produzido por este método especifica a altura de precipitação que ocorre em *n* intervalos de tempo sucessivos de mesma duração. Seleciona-se o período de retorno de projeto, lendo-se na curva intensidade-duração-freqüência a intensidade da precipitação para cada período de duração. Multiplicando-se a intensidade pela duração tem-se a altura precipitada acumulada. A diferença entre alturas sucessivas dá a precipitação no período. Para esse projeto serão considerados intervalos de 10 minutos em hietogramas com duração total de até 2 horas.

Estas alturas de precipitação encontradas são então colocadas de forma decrescente no gráfico, partindo-se do intervalo de tempo central e colocando-se as alturas seguintes alternadamente do lado esquerdo e direito deste intervalo. A seguir

apresenta-se a aplicação do método utilizando-se a curva intensidade-duração-frequência de Itapema, para período de retorno de 25 anos e duração de 2 horas e intervalos de 10 minutos.

Tabela 34: *Intensidade da chuva em mm/h, para um período de retorno de 50 anos*

tempo (min)	i (mm/h)	altura (mm)	incremento	altura (mm)
10	169,167	28,195	28,195	2,74
20	130,715	43,572	15,377	3,38
30	107,018	53,509	9,937	3,51
40	91,297	60,865	7,356	5,84
50	80,049	66,707	5,843	9,94
60	71,554	71,554	4,847	28,19
70	64,341	75,064	3,510	15,38
80	59,173	78,897	3,833	7,36
90	54,852	82,279	3,381	4,85
100	51,182	85,303	3,025	3,83
110	48,021	88,039	2,736	3,02
120	45,268	90,537	2,498	2,50

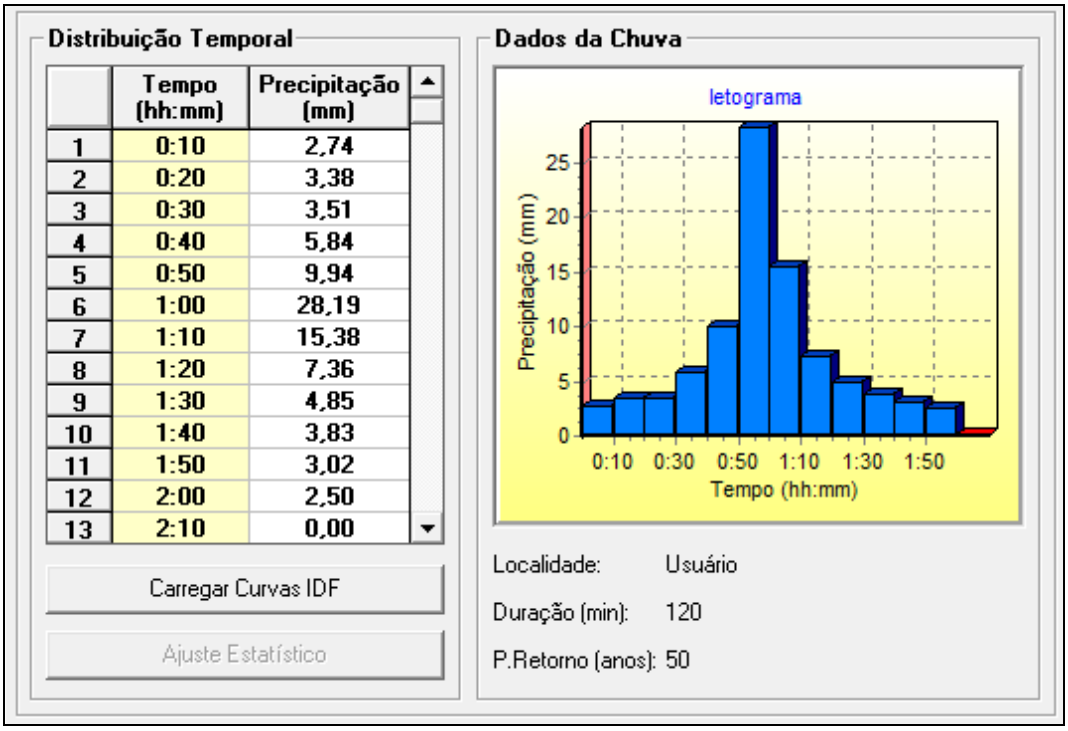


Figura 239: Hietograma para período de retorno TR=50 anos.

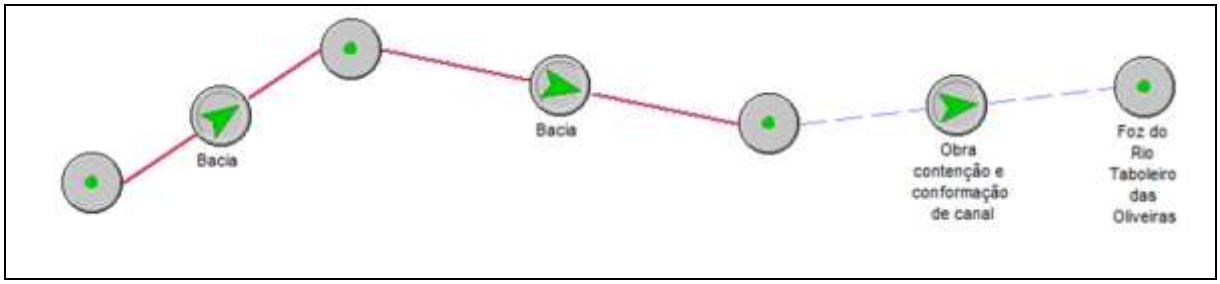


Figura 240: Modelagem Bacia do Rio Taboleiro das Oliveiras

Tempo (hh:mm)	Vazão (m³/s)
0:10	0,204
0:20	0,933
0:30	1,709
0:40	2,400
0:50	3,714
1:00	7,559
1:10	14,024
1:20	15,646
1:30	12,809
1:40	9,560
1:50	7,077
2:00	5,366
2:10	3,979

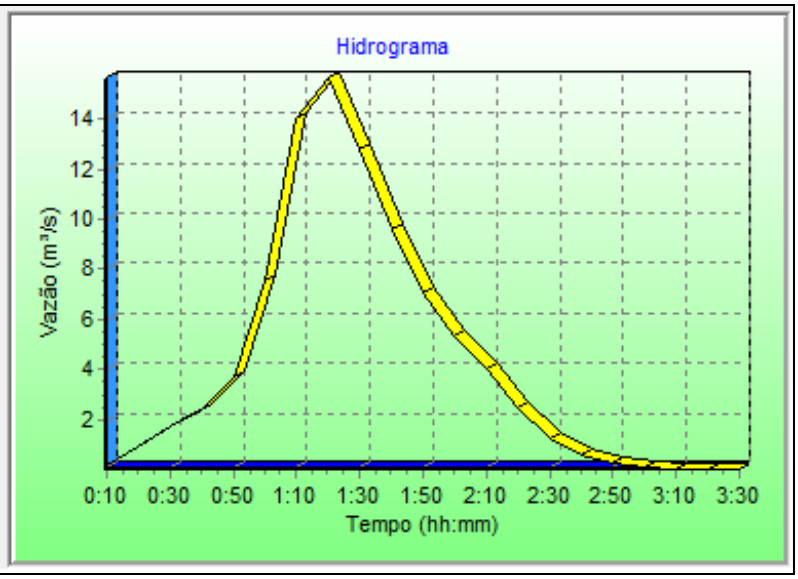


Figura 241: Hidrograma Bacia do Rio Taboleiro das Oliveiras (TR50anos – duração de 2 horas).

A vazão de pico do Rio Tabolerio das Oliveiras para uma chuva de 2 horas de duração e período de retorno de 50 anos é de 15,65 m³/s.

5.4.1 VERIFICAÇÃO DA LINHA D'ÁGUA

Nos escoamentos em canais é comum que as profundidades não estejam numa situação de equilíbrio de forças (regime uniforme) e sim condicionadas a níveis impostos por estruturas hidráulicas ou qualquer tipo de singularidade. As possíveis curvas de remanso que podem ocorrer são, portanto, transições entre estes níveis impostos e a situação de equilíbrio em regime uniforme. Este último poderá vir a ocorrer ou não, dependendo da extensão do canal e da diferença da profundidade vigente em relação à normal (em regime uniforme).

Efetuar os cálculos de linha d'água não é uma condição muito conveniente para fazer análise do tipo de curva de remanso que se deve esperar e poder verificar se o andamento dos cálculos vão na direção esperada.

O nível da água máximo pode ser alterado por efeitos com causas a jusante da obra. Para verificar esta condição, foi determinado o perfil hidráulico teórico denominado “Y” através do acréscimo de cota que sofrerá o nível da água (condição de contorno a jusante).

Como condição de contorno a jusante foi adotada a altura da maré em evento extremo, 150cm em relação ao marco IBGE.

Este é um fenômeno semelhante a uma contração, uma vez que com a obstrução decorrente do nível d’água a jusante, resulta a redução da área da seção transversal do fluxo e a formação de remanso a montante do obstáculo, isto é, uma elevação do nível d'água que, deverá ser verificada para estabelecer a cota de inundação na seção do rio analisada.

A maré em evento extremo, com elevação de 120 cm no nível do mar em relação ao marco IBGE (161,90 cm em relação ao zero DHN-Porto de Itajaí) foi determinada como condição de contorno a jusante, servindo como limitador da lâmina d’água do escoamento.

Foram analisados os seguintes cenários:

1 – Situação anterior no Rio Taboleiro das Oliveiras, sem intervenção, com máxima vazão (TR=50anos), maré em evento extremo;

2 – Situação atual no Rio Taboleiro das Oliveiras, com implantação dos molhes e dragagem do canal, com máxima vazão (TR=50anos), maré em evento extremo.

A Figura 242 apresenta a situação atual do Rio Taboleiro das Oliveiras, com dados provenientes de levantamento topobatimétrico executado após a execução doas obras, em outubro/2023. O rio apresenta canal trapezoidal até o início da rede canalizada, que atravessa a rodovia com tubo de diâmetro 1,80m. Após a travessia, o rio volta a apresentar seção aberta natural. Mais a montante, em uma área urbanizada, o rio se apresenta tubulado e descaracterizado do leito natural em vários locais.

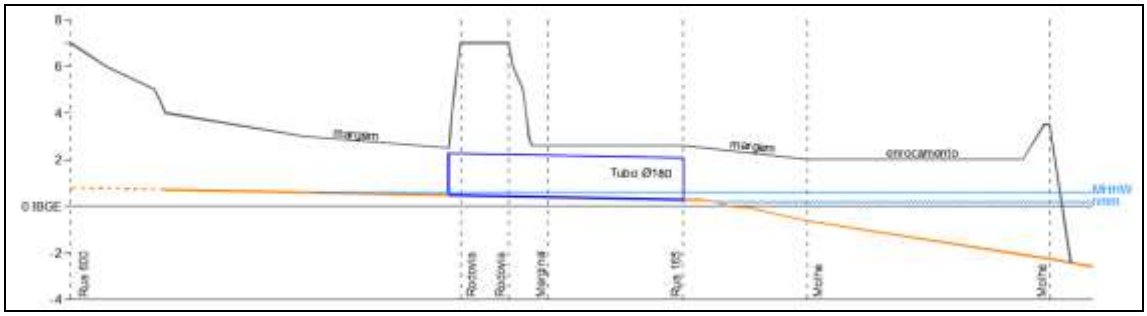


Figura 242 - Situação atual do Rio Taboleiro das Oliveiras, com implantação de molhe e desassoreamento da foz.

A análise da situação do Rio Taboleiro das Oliveiras antes das obras de desassoreamento e implantação dos molhes na condição de nível do mar em evento extremo indica que em situações de vazão com período de retorno de 50 anos, a linha d'água ultrapassa a margem do canal, a partir de uma distância de aproximadamente 400 m da foz (Figura 243). Essa situação faz com que o trecho canalizado (com tubo de concreto diâmetro 180cm trabalhe como conduto forçado e represa a vazão a montante da travessia da rodovia, fazendo com que haja alagamentos a montante em torno de 1,0 m acima da margem, comprometendo também a rede canalizada a montante da Rua 600.

A análise da situação do Rio Taboleiro das Oliveiras após as obras de desassoreamento e implantação dos molhes (situação atual) na condição de nível do mar em evento extremo indica que em situações de vazão com período de retorno de 50 anos, a linha d'água ultrapassa a margem do canal, a partir de uma distância de aproximadamente 520 m da foz (Figura 244). Essa situação faz com que o trecho canalizado (com tubo de concreto diâmetro 180cm trabalhe a seção plena o represamento de vazão a montante da travessia da rodovia diminui, fazendo com que o alagamento diminua para aproximadamente 50 cm acima da margem e em uma área menor, diminuindo o comprometimento da rede canalizada a montante da Rua 600.

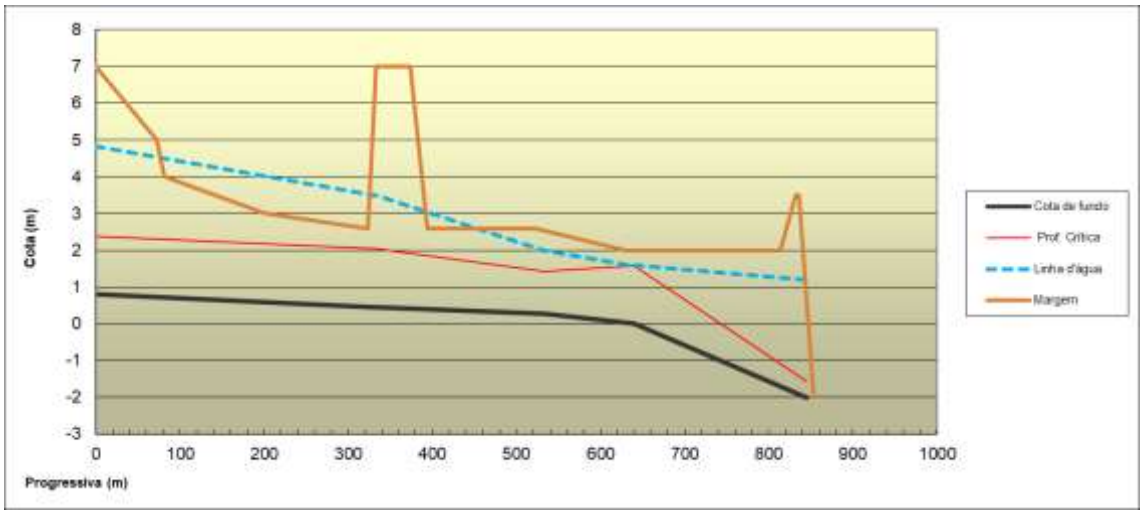


Figura 243: Situação do Rio antes das obras de desassoreamento e implantação dos molhes - vazão máxima (TR-50 anos) e nível do mar em evento extremo.

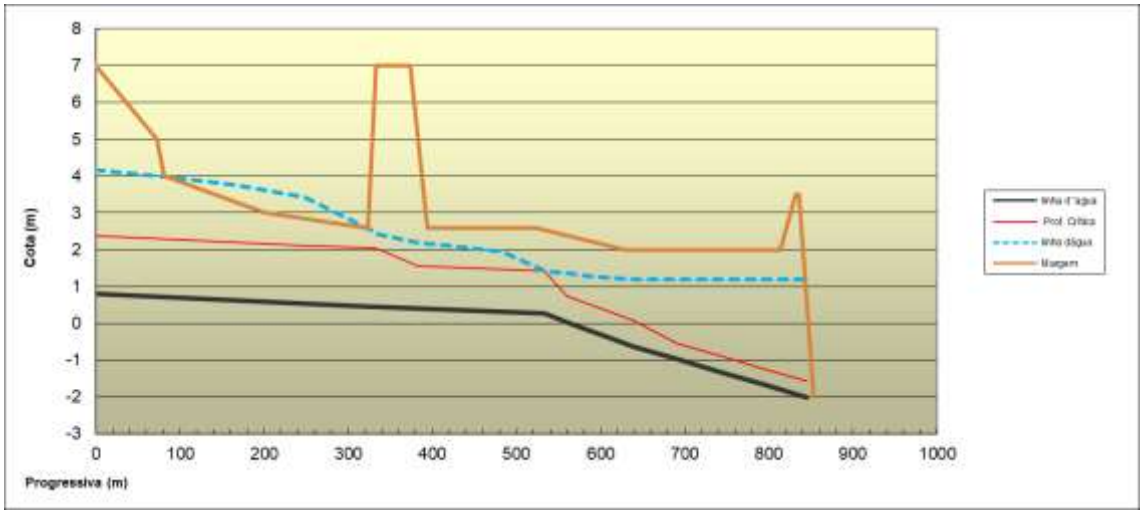


Figura 244: Situação do Rio atual com desassoreamento e implantação dos molhes - vazão máxima (TR-50 anos) e nível do mar em evento extremo.

5.5 LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO

O levantamento hidrográfico realizado em dezembro de 2021 teve por finalidade a execução de batimetria monofeixe Categoria “B” na região da Meia-Praia, município de Itapema. O levantamento teve por objetivo o conhecimento das profundidades ao longo do trecho selecionado para servir de base para estudos de engenharia costeira a serem desenvolvidos.

Os dados obtidos da batimetria foram nivelados conforme os referenciais de nível do IBGE. Para tanto foi utilizado um GPS Geodésico operando em sistema RTK (Real Time Kinematic ou Cinemático em Tempo Real), que possibilita uma precisão na ordem de poucos milímetros em tempo real, sem a necessidade de um pós-processamento dos dados. O equipamento empregado para essa finalidade foi um GPS modelo I80, do fabricante CHC.

O sistema de RTK empregado foi o sistema NTRIP, o qual existem várias estações de monitoramento contínuo conectadas a um servidor central da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC, a partir do qual são distribuídos, por meio da Internet, os dados de correção aos receptores móveis gratuitamente pelo IBGE, que disponibiliza dados de correção via protocolo Internet conhecido por Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP), em formato definido pelo Radio Technical Committee for Maritime Service (RTCM).

O NTRIP é composto de três componentes, a saber: o servidor NTRIP, o NTRIP Caster e o NTRIP Cliente. O NTRIP Server cria um link de transferência de dados da estação ao servidor Caster. O servidor Caster, por sua vez, distribui os dados de correção RCTM e o cliente cuja coletora recebe as correções enviadas pelo servidor Caster. O equipamento é composto por 02 unidades a saber: O receptor (antena) e a coletora (controlador de mão). O controlador de conecta a internet e recebe os dados de correção da estação mais próxima (geralmente está localizado a um raio máximo de até 60Km) e transmite ao receptor via Bluetooth os dados de correção.

O levantamento batimétrico realizado seguiu as especificações técnicas contidas na Publicação Especial S-44 da Organização Hidrográfica Internacional (OHI) e nas

Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAM 25, Rev. 2).

Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Ecobatímetro digital Ocean Technology, frequência de trabalho de 200KHz;
- Sistema de posicionamento DGPS OT56;
- Sistema de GPS/RTK – NTRIP para obtenção da variação do nível da água;
- Laptop com processador Intel I7, 8GB;
- Embarcação de apoio.
- Software de aquisição de dados Hypack Max;
- Software de elaboração de plantas batimétricas AutoCad.

Os equipamentos e a embarcação de apoio utilizados nas atividades de campo estão ilustrados na Figura 245.



Figura 245: Embarcação utilizada no levantamento (SPECTRAH).

Para o planejamento das linhas batimétricas, o software Hypack Max foi empregado, bem como utilizado também para a aquisição dos dados e o pós-processamento.

A figura a seguir ilustra as linhas planejadas para auxiliar na navegação durante a execução do trabalho de campo.

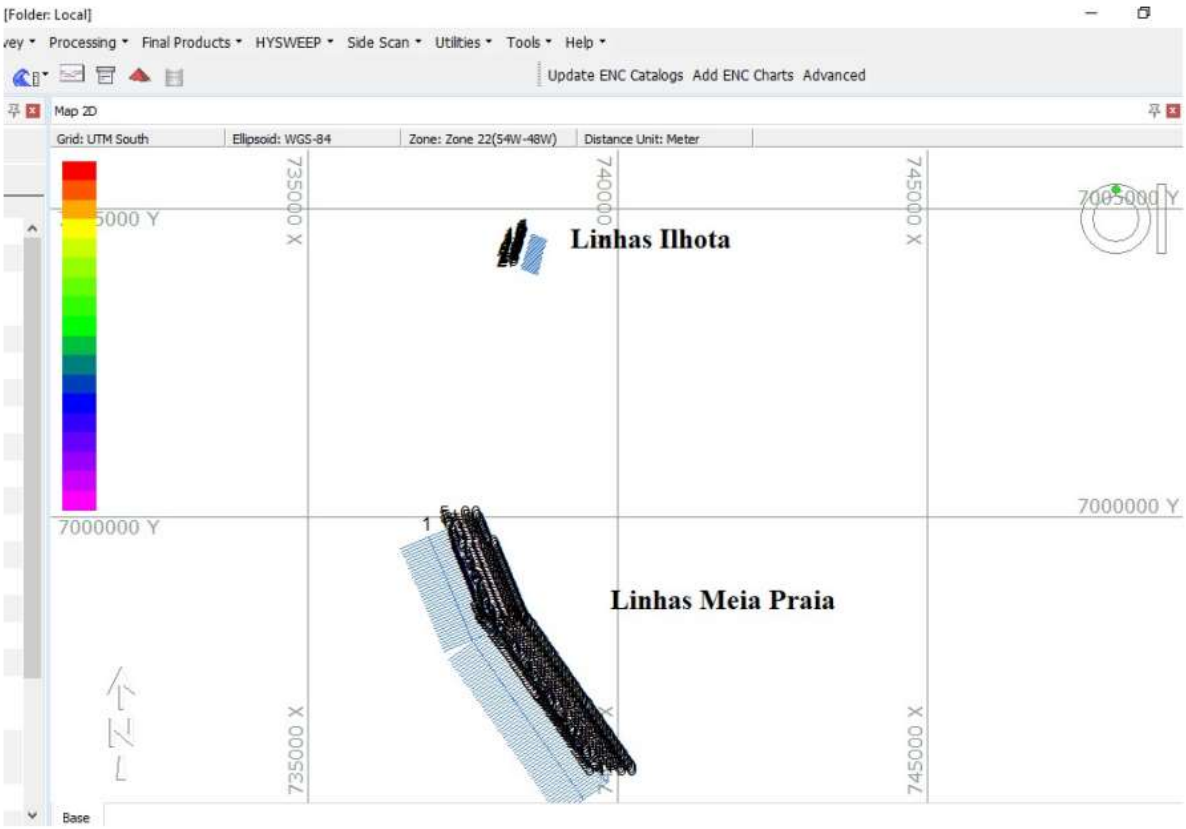


Figura 246: Detalhe das linhas de sondagem que auxiliaram no levantamento de campo (SPECTRAH).

Durante a aquisição dos dados, os mesmos são armazenados no próprio programa e após a finalização da aquisição dos dados, são pós-processados onde são inseridos os dados de redução para a obtenção dos dados pós-processados. Os dados pós-processados estão mostrados na Figura 247. Em gabinete os dados foram pós-processados, inserido os dados de redução de acordo com as observações de maré do local os quais foram arquivos com coordenadas e profundidade e ilustrados abaixo.

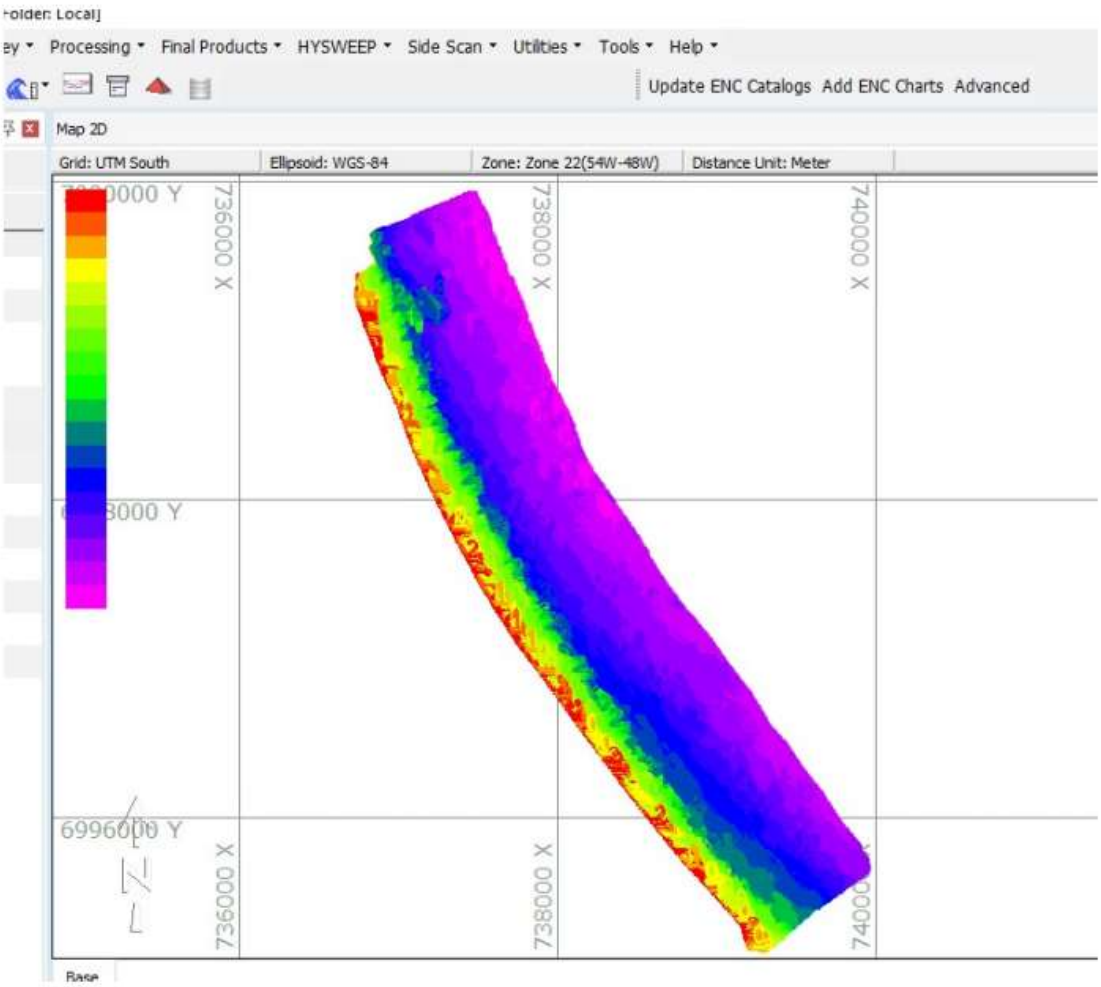


Figura 247: Dados pós-processados dos levantamentos executados.

O levantamento topobatimétrico foi elaborado com referência de nível IBGE, seguindo o marco geodésico VE2133:

Projeção – Universal Transversa de Mercartor UTM

Datum – SIRGAS2000

Ponto de Referência (VE2133)

Coordenadas Geodésicas: LAT.= 27°07'17.06"S LONG.= 48°36'19.36"W
Coordenadas UTM: N= 6997855,655 E= 737367,921

H=2,055 m (Ortométrica – fonte: Ondulação Geoidal – MAPGEO2010)

MONOGRAFIA DE MARCO GEODÉSICO

IDENTIFICAÇÃO DA ESTAÇÃO: VE2133

ACESSO: Particular | Público

DATA DA ULTIMA VISITA: 03/07/2015

DADOS GERAIS:

Local: Praia de Itapema - Santa Catarina
Objetivo: Ponto de referência geodésico.
Implantação: 26/06/2015
Revisão: 17/11/2015

Estado de conservação: BOM

COORDENADAS GEODÉSICAS

Latitude (φ): 27°07'17,06202"S
Longitude (λ): 48°36'19,35877"W
Altitude (h): 2,577 metros
Fonte: Pós Processamento GNSS

precisões (m)

σ(N) 0,009
σ(E) 0,008
σ(h) 0,025

ALTITUDE ORTOMÉTRICA

H: 2,55 metros
Fonte: Ondulação Geoidal MAPGEO2010

Sistema de Referência:
SIRGAS 2000

COORDENADAS PLANAS UTM - Fuso 22S

E (m): 737367,921
N (m): 6997855,655
MC: -51

REFERENCIA DHN

Z: 3,077 metros
Fonte: NR Porto Belo

Croqui:



Fotografia:



Descrição do ponto:

Chapa metálica fixada em superfície de concreto, com identificação "VECTOR VE2133".

Itinerário:

Quem vem da Rodovia Governador Covas, entra na Rua 220, seguindo até encontrar a Rua 217. Caminhando 44 metros apartir do final da rua e em frente ao Residencial Martin Pescador encontra-se o Marco VE2133

Estação de referência | Linha de base (km):

SCAQ| 81,68km
SCFL | 56,97km

Vista geral:



Fator de distorção(Kr): 1,00029519228914
Convergência Meridiana: -1°05'31,79873"
Declinação Magnética: -19°19'00"
Variação anual: -0°08'24"

Equipamento:

Topcon GR-3

Figura 248: Monografia do Marco Geodésico G2133.



Figura 249: Topografia das seções transversais e marcação dos pontos estruturais ao longo da via.

5.5.1 ESPAÇAMENTO DOS PONTOS DE BATIMETRIA

O referencial teórico do SMC-Brasil orienta que a batimetria de detalhe para inserção no modelo tenha resolução da ordem de 20 a 50 m na área de interesse e que seja suficientemente perto da zona de arrebentação.

O espaçamento dos pontos de topobatimetria é de aproximadamente 5 m na direção paralela à praia e de 5 m na direção perpendicular a praia, com algumas variações. O levantamento inclui as áreas de pós-praia (até o limite da infraestrutura de edificações).

5.5.2 PERFIS DA PRAIA EXISTENTE

A partir do levantamento planialtimétrico realizado, foram traçados 95 perfis transversais da praia, espaçados a cada 50 m (Figura 250). Os dados dos perfis (nome/estaca, coordenadas do eixo do estaqueamento e coordenada do ponto auxiliar (na orla) para iniciar o monitoramento) são apresentados na Tabela 35.



Figura 250: Espaçamento dos perfis topobatimétricos utilizados no projeto.

Tabela 35: Coordenadas dos pontos auxiliares dos perfis topobatimétricos.

PONTOS NOTÁVEIS		
REESTRUTURAÇÃO DA FAIXA DE AREIA		
Estaca	Coordenadas UTM	
	Ponto auxiliar (PA)	Eixo
Est. Ah 0+000	E=736747.506 N=6999366.636	E=736839.123 N=6999393.435
Est. Ah 0+050	E=736781.883 N=6999318.746	E=736853.161 N=6999345.446
Est. Ah 0+100	E=736776.545 N=6999270.940	E=736867.199 N=6999297.457
Est. Ah 0+150	E=736791.490 N=6999223.230	E=736881.231 N=6999249.486
Est. Ah 0+200	E=736807.071 N=6999174.521	E=736895.447 N=6999201.531
Est. Ah 0+250	E=736823.169 N=6999125.239	E=736910.538 N=6999153.864
Est. Ah 0+300	E=736839.571 N=6999076.061	E=736926.580 N=6999106.508
Est. Ah 0+350	E=736856.282 N=6999026.966	E=736943.565 N=6999059.482
Est. Ah 0+400	E=736873.312 N=6998977.933	E=736961.487 N=6999012.805
Est. Ah 0+450	E=736890.668 N=6998928.942	E=736980.339 N=6998968.496
Est. Ah 0+500	E=736908.234 N=6998880.313	E=737000.099 N=6998920.567
Est. Ah 0+550	E=736925.538 N=6998833.306	E=737020.166 N=6998874.771
Est. Ah 0+600	E=736943.116 N=6998786.419	E=737040.234 N=6998828.975
Est. Ah 0+650	E=736960.968 N=6998739.652	E=737060.301 N=6998783.178
Est. Ah 0+700	E=736979.094 N=6998693.005	E=737080.369 N=6998737.382
Est. Ah 0+750	E=736997.493 N=6998646.477	E=737100.436 N=6998691.586

PONTOS NOTÁVEIS		
REESTRUTURAÇÃO DA FAIXA DE AREIA		
Estaca	Coordenadas UTM	
	Ponto auxiliar (PA)	Eixo
Est. Ah 0+800	E=737016.166 N=6998600.070	E=737120.503 N=6998645.789
Est. Ah 0+850	E=737035.113 N=6998553.783	E=737140.571 N=6998599.993
Est. Ah 0+900	E=737054.390 N=6998507.477	E=737160.641 N=6998554.198
Est. Ah 0+950	E=737074.540 N=6998459.891	E=737181.094 N=6998508.573
Est. Ah 1+000	E=737094.415 N=6998413.738	E=737201.957 N=6998463.134
Est. Ah 1+050	E=737114.468 N=6998367.927	E=737222.826 N=6998417.697
Est. Ah 1+100	E=737134.792 N=6998322.240	E=737243.696 N=6998372.261
Est. Ah 1+150	E=737155.387 N=6998276.677	E=737264.566 N=6998326.825
Est. Ah 1+200	E=737176.252 N=6998231.239	E=737285.435 N=6998281.389
Est. Ah 1+250	E=737197.389 N=6998185.925	E=737306.305 N=6998235.952
Est. Ah 1+300	E=737218.796 N=6998140.736	E=737327.175 N=6998190.516
Est. Ah 1+350	E=737240.474 N=6998095.671	E=737348.044 N=6998145.080
Est. Ah 1+400	E=737262.174 N=6998050.616	E=737368.914 N=6998099.643
Est. Ah 1+450	E=737283.705 N=6998005.483	E=737389.784 N=6998054.207
Est. Ah 1+500	E=737306.061 N=6997959.550	E=737410.790 N=6998008.834
Est. Ah 1+550	E=737328.338 N=6997914.678	E=737432.113 N=6997963.609

PONTOS NOTÁVEIS		
REESTRUTURAÇÃO DA FAIXA DE AREIA		
Estaca	Coordenadas UTM	
	Ponto auxiliar (PA)	Eixo
Est. Ah 1+600	E=737350.928 N=6997870.050	E=737453.437 N=6997918.384
Est. Ah 1+650	E=737373.870 N=6997825.588	E=737474.761 N=6997873.159
Est. Ah 1+700	E=737397.865 N=6997779.970	E=737496.379 N=6997828.074
Est. Ah 1+750	E=737422.240 N=6997734.515	E=737518.638 N=6997783.303
Est. Ah 1+800	E=737446.965 N=6997689.281	E=737541.535 N=6997738.854
Est. Ah 1+850	E=737472.040 N=6997644.267	E=737565.064 N=6997694.737
Est. Ah 1+900	E=737497.369 N=6997599.638	E=737589.215 N=6997650.957
Est. Ah 1+950	E=737522.392 N=6997556.344	E=737613.604 N=6997607.309
Est. Ah 2+000	E=737547.754 N=6997513.239	E=737637.993 N=6997563.660
Est. Ah 2+050	E=737573.758 N=6997469.823	E=737662.412 N=6997520.074
Est. Ah 2+100	E=737600.549 N=6997425.884	E=737687.380 N=6997476.709
Est. Ah 2+150	E=737627.678 N=6997382.181	E=737712.945 N=6997433.740
Est. Ah 2+200	E=737655.147 N=6997338.710	E=737739.122 N=6997391.140
Est. Ah 2+250	E=737682.956 N=6997295.467	E=737765.893 N=6997348.935
Est. Ah 2+300	E=737710.978 N=6997252.646	E=737793.279 N=6997307.078
Est. Ah 2+350	E=737738.685 N=6997211.024	E=737820.861 N=6997265.374

PONTOS NOTÁVEIS		
REESTRUTURAÇÃO DA FAIXA DE AREIA		
Estaca	Coordenadas UTM	
	Ponto auxiliar (PA)	Eixo
Est. Ah 2+400	E=737766.715 N=6997169.617	E=737848.443 N=6997223.670
Est. Ah 2+450	E=737795.069 N=6997128.423	E=737876.025 N=6997181.966
Est. Ah 2+500	E=737824.419 N=6997086.491	E=737903.823 N=6997140.406
Est. Ah 2+550	E=737853.520 N=6997045.604	E=737931.981 N=6997099.089
Est. Ah 2+600	E=737882.840 N=6997005.079	E=737960.143 N=6997057.774
Est. Ah 2+650	E=737912.481 N=6996964.772	E=737988.306 N=6997016.460
Est. Ah 2+700	E=737942.444 N=6996924.685	E=738016.469 N=6996975.146
Est. Ah 2+750	E=737972.728 N=6996884.817	E=738044.632 N=6996933.832
Est. Ah 2+800	E=738003.335 N=6996845.169	E=738072.794 N=6996892.517
Est. Ah 2+850	E=738034.085 N=6996804.301	E=738101.212 N=6996851.379
Est. Ah 2+900	E=738063.557 N=6996763.370	E=738130.098 N=6996810.567
Est. Ah 2+950	E=738092.774 N=6996722.794	E=738159.025 N=6996769.784
Est. Ah 3+000	E=738121.991 N=6996682.217	E=738187.952 N=6996729.002
Est. Ah 3+050	E=738152.382 N=6996642.472	E=738216.879 N=6996688.219
Est. Ah 3+100	E=738183.036 N=6996602.914	E=738245.805 N=6996647.436
Est. Ah 3+150	E=738213.601 N=6996562.724	E=738274.786 N=6996606.691

PONTOS NOTÁVEIS		
REESTRUTURAÇÃO DA FAIXA DE AREIA		
Estaca	Coordenadas UTM	
	Ponto auxiliar (PA)	Eixo
Est. Ah 3+200	E=738244.144 N=6996521.788	E=738304.253 N=6996566.297
Est. Ah 3+250	E=738274.152 N=6996481.444	E=738334.138 N=6996526.212
Est. Ah 3+300	E=738304.057 N=6996441.373	E=738364.043 N=6996486.140
Est. Ah 3+350	E=738333.962 N=6996401.302	E=738393.948 N=6996446.069
Est. Ah 3+400	E=738364.620 N=6996360.661	E=738424.059 N=6996406.153
Est. Ah 3+450	E=738395.956 N=6996320.436	E=738454.725 N=6996366.682
Est. Ah 3+500	E=738426.736 N=6996281.111	E=738485.605 N=6996327.337
Est. Ah 3+550	E=738457.615 N=6996241.786	E=738516.484 N=6996288.012
Est. Ah 3+600	E=738488.495 N=6996202.461	E=738547.364 N=6996248.687
Est. Ah 3+650	E=738519.374 N=6996163.136	E=738578.243 N=6996209.362
Est. Ah 3+700	E=738550.253 N=6996123.811	E=738609.122 N=6996170.037
Est. Ah 3+750	E=738581.133 N=6996084.486	E=738640.002 N=6996130.712
Est. Ah 3+800	E=738612.082 N=6996045.079	E=738670.884 N=6996091.389
Est. Ah 3+850	E=738643.965 N=6996005.185	E=738702.100 N=6996052.331
Est. Ah 3+900	E=738676.415 N=6995965.751	E=738733.870 N=6996013.723
Est. Ah 3+950	E=738709.424 N=6995926.785	E=738766.163 N=6995975.602

PONTOS NOTÁVEIS		
REESTRUTURAÇÃO DA FAIXA DE AREIA		
Estaca	Coordenadas UTM	
	Ponto auxiliar (PA)	Eixo
Est. Ah 4+000	E=738742.175 N=6995888.816	E=738798.846 N=6995937.711
Est. Ah 4+050	E=738774.838 N=6995850.959	E=738831.509 N=6995899.854
Est. Ah 4+100	E=738807.500 N=6995813.101	E=738864.171 N=6995861.997
Est. Ah 4+150	E=738840.163 N=6995775.244	E=738896.834 N=6995824.140
Est. Ah 4+200	E=738872.825 N=6995737.387	E=738929.497 N=6995786.283
Est. Ah 4+250	E=738905.488 N=6995699.530	E=738962.159 N=6995748.426
Est. Ah 4+300	E=738938.328 N=6995661.498	E=738994.836 N=6995710.581
Est. Ah 4+350	E=738972.091 N=6995623.183	E=739027.893 N=6995673.068
Est. Ah 4+400	E=739006.399 N=6995585.354	E=739061.482 N=6995636.031
Est. Ah 4+450	E=739040.977 N=6995548.247	E=739095.509 N=6995599.452
Est. Ah 4+500	E=739075.183 N=6995511.778	E=739129.775 N=6995562.984
Est. Ah 4+550	E=739109.389 N=6995475.309	E=739163.981 N=6995526.515
Est. Ah 4+600	E=739143.594 N=6995438.841	E=739198.187 N=6995490.047
Est. Ah 4+650	E=739177.800 N=6995402.372	E=739232.393 N=6995453.578
Est. Ah 4+700	E=739212.006 N=6995365.904	E=739266.599 N=6995417.110

As figuras a seguir representam os perfis da praia nas extremidades e no meio da área de intervenção, desde o limite com a infraestrutura até a batimétrica de 6,00m, localizada a aproximadamente 800 m. As cotas de altitude estão referenciadas ao 0 IBGE. Os demais perfis são apresentados no projeto executivo.

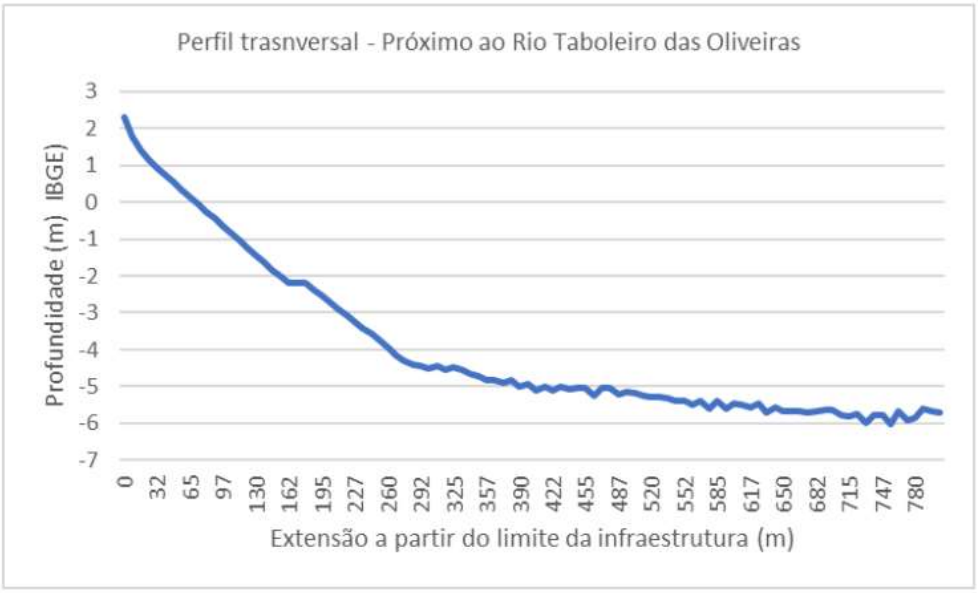


Figura 251: Perfil transversal próximo ao rio Taboleiro das Oliveiras.

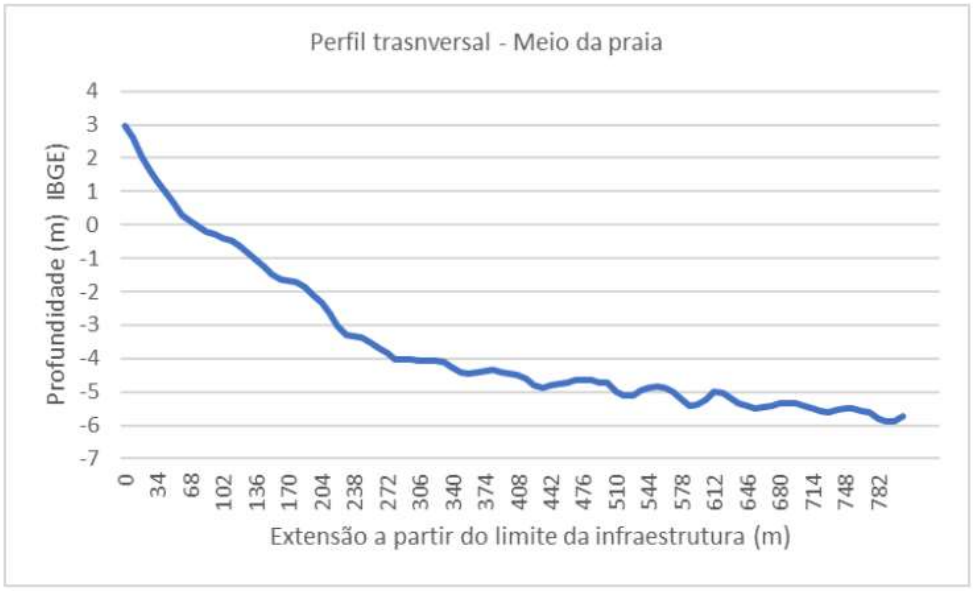


Figura 252: Perfil transversal no meio da Meia Praia.

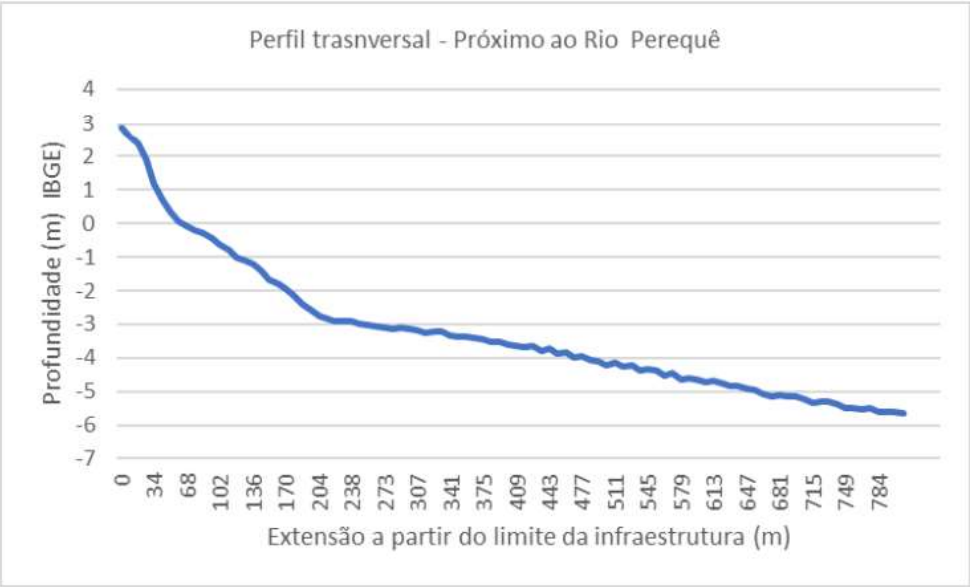


Figura 253: Perfil transversal próximo ao rio Perequê.

5.5.3 VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DOS PERFIS PRAIAIS

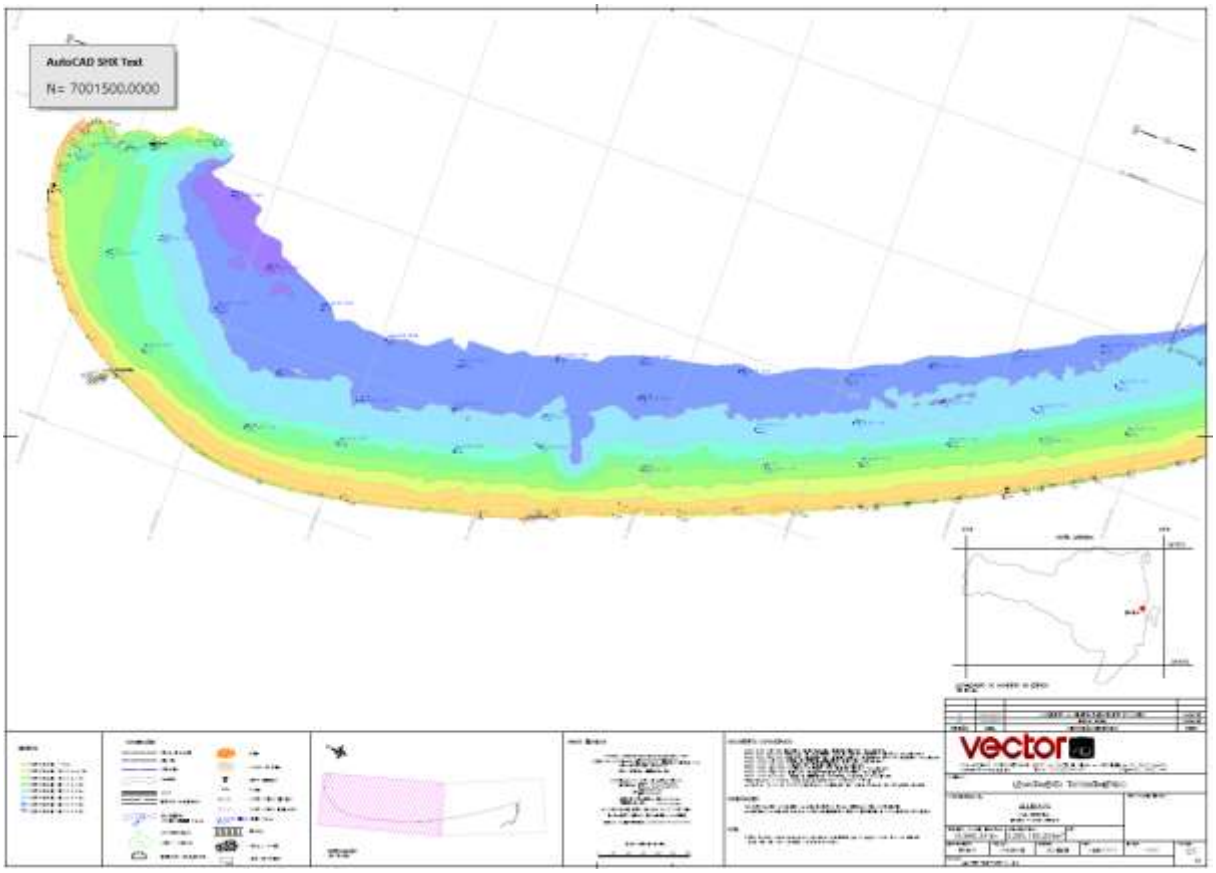
Na região de Itapema é comum ocorrer eventos de alta energia e ressacas com certa regularidade nos meses de inverno devido à elevação do nível do mar pela ação dos ventos e aumento da altura incidente de ondas. Situações como estas resultam em uma maior remobilização sedimentar e, consequente, retração da morfologia praial. Nos meses de verão, os eventos de ressaca tendem a diminuir, o que proporciona uma reconstrução gradual do perfil praial pela dinâmica sedimentar em direção à praia e, consequentemente, aumento dos volumes e larguras dos perfis. Em trechos da costa que já apresentam uma certa vulnerabilidade prévia, ou um desequilíbrio no balanço de sedimentos tenderão a sofrer com os efeitos das ressacas, e podem até desencadear processos erosivos pontuais ou generalizados.

Na área de intervenção do projeto, os perfis praiais elaborados a partir da topobatimetria de dezembro de 2021 foram comparados com os perfis resultantes de levantamento topobatimétrico de dezembro de 2015 realizado nas praias de Itapema (Figura 254).

Foram selecionados perfis a cada 1000 m localizados na área de intervenção. Os perfis estão georreferenciados, desta forma foi possível comparar os perfis

referentes às estacas Est. 0+000, Est. 0+1000, Est. 0+2000, Est. 0+3000, Est. 0+4000 e Est. 0+4700. O cálculo da variação de volume se deu em toda a extensão do perfil em que houve alteração das cotas de fundo, tanto positivas (indicando acresção) quanto negativas (indicando perda).

Comparando-se os perfis dos levantamentos de 2015 e 2021 (Figura 255 a Figura 260) fica evidente a perda de volume na seção em toda a área monitorada, e a maior variação volumétrica se dá até as profundidades de 2,0 a 3,0m. O volume variou de -63,5 m³/m na Est. 4+700 até +117,8 m³/m na Est. 0+100, sendo que valores negativos representam perda de volume e valores positivos acresção de volume no perfil. Neste intervalo de tempo, observa-se uma tendência de as correntes de deriva longitudinais estarem atuando no sentido de transportar o sedimento do sul para o norte.



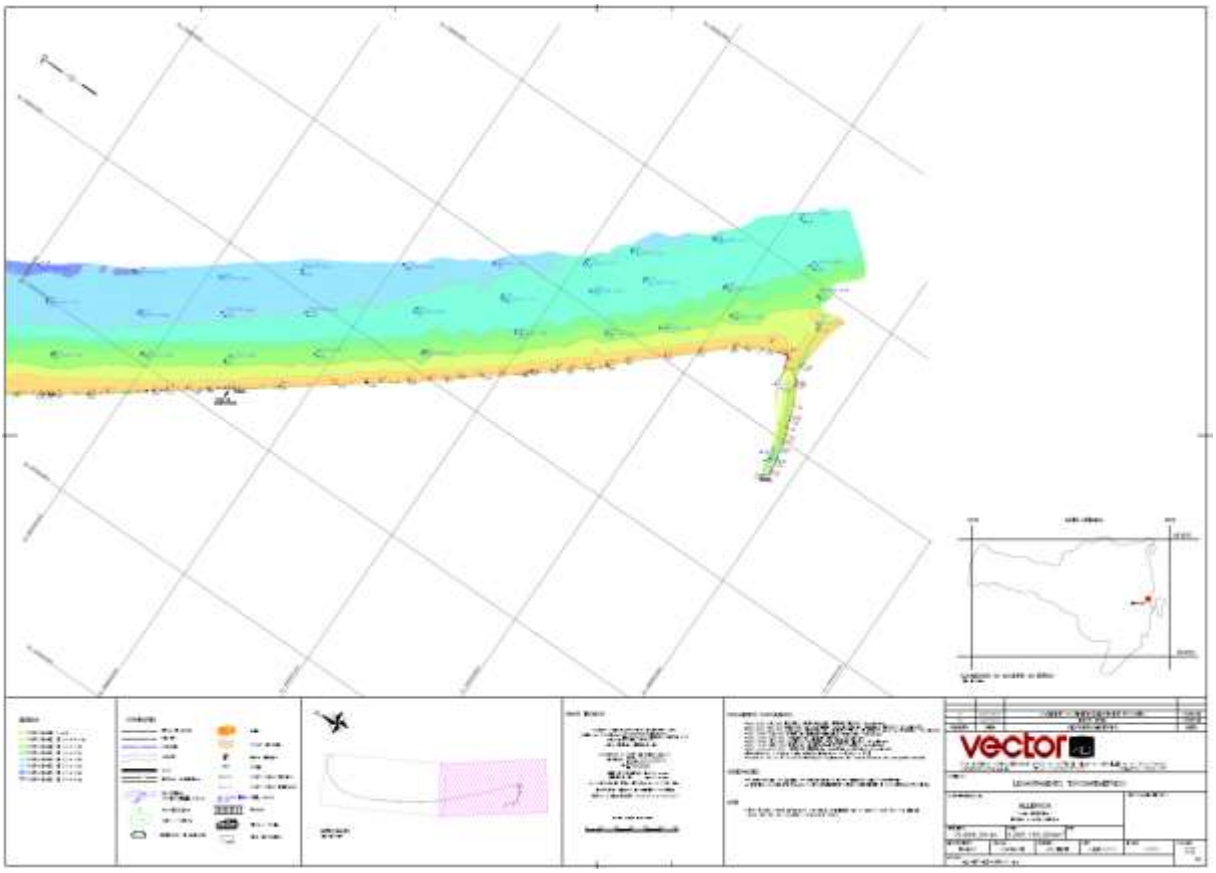


Figura 254: Planta topobatimétrica - levantamento realizado em jul/2015.

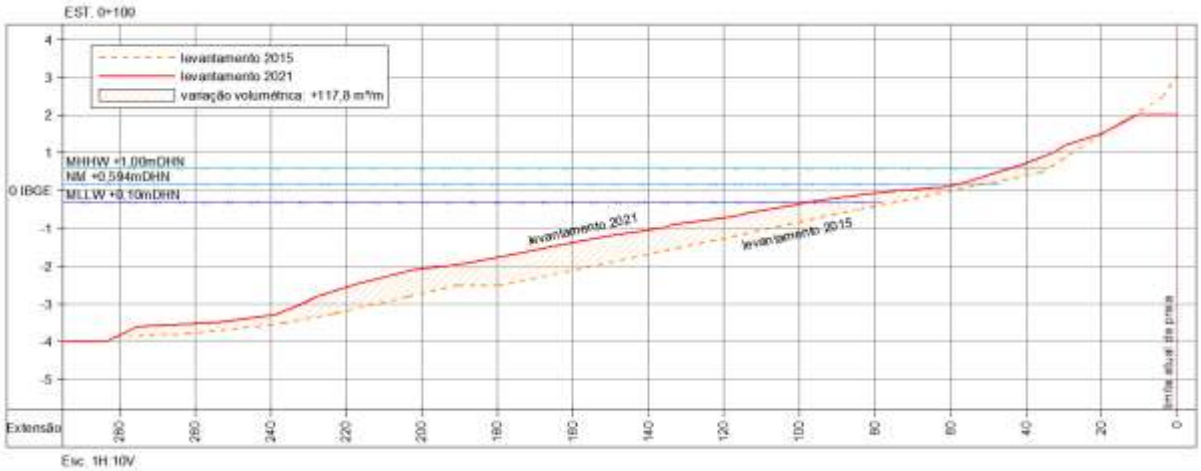


Figura 255: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 0+000, variação volumétrica entre 2015 e 2021.

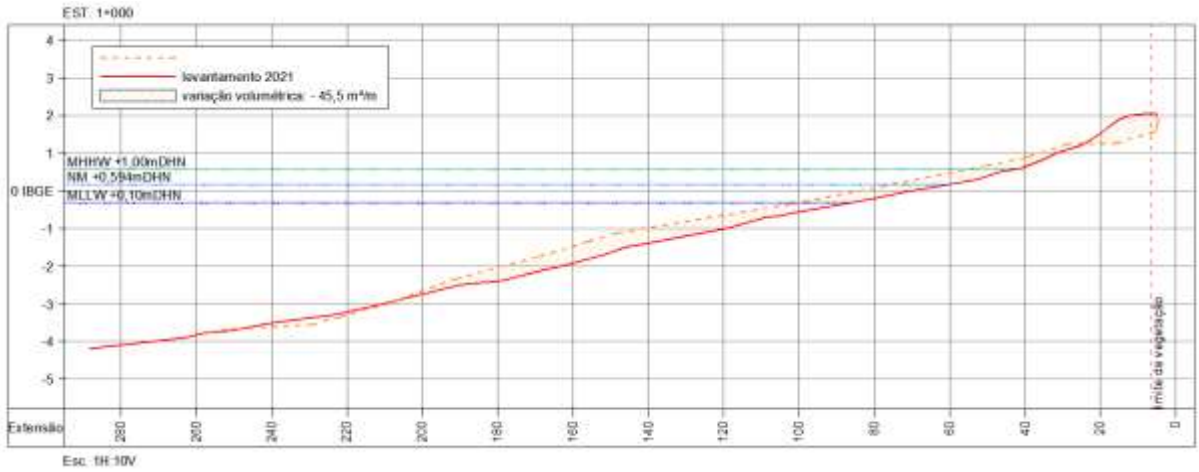


Figura 256: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 1+000, variação volumétrica entre 2015 e 2021

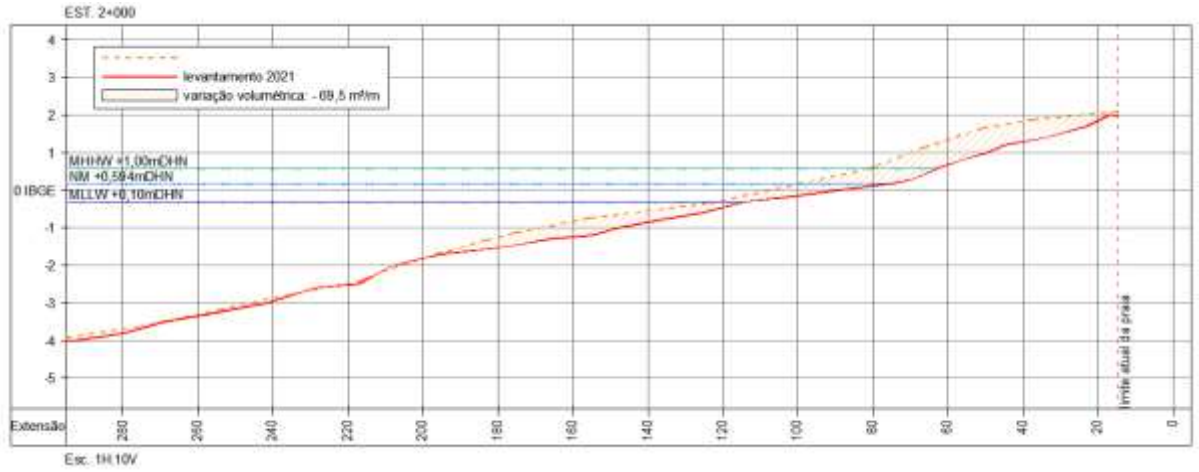


Figura 257: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 2+000, variação volumétrica entre 2015 e 2021

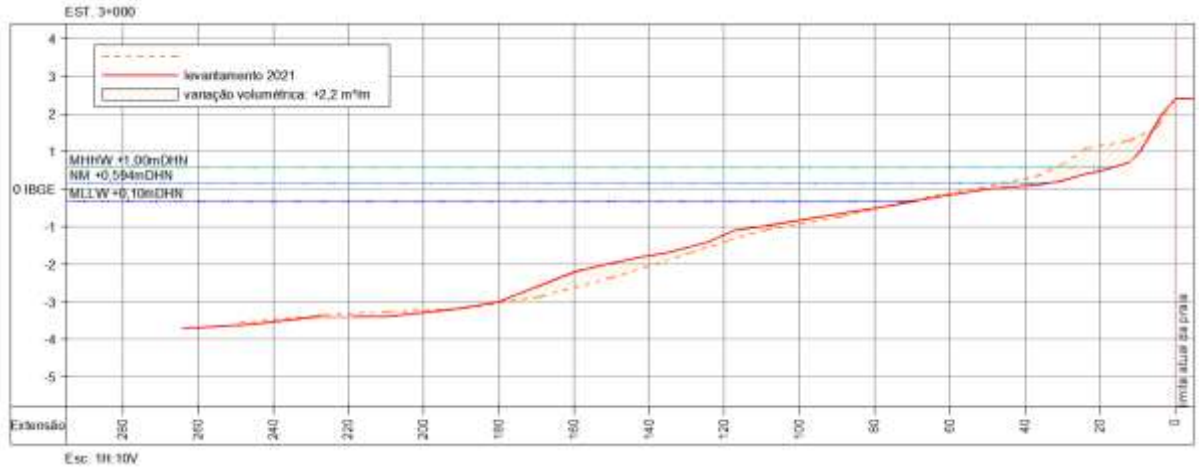


Figura 258: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 3+000, variação volumétrica entre 2015 e 2021

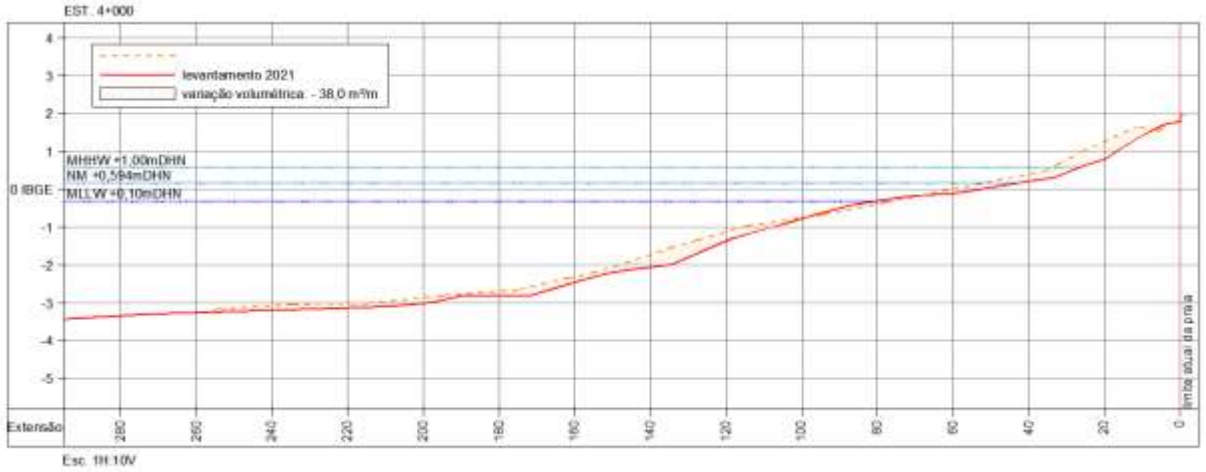


Figura 259: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 4+000, variação volumétrica entre 2015 e 2021

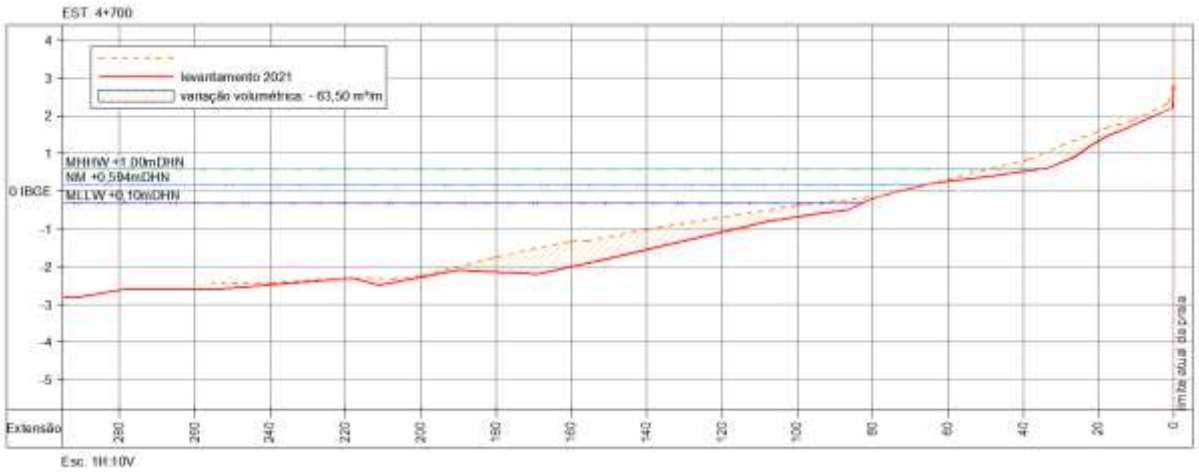


Figura 260: Perfil topobatimétrico da praia nativa Est. 4+700, variação volumétrica entre 2015 e 2021

Estudos ambientais do meio físico, biótico e socioeconômico na orla do Município de Itapema e Foz do Rio Perequê, elaborado em 2023, que comparou três levantamentos de campo entre junho e outubro de 2022, observou variabilidade espacial ao longo da orla no volume e na largura dos perfis. Indicou também que ao longo de diversos perfis, durante esse período, a variação foi positiva, demonstrando que a energia das ondas e os eventos de ressaca diminuíram no período, e isto possibilitou o retorno de parte do sedimento remobilizado no período amostral anterior. Existe a tendência de que este processo de reconstrução continue a atuar nos meses de verão, quando os eventos de ressaca tendem a diminuir, propiciando

uma reconstrução gradual do perfil praial pela dinâmica sedimentar em direção à praia e, consequentemente, aumento dos volumes e larguras dos perfis.

A três campanhas de campo para aquisição e análise de dados de variação de volume e largura, nos dias 29/06/2022 e 06/07/2022 (campo 1), 15, 22 e 23/08/2022 (campo 2) e 14 e 26/10/2022 (campo 3) estão descritas no relatório da Univali (2023) e se referem somente ao estudo de monitoramento da praia.

5.5.4 LEVANTAMENTO DE PERFIS AO NORTE DOS MOLHES DO RIO TABOLEIRO DAS OLIVEIRAS

Considerando as obras dos molhes existentes no arco praial, para que seja possível avaliar o comportamento da paria em toda a extensão da orla de Itapema, foi realizado levantamento topobatimétrico até o extremo norte.

O levantamento foi realizado nos dias 23 e 24 de julho de 2024. Na campanha amostral foram realizados 24 (vinte e quatro) perfis topográficos espaçados em 100 m (Figura 261) com o objetivo de caracterizar a atual morfologia da praia além de definir a conformação atual e utilizá-la como controle para o monitoramento da evolução do perfil praial. Neste trabalho foi empregado um sistema de posicionamento GNSS RTK para demarcação dos referenciais de nível (RN’s). O sistema de projeção adotado está informado na Figura 262. A Figura 263 apresenta os perfis topográficos da Est. 0+00 a Est. 0+800. Os perfis topográficos da est. 0+900 a est. 1+800 estão apresentados na Figura 264 e os perfis topográficos da Est. 1+900 a Est. 2+200 estão apresentados na Figura 265.



Figura 261: Locação dos perfis topográficos.

Projeção – Universal Transversa de Mercartor UTM
Datum – SIRGAS2000
Ponto de Referência (VE2133)

Coordenadas Geodésicas: LAT.= 27°07'17.06202"S
LONG.= 48°36'19.35377"W
Coordenadas UTM: N= 6997855,655
E= 737367,921

Figura 262: Sistema de projeção utilizado no levantamento.

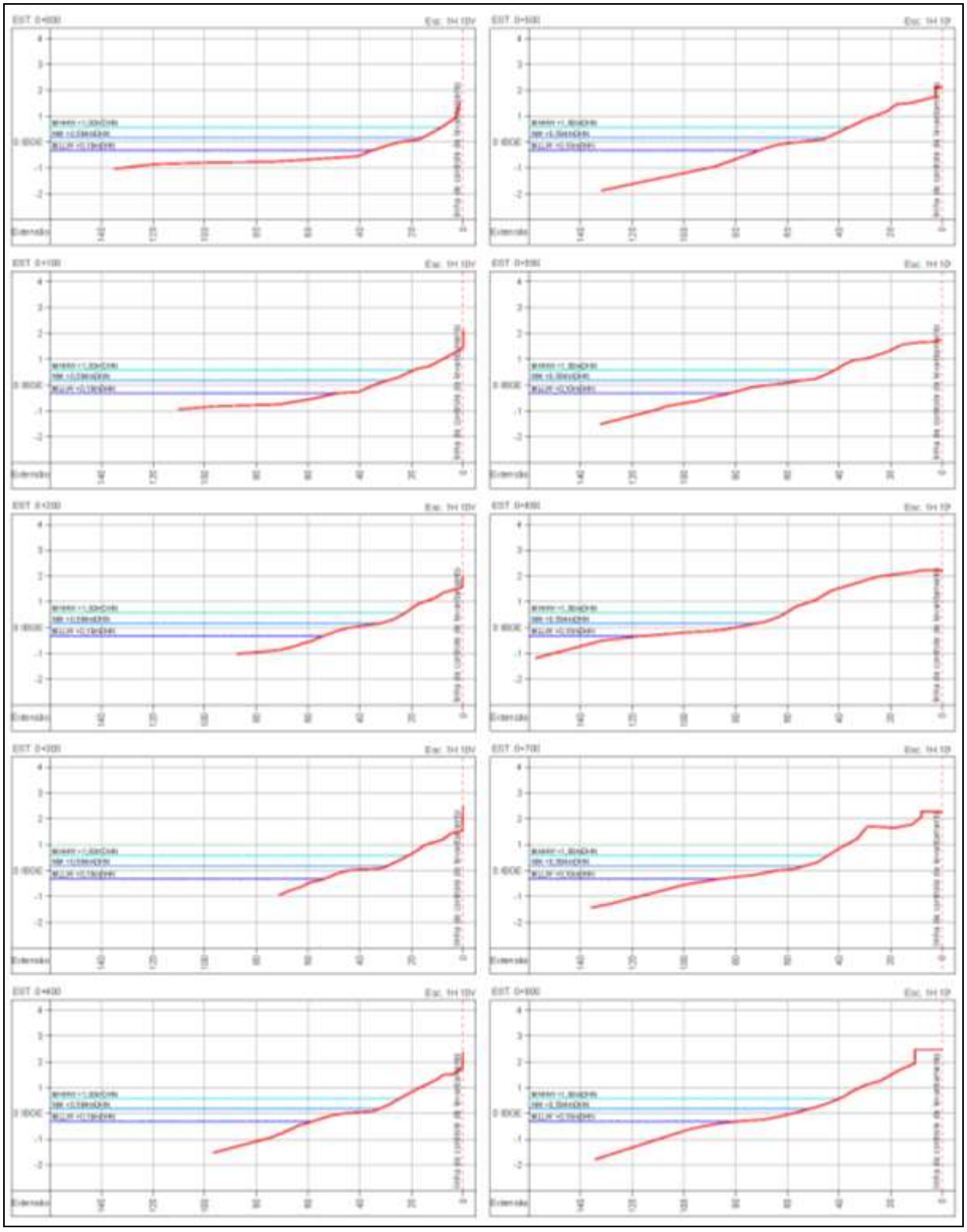


Figura 263: Perfis topográficos Est. 0+000 a 0+800.

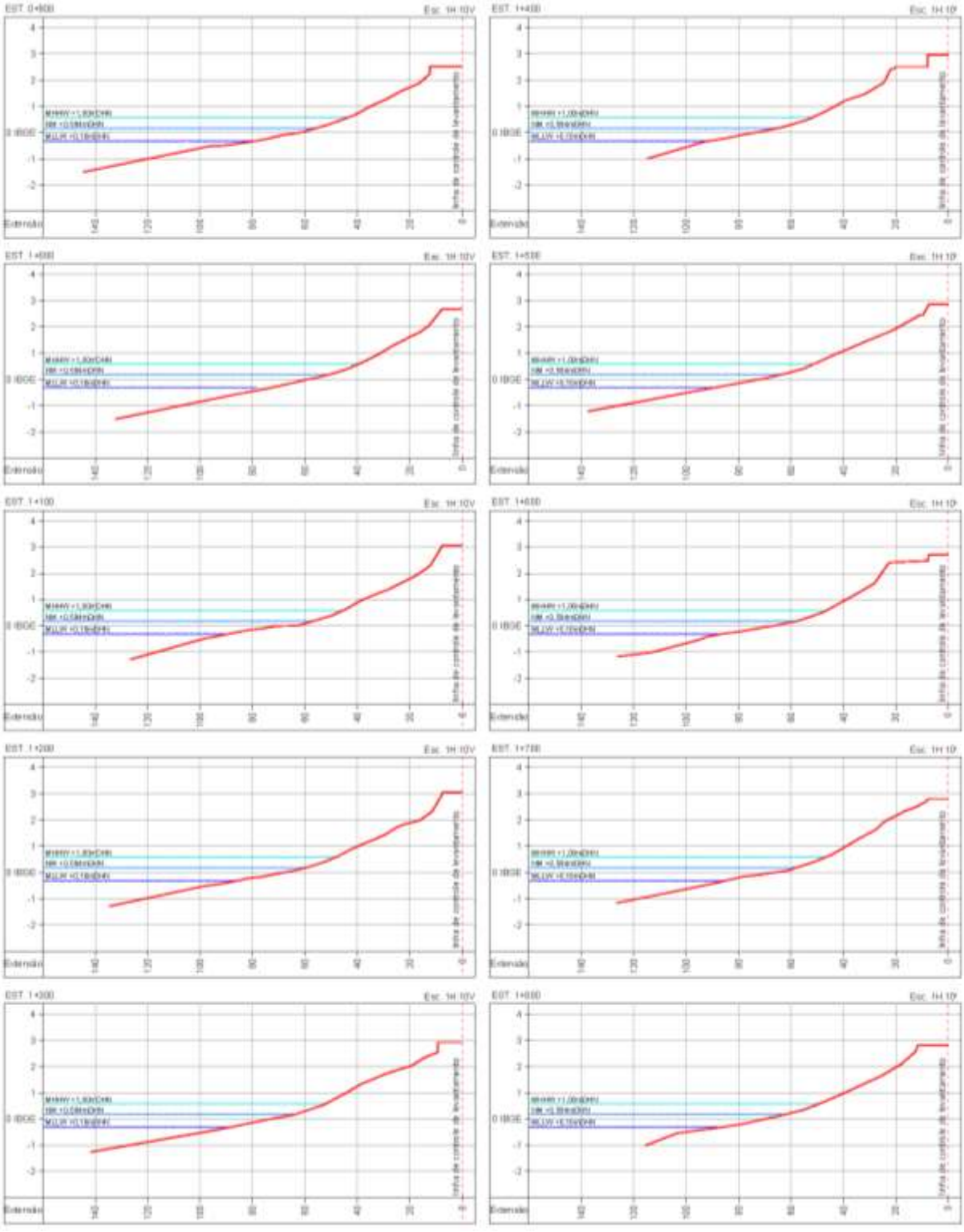


Figura 264: Perfis topográficos Est. 0+900 a 1+800.

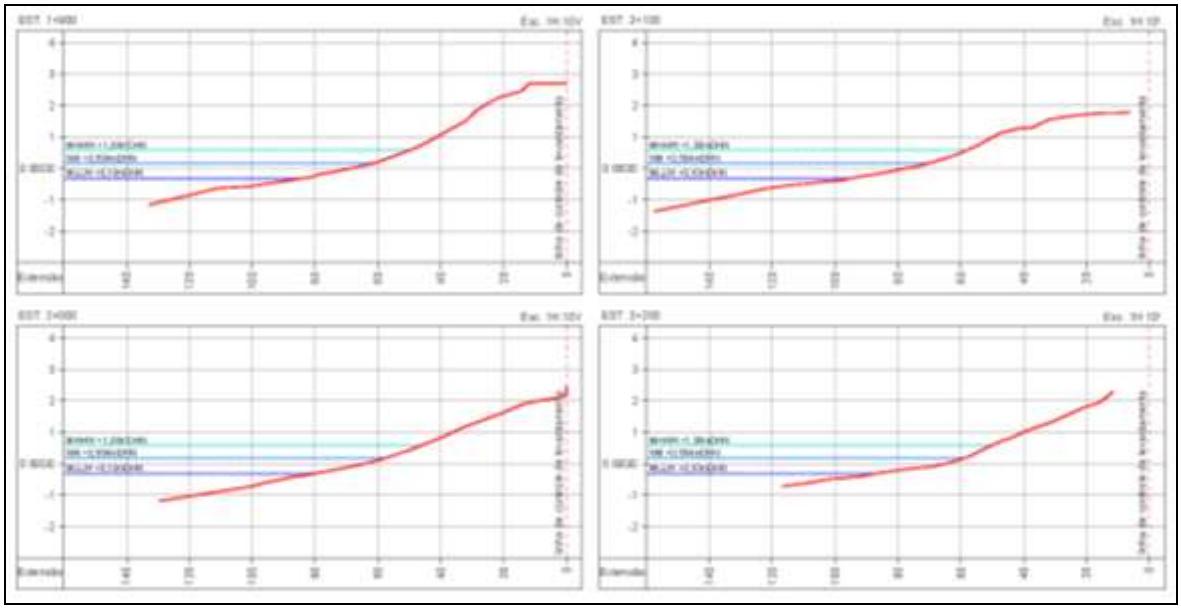


Figura 265: Perfis topográficos Est. 1+900 a 2+200.

5.6 VARIABILIDADE HISTÓRICA DO COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA

Apresenta-se neste item estudo sobre a variabilidade histórica do comportamento da linha de costa utilizando fotografias aéreas antigas em conjunto com imagens de satélites, realizado em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, utilizando imagens com período não inferior a 30 anos. Com isso busca-se atender pedidos de complementação dos estudos ambientais apresentados. Como resultado do estudo tem-se as taxas de erosão e/ou acresção.

5.6.1 METODOLOGIA

No presente estudo foram utilizadas aerofotografias de levantamento efetuado no ano de 1978, em data desconhecida, e diversas imagens de satélite efetuadas entre os anos de 2004 e 2023. Entende-se que a comparação de dados similares obtidos a partir de diferentes fontes de dados, tende a produzir dados incompatíveis.

As principais dificuldades para a execução deste estudo consistem no fato das aerofotografias, fornecidas pela SDE, necessitarem de georreferenciamentos efetuados a partir de pontos visuais, podendo gerar distorções nas imagens, além da baixa resolução devido a escala utilizada. A ferramenta de maior acessibilidade para imagens remotas, o *Google Earth*®, é um mosaico composto por diferentes tipos de imagens, que apresentam oscilação nos posicionamentos ao longo da série histórica.

Assim, a simples definição de uma linha litorânea, para comparação entra cada uma das datas avaliadas, apresentaria deslocamentos que alterariam o resultado do estudo, pois representariam, juntamente com a variabilidade litorânea, a oscilação do posicionamento das imagens. Portanto, optou-se pela criação de polígonos limitados a sul pela margem do Rio Perequê e a norte e oeste, por marcos antrópicos passíveis de demarcação em toda série histórica, e a leste pela zona de

espraiamento (de mais fácil reconhecimento na aerofotografia), fazendo deste limite, a variável de cada polígono.

Dessa forma, têm-se, como resultado, polígonos que fornecem a área desta faixa, onde apenas a variável litorânea não é fixa, apresentando resultados diretos, dos valores de acresção e/ou erosão da área toda.

Devido as variadas orientações da linha de costa, que sofrem a ação das ondas de forma diferente, além da ocorrência da foz de cursos hídricos ao longo da praia, o perfil longitudinal foi dividido em três setores, denominados de setor norte, setor central e setor sul, apresentados na Figura 266.

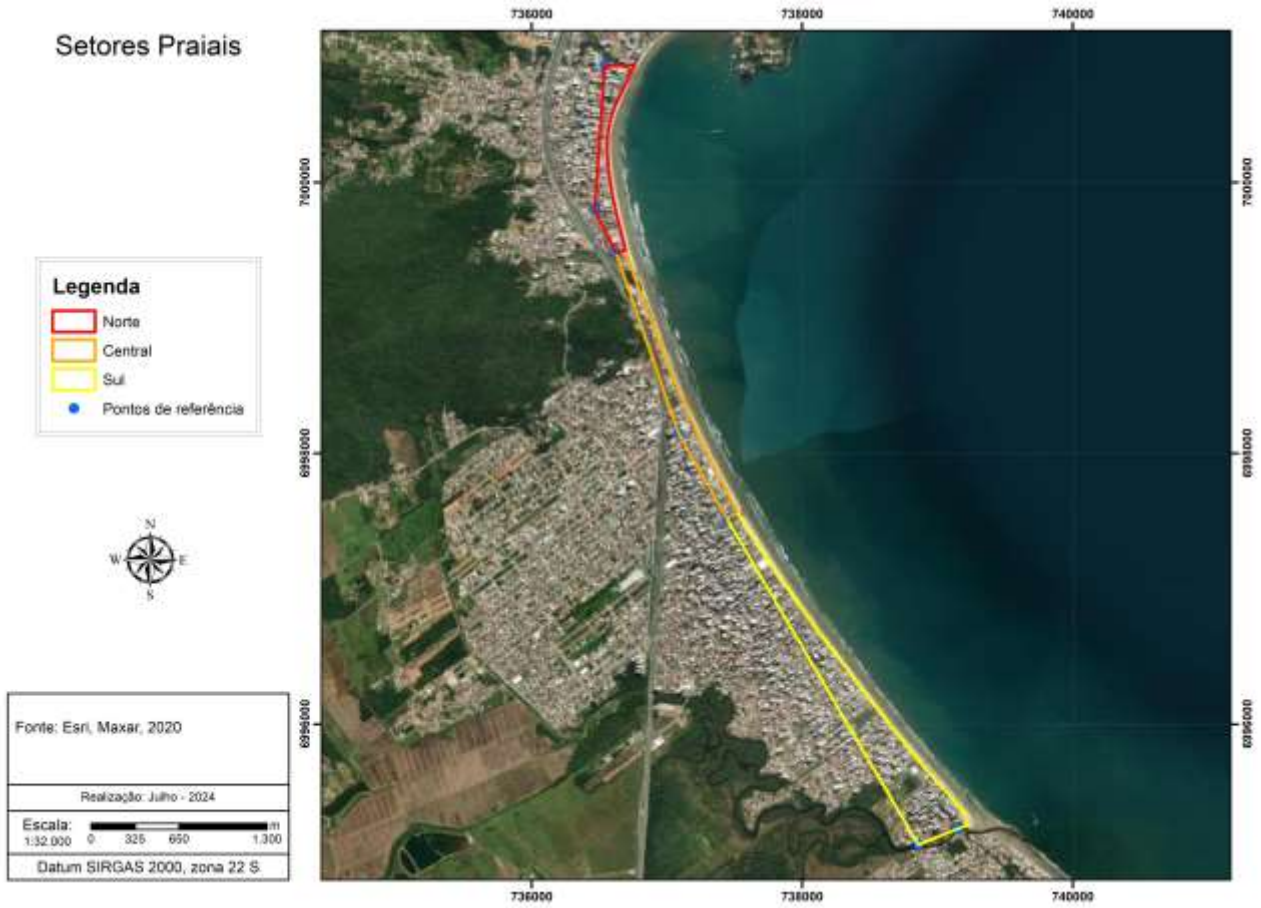


Figura 266: Setores praiais.

Os pontos de referência utilizados para a calibração foram definidos a partir da comparação entre a primeira imagem da série histórica, a fotografia 24713 de 1978, e a imagem mais recente da base de dados disponibilizada no *software Google Earth*®.

Sendo utilizados os seguintes pontos de referência; o prolongamento da rua 123 com a zona de espraiamento, o cruzamento entre as ruas 129A1 e 129D, a esquina sul da Av. Nereu Ramos com R. 157, a esquina noroeste do cruzamento entre as ruas 153A e 163 e o prolongamento desta até a zona de espraiamento, sendo este o limite entre os setores norte e central.

No setor central têm-se um ponto de referência na esquina norte da rua 204 com a avenida Nereu Ramos e a divisa com setor sul acontece na esquina sul da rua 230, com a mesma avenida, seguindo o prolongamento desta rua até a praia. O Setor sul ocorre até as margens do Rio Perequê.

Após a definição dos polígonos, executada no *software Google Earth®,* estes foram exportados para sistema de informações geográfica, aonde foram georreferenciados a partir dos pontos de referência e tiveram suas distorções ajustadas, quando necessário, outra medida executada foi a adoção de área continental comum, a ser subtraída das áreas de cada imagem, a fim de obter-se um valor com menos dígitos, facilitando a interpretação dos resultados.

O resultado apresentado, considera, praticamente, apenas a faixa de areia, com pequenas exceções pontuais onde o mapeamento não pôde ser limitado no início da faixa de areia. As áreas dos polígonos puderam ser divididas pela extensão dos setores, representando o resultado obtido em m²/m. Os dados foram trabalhados em planilha eletrônica em ordem cronológica e sazonal, ao longo do período. A sobreposição dos polígonos, a partir dos pontos de referência, possibilita a observação pontual dos locais onde a faixa litorânea apresenta acresção e/ou erosão.

Tais imagens, estão apresentadas na Figura 267, setor norte, Figura 268, setor central, e Figura 269, setor sul. Os dados planilhados estão apresentados em

seguida, a Tabela 36 apresenta a relação entre as áreas dos polígonos ordenadas por sazonalidade.

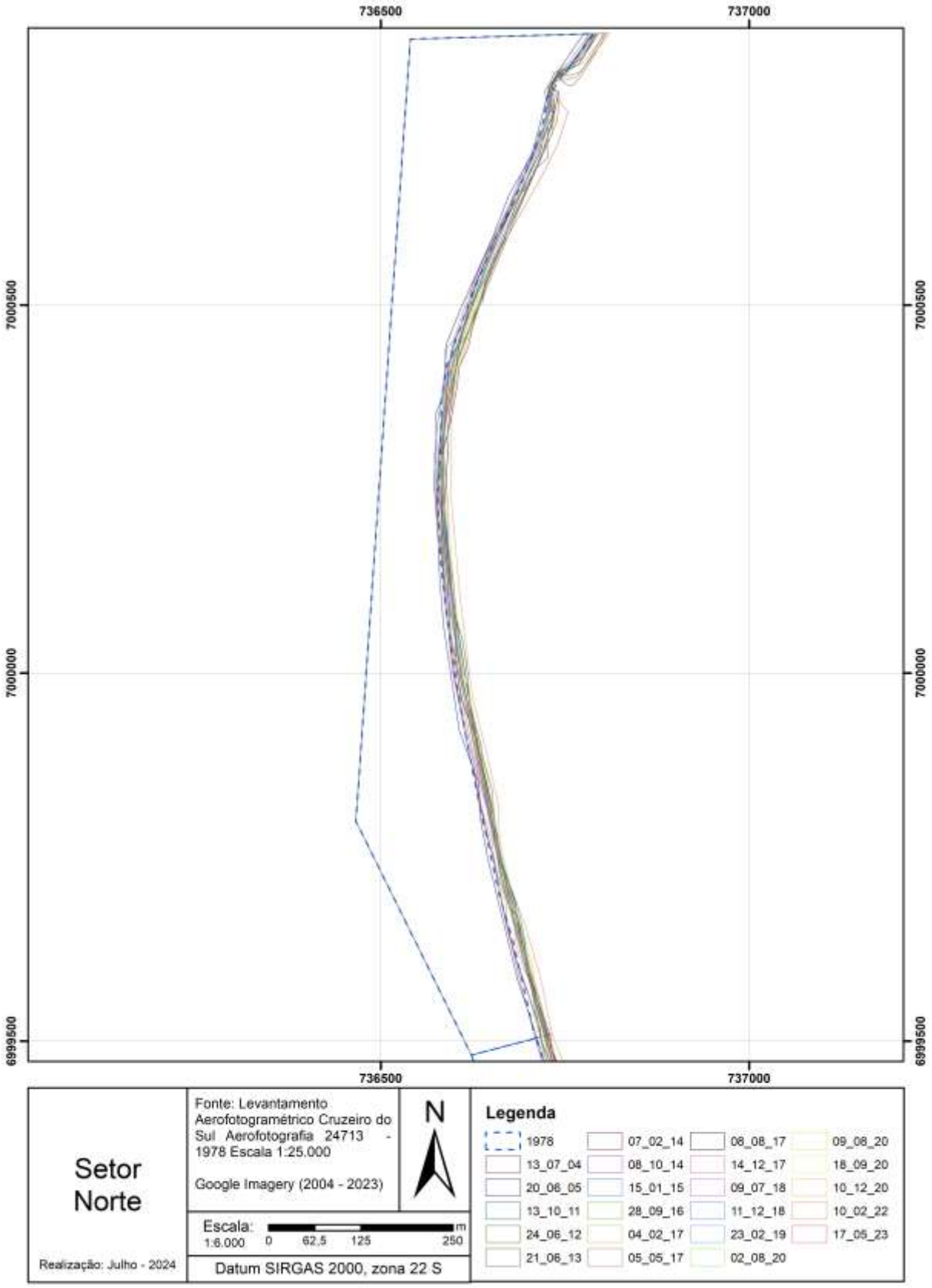


Figura 267: Variabilidade da linha de costa no setor Norte.

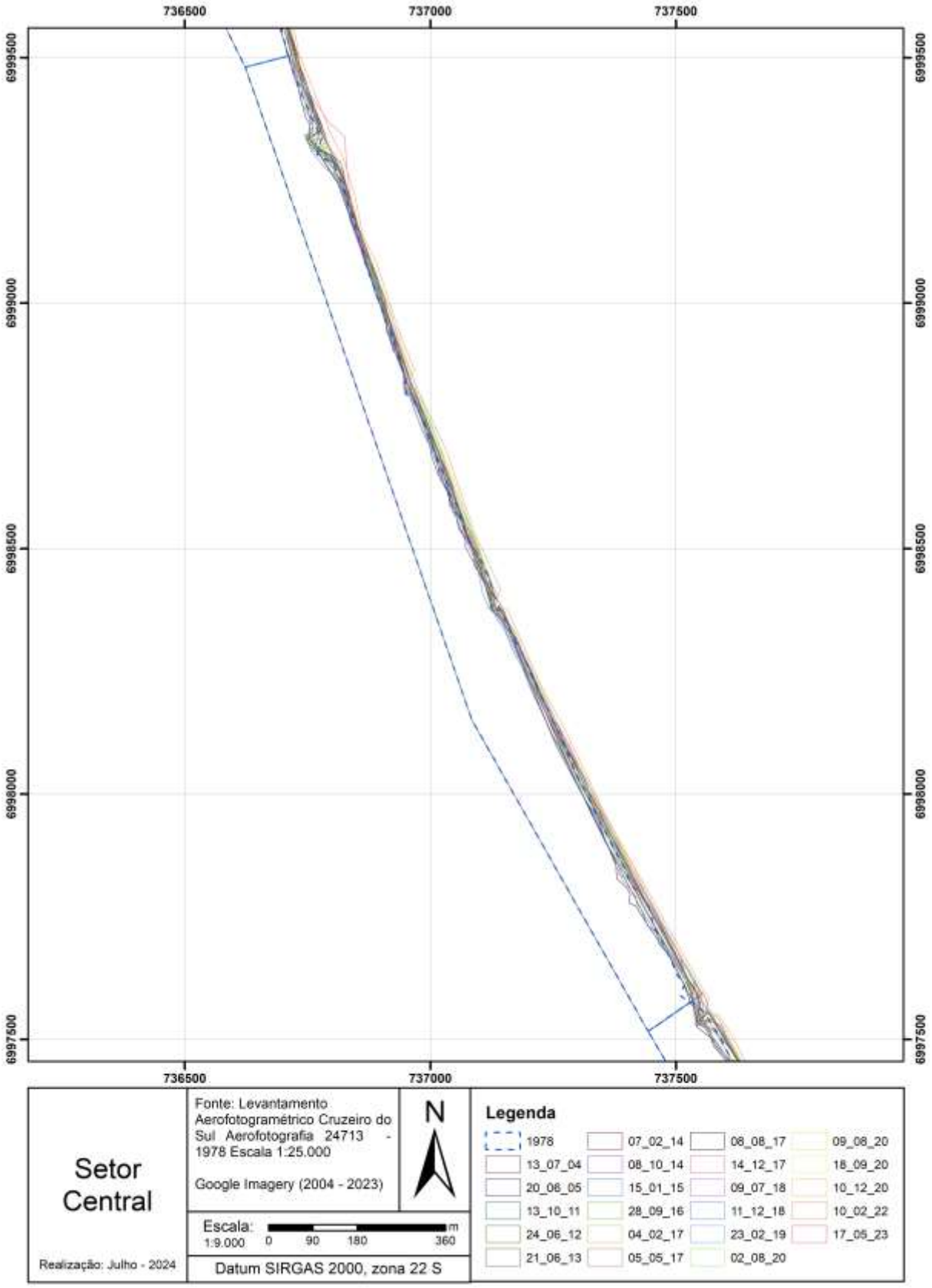


Figura 268: Variabilidade da linha de costa no setor Central.

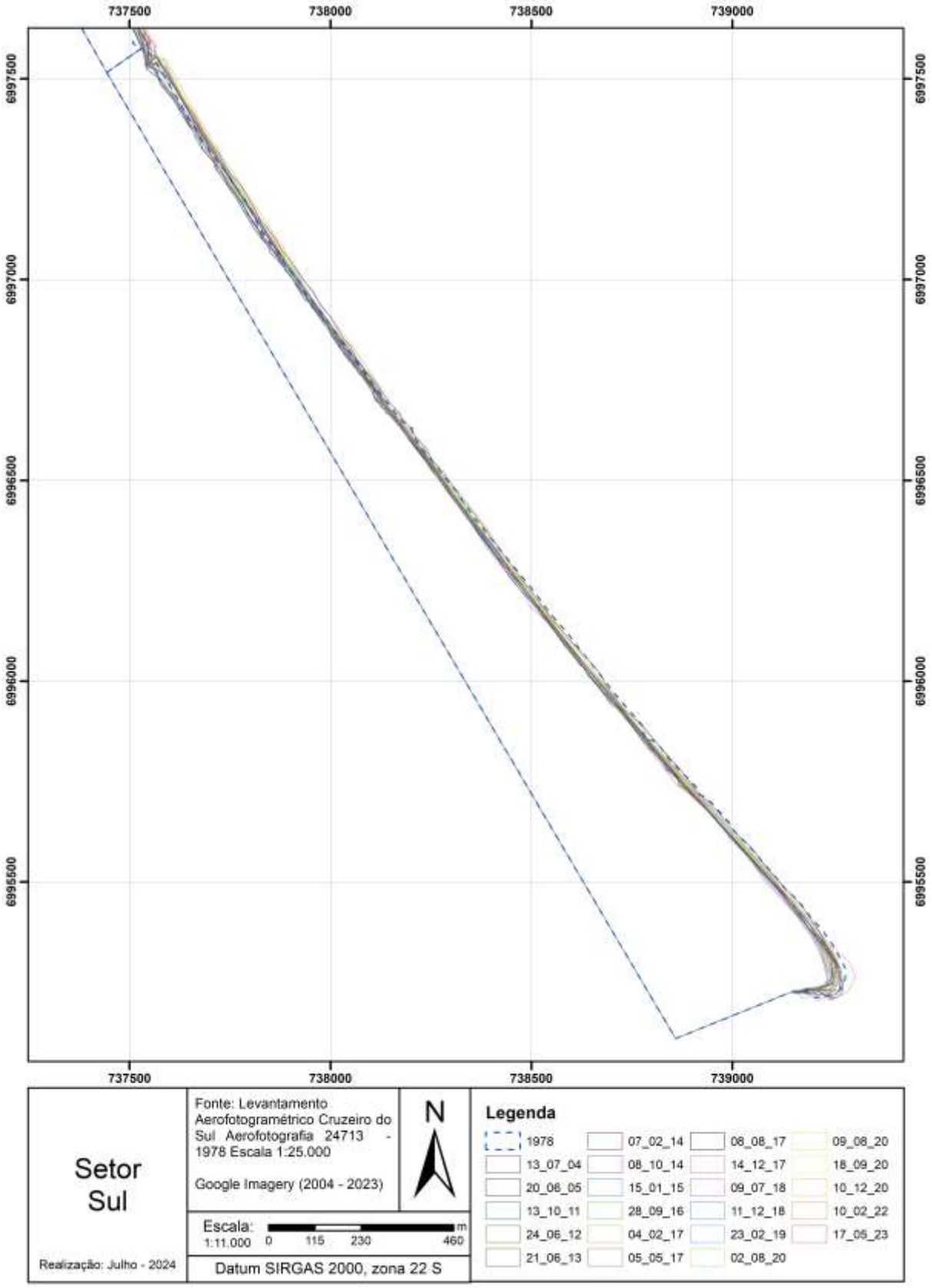


Figura 269: Variabilidade da linha de costa no setor Sul.

Tabela 36: Áreas dos polígonos ordenadas por sazonalidade (m²).

			Norte		Central		Sul		Total	
Aerofotografia 1978			26.690,4		48.581,4		87.744,9		163.016,6	
DIA	MÊS	ANO	36.432,9		56.705,6		62.522,1		155.660,6	Média Satélite
7	2	14	40.496,0		60.240,4		62.773,4		163.509,8	
15	1	15	38.691,8		56.422,1		59.096,2		154.210,0	
4	2	17	39.079,9	40.964,9	64.556,6	64.877,9	73.852,0	70.202,6	177.488,5	176.045,5
23	2	19	37.542,2		56.189,2		55.358,0		149.089,4	
10	2	22	49.014,8		86.981,2		99.933,6		235.929,6	
20	6	5	20.143,4		34.095,7		41.023,3		95.262,4	
21	6	13	41.021,0	32.908,4	52.836,7	48.670,0	67.219,3	62.356,1	161.077,0	143.934,6
5	5	17	28.069,2		47.072,5		46.291,1		121.432,8	
17	5	23	42.400,0		60.675,3		94.890,9		197.966,2	
13	7	4	31.104,3		58.356,5		68.731,6		158.192,4	
24	6	12	38.165,4		44.588,2		44.671,9		127.425,5	
8	8	17	40.244,7		62.318,2		47.766,9		150.329,8	
9	7	18	32.723,9	36.572,3	67.075,3	55.773,4	74.653,2	59.909,2	174.452,4	152.254,9
2	8	20	39.685,5		58.900,6		66.019,5		164.605,7	
9	8	20	36.219,7		60.322,5		68.708,8		165.251,0	
18	9	20	37.862,3		38.852,6		48.812,4		125.527,3	
13	10	11	40.072,3		37.581,2		45.147,6		122.801,1	
8	10	14	25.566,8		64.161,4		70.097,4		159.825,5	
14	12	17	39.075,1	35.837,8	57.862,9	56.744,4	44.226,0	55.984,3	141.164,1	148.566,5
28	9	16	35.911,2		50.426,5		55.220,8		141.558,6	
11	12	18	35.322,3		71.302,3		78.470,7		185.095,4	
10	12	20	39.078,7		59.132,1		42.743,5		140.954,3	
				Média Sazonal						

A análise da variabilidade sazonal indica em relação a aerofotografia, que esta apresenta valores inferiores as médias sazonais nos setores, norte, nas 4 estações, e central, em 3 estações, com valores similares no outono. O setor sul, por sua vez, apresenta valores superiores as médias das imagens de satélite para as 4 estações. Na relação das médias dos três setores, têm-se valor superior, da aerofotografia, para 3 estações, com exceção ao verão.

A comparação de cada data de imagem de satélite em relação a aerofotografia, indica que no setor norte apenas 2 datas apresentaram resultado inferior (números em vermelho), já no setor central foram 5 datas. No setor sul duas datas apresentaram resultado superior (números em azul). Na relação total têm-se 8 datas com resultado superior e 14 com resultado inferior. A Tabela 37, apresenta os valores em ordem cronológica.

Tabela 37: Áreas dos polígonos ordenadas cronologicamente (m²).

			Norte		Central		Sul		Total	
Aerofotografia 1978			26.690,4		48.581,4		87.744,9		163.016,6	
DIA	MÊS	ANO	36.432,9	9.742,5	56.705,6	8.124,2	62.522,1	-25.222,8	155.660,6	-7.356,02
13	7	4	31.104,3		58.356,5		68.731,6		158.192,4	
20	6	5	20.143,4	-10.960,9	34.095,7	-24.260,8	41.023,3	-27.708,3	95.262,4	-62.930,01
13	10	11	40.072,3	19.929,0	37.581,2	3.485,5	45.147,6	4.124,3	122.801,1	27.538,74
24	6	12	38.165,4	-1.907,0	44.588,2	7.007,1	44.671,9	-475,7	127.425,5	4.624,36
21	6	13	41.021,0	2.855,7	52.836,7	8.248,5	67.219,3	22.547,4	161.077,0	33.651,55
7	2	14	40.496,0	-525,0	60.240,4	7.403,7	62.773,4	-4.445,9	163.509,8	2.432,77
8	10	14	25.566,8	-14.929,2	64.161,4	3.920,9	70.097,4	7.324,0	159.825,5	-3.684,24
15	1	15	38.691,8	13.124,9	56.422,1	-7.739,3	59.096,2	-11.001,2	154.210,0	-5.615,51
28	9	16	35.911,2	-2.780,5	50.426,5	-5.995,6	55.220,8	-3.875,3	141.558,6	-12.651,44
4	2	17	39.079,9	3.168,7	64.556,6	14.130,1	73.852,0	18.631,2	177.488,5	35.929,95
5	5	17	28.069,2	-11.010,7	47.072,5	-17.484,1	46.291,1	-27.561,0	121.432,8	-56.055,77
8	8	17	40.244,7	12.175,5	62.318,2	15.245,7	47.766,9	1.475,8	150.329,8	28.897,06
14	12	17	39.075,1	-1.169,5	57.862,9	-4.455,3	44.226,0	-3.540,9	141.164,1	-9.165,74
9	7	18	32.723,9	-6.351,3	67.075,3	9.212,4	74.653,2	30.427,2	174.452,4	33.288,34
11	12	18	35.322,3	2.598,4	71.302,3	4.227,0	78.470,7	3.817,5	185.095,4	10.642,96
23	2	19	37.542,2	2.219,9	56.189,2	-15.113,1	55.358,0	-23.112,7	149.089,4	-36.005,99
2	8	20	39.685,5	2.143,3	58.900,6	2.711,4	66.019,5	10.661,5	164.605,7	15.516,29
9	8	20	36.219,7	-3.465,8	60.322,5	1.421,8	68.708,8	2.689,3	165.251,0	645,36
18	9	20	37.862,3	1.642,6	38.852,6	-21.469,9	48.812,4	-19.896,5	125.527,3	-39.723,77
10	12	20	39.078,7	1.216,4	59.132,1	20.279,4	42.743,5	-6.068,8	140.954,3	15.426,99
10	2	22	49.014,8	9.936,2	86.981,2	27.849,1	99.933,6	57.190,0	235.929,6	94.975,32
17	5	23	42.400,0	-6.614,8	60.675,3	-26.305,9	94.890,9	-5.042,7	197.966,2	-37.963,37
			*	**	*	**	*	**	*	**
* letras em vermelho indicam valor menor em relação ao dado de 1978										
** células em vermelho indicam erosão em relação com dado anterior da série										

Nesta tabela, têm-se na coluna direita de cada setor, a comparação cronológica dos dados, sempre sendo feita a relação com o dado anterior da série histórica, as células vermelhas indicam relação de erosão. Na coluna esquerda de cada setor, as células com texto em vermelho indicam valor inferior ao observado na fotografia de 1978.

A Tabela 38 apresenta as taxas relativas às áreas dos polígonos e a extensão longitudinal do perfil praial. Sem a certeza da data de realização do aerolevantamento que forneceu a fotografia de 1978, a comparação desta é feita com a média dos resultados obtidos com a utilização das imagens de satélite, como

resultado têm-se bastante diferença nos setores norte, com elevada acresção, e no setor sul, com elevada erosão. No setor central tem ocorrência de acresção, mas em taxa menor.

A comparação cronológica apresenta oscilação entre os resultados, demonstrando o dinamismo da faixa litorânea. Por vezes uma taxa, positiva ou negativa, ocorre em dois setores, sendo inversa no outro setor da mesma data avaliada.

A Tabela 39 apresenta a taxa de acresção/erosão mensal, onde têm-se a relação entre os diferentes valores com o tempo que os separa, em meses.

Tabela 38: Taxa relativa à área dos polígonos e a extensão longitudinal do perfil praial (m²/m).

			Norte		Central		Sul		Total	
Aerofotografia 1978			18,71		23,09		30,42		72,22	
DIA	MÊS	ANO	25,54	6,83	26,95	3,86	21,67	-8,74	74,17	1,95
13	7	4	21,81		27,74		23,83		73,37	
20	6	5	14,12	-7,68	16,20	-11,53	14,22	-9,61	44,55	-28,82
13	10	11	28,09	13,97	17,86	1,66	15,65	1,43	61,60	17,06
24	6	12	26,76	-1,34	21,19	3,33	15,49	-0,16	63,43	1,83
21	6	13	28,76	2,00	25,11	3,92	23,30	7,82	77,17	13,74
7	2	14	28,39	-0,37	28,63	3,52	21,76	-1,54	78,78	1,61
8	10	14	17,92	-10,47	30,49	1,86	24,30	2,54	72,72	-6,06
15	1	15	27,12	9,20	26,82	-3,68	20,49	-3,81	74,43	1,71
28	9	16	25,18	-1,95	23,97	-2,85	19,14	-1,34	68,28	-6,14
4	2	17	27,40	2,22	30,68	6,72	25,60	6,46	83,68	15,40
5	5	17	19,68	-7,72	22,37	-8,31	16,05	-9,55	58,10	-25,58
8	8	17	28,21	8,54	29,62	7,25	16,56	0,51	74,39	16,29
14	12	17	27,39	-0,82	27,50	-2,12	15,33	-1,23	70,23	-4,16
9	7	18	22,94	-4,45	31,88	4,38	25,88	10,55	80,70	10,47
11	12	18	24,76	1,82	33,89	2,01	27,20	1,32	85,85	5,15
23	2	19	26,32	1,56	26,71	-7,18	19,19	-8,01	72,21	-13,64
2	8	20	27,82	1,50	27,99	1,29	22,89	3,70	78,70	6,49
9	8	20	25,39	-2,43	28,67	0,68	23,82	0,93	77,88	-0,82
18	9	20	26,54	1,15	18,47	-10,20	16,92	-6,90	61,93	-15,95
10	12	20	27,40	0,85	28,10	9,64	14,82	-2,10	70,32	8,39
10	2	22	34,36	6,97	41,34	13,24	34,64	19,83	110,34	40,03
17	5	23	29,72	-4,64	28,84	-12,50	32,89	-1,75	91,46	-18,89
			*	**	*	**	*	**	*	**
* letras em vermelho indicam valor menor em relação ao dado de 1978										
** células em vermelho indicam erosão em relação com dado anterior da série										

Tabela 39: Taxa de erosão/acresção mensal (m²/m/mês)

DIA	MÊS	ANO	Norte			Central			Sul			Total		
			m²/m	Relação com anterior	taxa mensal (m²/m/mês)	m²/m	Relação com anterior	taxa mensal (m²/m/mês)	m²/m	Relação com anterior	taxa mensal (m²/m/mês)	m²/m	Relação com anterior	taxa mensal (m²/m/mês)
13	7	4	21,81			27,74			23,83			73,37		
20	6	5	14,12	-7,68	-0,70	16,20	-11,53	-1,05	14,22	-9,61	-0,87	44,55	-28,82	-2,62
13	10	11	28,09	13,97	0,18	17,86	1,66	0,02	15,65	1,43	0,02	61,60	17,06	0,22
24	6	12	26,76	-1,34	-0,17	21,19	3,33	0,42	15,49	-0,16	-0,02	63,43	1,83	0,23
21	6	13	28,76	2,00	0,17	25,11	3,92	0,33	23,30	7,82	0,65	77,17	13,74	1,14
7	2	14	28,39	-0,37	-0,05	28,63	3,52	0,44	21,76	-1,54	-0,19	78,78	1,61	0,20
8	10	14	17,92	-10,47	-1,31	30,49	1,86	0,23	24,30	2,54	0,32	72,72	-6,06	-0,76
15	1	15	27,12	9,20	3,07	26,82	-3,68	-1,23	20,49	-3,81	-1,27	74,43	1,71	0,57
28	9	16	25,18	-1,95	-0,10	23,97	-2,85	-0,15	19,14	-1,34	-0,07	68,28	-6,14	-0,32
4	2	17	27,40	2,22	0,44	30,68	6,72	1,34	25,60	6,46	1,29	83,68	15,40	3,08
5	5	17	19,68	-7,72	-2,57	22,37	-8,31	-2,77	16,05	-9,55	-3,18	58,10	-25,58	-8,53
8	8	17	28,21	8,54	2,85	29,62	7,25	2,42	16,56	0,51	0,17	74,39	16,29	5,43
14	12	17	27,39	-0,82	-0,20	27,50	-2,12	-0,53	15,33	-1,23	-0,31	70,23	-4,16	-1,04
9	7	18	22,94	-4,45	-0,64	31,88	4,38	0,63	25,88	10,55	1,51	80,70	10,47	1,50
11	12	18	24,76	1,82	0,36	33,89	2,01	0,40	27,20	1,32	0,26	85,85	5,15	1,03
23	2	19	26,32	1,56	0,78	26,71	-7,18	-3,59	19,19	-8,01	-4,01	72,21	-13,64	-6,82
2	8	20	27,82	1,50	0,25	27,99	1,29	0,21	22,89	3,70	0,62	78,70	6,49	1,08
9	8	20	25,39	-2,43	-1,98	28,67	0,68	0,55	23,82	0,93	0,76	77,88	-0,82	-0,67
18	9	20	26,54	1,15	1,15	18,47	-10,20	-10,20	16,92	-6,90	-6,90	61,93	-15,95	-15,95
10	12	20	27,40	0,85	0,28	28,10	9,64	3,21	14,82	-2,10	-0,70	70,32	8,39	2,80
10	2	22	34,36	6,97	0,50	41,34	13,24	0,95	34,64	19,83	1,42	110,34	40,03	2,86
17	5	23	29,72	-4,64	-0,31	28,84	-12,50	-0,83	32,89	-1,75	-0,12	91,46	-18,89	-1,26
					2,10			-9,24			-10,63			-17,82
			Somatório das taxas mensais (m²/m/mês)											

A relação das taxas mensais de acresção/erosão, ao longo de todo período avaliado pelas imagens de satélite (19 anos), apresenta valores positivos apenas no setor norte, onde a taxa observada foi de 2,10m²/m, a mais próxima ao equilíbrio, dentre os três setores. No setor central a taxa observada foi de -9,24m²/m, representando erosão, assim como no setor sul, que por sua vez apresentou taxa de -10,63 m²/m.

A aerofotografia de 1978 não é apresentada nesta tabela devido a diferença de 26 anos entre os dados, porém quando convertidos para a taxa mensal representam pouca variação aos dados quando utilizadas apenas as informações das imagens de satélite, como pode ser observado na Tabela 40. A coluna 'relação com 2004' quando positiva indica que houve acresção, quando negativa indica erosão.

Tabela 40: Taxa de acresção/erosão entre aerofotografia de 1978 e imagem de satélite de 2004.

Norte			Central			Sul			Total		
m^2/m	Relação com 2004	taxa mensal ($m^2/m/mês$)	m^2/m	Relação com 2004	taxa mensal ($m^2/m/mês$)	m^2/m	Relação com 2004	taxa mensal ($m^2/m/mês$)	m^2/m	Relação com 2004	taxa mensal ($m^2/m/mês$)
18,711	3,094	0,010	23,090	4,646	0,015	30,418	-6,591	-0,021	72,218	1,149	0,004

Após as análises efetuadas, observa-se que o setor norte apresentou indicativos de acresção nos diferentes comparativos efetuados entre os dados, o setor sul, por sua vez, apresentou erosão, também em todas as diferentes metodologias. O setor central, por sua vez, apresentou-se equilibrado nas análises iniciais, a avaliação das linhas costeiras na Figura 268 demonstra porções de acresção e erosão ao longo do perfil, avaliação cronológica e por sazonalidade indicam acresção, porém, quando executado o comparativo das taxas, em relação ao período entre os dados de satélite, o resultado foi de erosão, indicando que eventos erosivos, embora de menor ocorrência, apresentam grande intensidade. A Tabela 41 apresenta as taxas de acresção/erosão diluídas ao longo dos anos observados por imagens de satélite.

Tabela 41: Taxas de acresção/erosão (m²/m/mês) diluídas ao longo dos anos estudados.

Norte	Central	Sul	Total
0,10591	-0,48458	-0,55947	-0,93814

5.7 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO

O Levantamento Fitossociológico é um instrumento necessário para a caracterização da vegetação existente em uma determinada área, pois através dele é possível analisar o estágio de sucessional da cobertura vegetal que compõe a área de influência em questão.

Deste modo, o presente estudo tem como objetivo identificar e classificar a vegetação da localidade litorânea em que ocorrerá o empreendimento objeto, sob a luz das diretrizes da legislação ambiental vigente, em especial o Código Florestal (Lei 12.651/12) e a Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428/06). A caracterização da vegetação existente estará baseada nas resoluções do CONAMA 04/94, 261/99 e 417/09, que servirão de base para a análise dos parâmetros estabelecidos, permitindo configurar o estágio sucessional da vegetação.

5.7.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

A vegetação presente em Santa Catarina é pertencente ao Bioma Mata Atlântica. Este bioma ocupa grande parte da região litorânea brasileira e pode ser visto como um mosaico diversificado de ecossistemas, apresentando estruturas e composições florísticas diferenciadas, em função de diferenças de solo, relevo e características climáticas existentes na ampla área de ocorrência desse bioma no Brasil. Por apresentar tais características, pode-se dizer que este é um dos biomas mais ricos em biodiversidade, abrigando diversas espécies da fauna e flora silvestre.

De acordo com o Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, a cobertura florestal atual é formada, predominantemente, por vegetação secundária em estágio avançado e médio de sucessão, instalada após longas décadas de exploração de madeiras, corte raso e exploração de lenha (SEVEGNANI et al., 2013).

A área de estudo está localizada no município de Itapema situado entre as coordenadas 27°02”15’ até 27°09”19’ S de latitude e 48°43”32’ a 48°42”05’ W de

longitude, litoral nordeste de Santa Catarina, Brasil (IBGE, 2021). Sua área territorial é de 58,6 Km². O clima da região é o Cfa de Köeppen (GAPLAN, 1986), subtropical úmido com verões quentes. A precipitação média da região fica em torno de 1800 mm anuais, com as chuvas e a evapotranspiração constantes ao longo do ano. A Geomorfologia apresenta montanhas e praias, variando a altitude de 0 a 500 metros, pertencentes ao complexo da Serra do Mar, formada por diferentes litologias. Estas pertencem ao Embasamento Catarinense (Escudo Catarinense), que incluem rochas magmáticas e metamórficas mais antigas, rochas sedimentares e vulcânicas da Bacia Sedimentar do Paraná e sedimentos mais recentes ainda inconsolidados (GAPLAN, 1986).

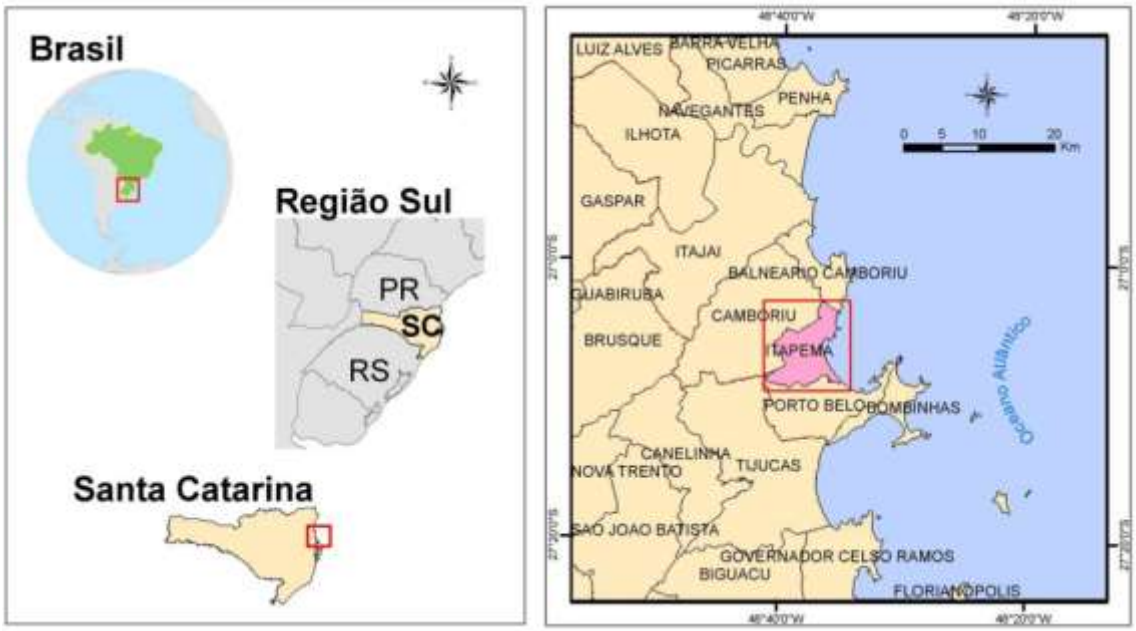


Figura 270: Mapa geopolítico do litoral norte catarinense.

O município de Itapema é abrangido por três microbacias, ao norte pela microbacia do Rio da Mata de Camboriú, na área central a microbacia do Rio do Areal e, ao sul, pela microbacia do Rio Perequê, a qual será o local de escopo, especificamente na restinga na praia da Meia Praia.

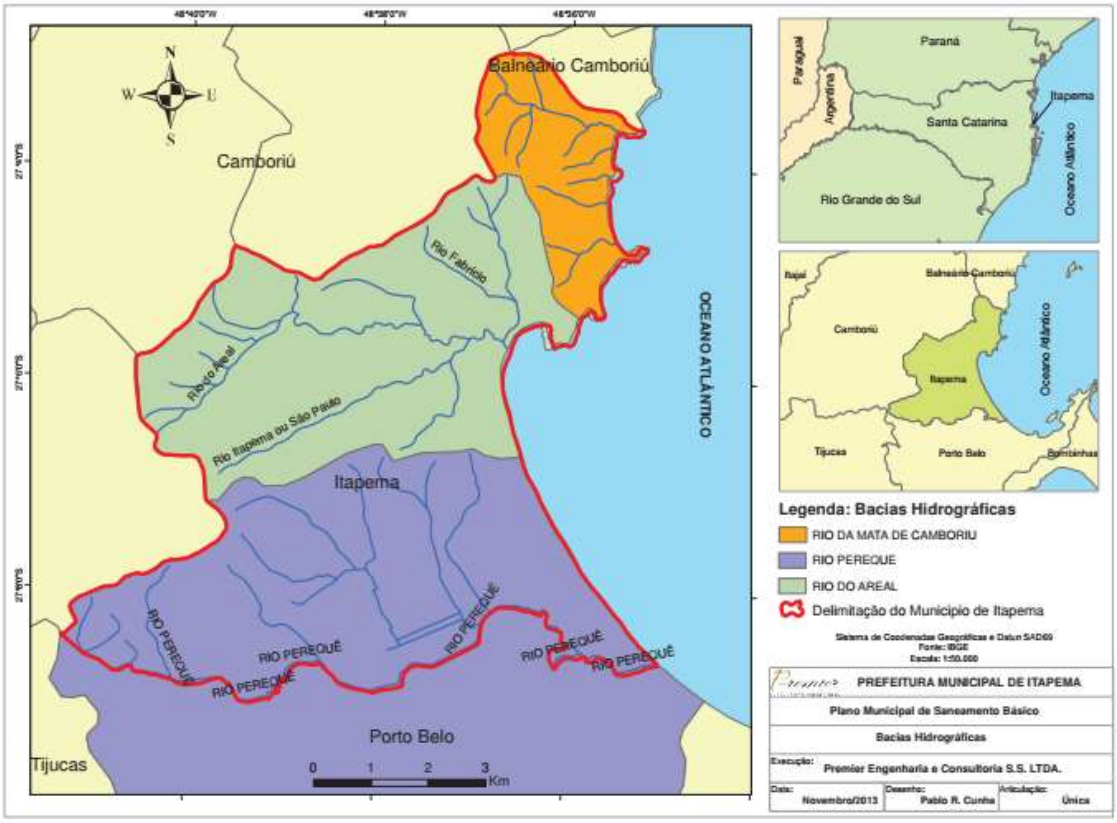


Figura 271: Mapa das microbacias da região de Itapema/SC.

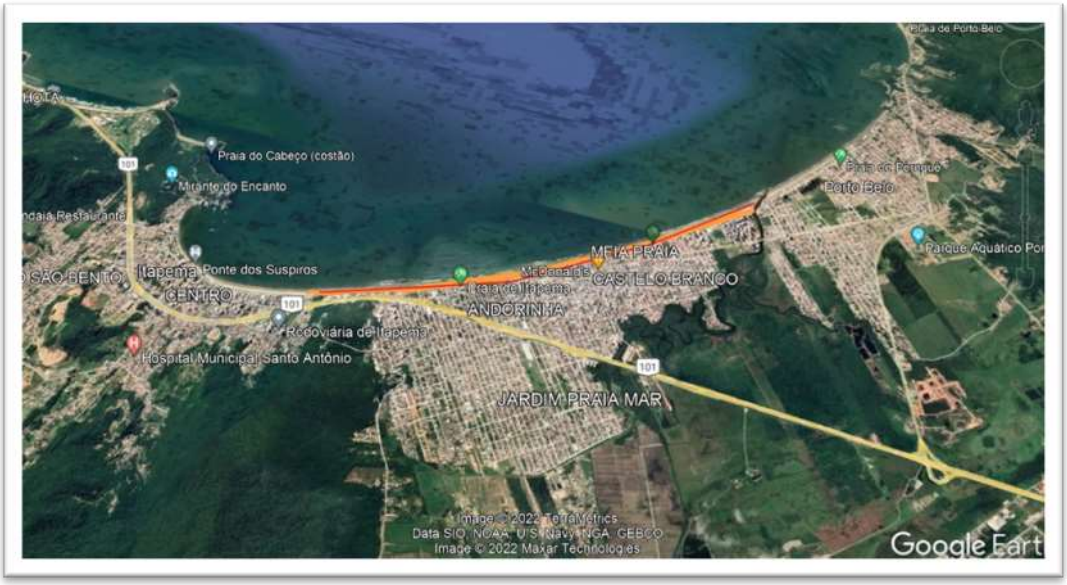


Figura 272: Região da Meia Praia, local da AID.

Praias arenosas, associadas a desembocaduras de rios, são considerados ambientes altamente dinâmicos e complexos, sujeitos a alterações morfológicas em curtos intervalos de tempo, decorrentes de variações nas condições energéticas atuantes na região (KOMAR, 1976; WRIGHT e SHORT, 1984). Estes ambientes constroem um cenário geofísico que possibilita um ecossistema multifatorial quando observamos as cadeias e teias alimentares intrínsecas. Do ponto de vista socioeconômico, as praias representam importantes áreas recreacionais em torno das quais se desenvolvem cidades, balneários, atividades turísticas, comerciais e industriais. São muitas as cidades litorâneas cuja economia é baseada no turismo das praias e por estes motivos vêm recebendo os efeitos do crescimento demográfico na proliferação de condomínios litorâneos e outras construções à beira mar e no aumento do uso de obras de engenharia costeira tradicional (HOEFFEL, 1998).

Obras de alimentação artificial de praias geralmente são aplicadas como forma de conter a erosão, porém uma aplicação relativamente nova desta técnica está relacionada ao aumento da faixa de areia com propósitos de recreação e preamar sobre as vias públicas e residências à costa.

Deste modo, sob o escopo da área analisada, a vegetação de Restinga, de acordo com a Resolução CONAMA 261/99, é definida como:

> [...] um conjunto de ecossistemas que compreende comunidades vegetais florísticas e fisionomicamente distintas, situadas em terrenos predominantemente arenosos, de origens marinhas, fluvial, lagunar, eólica ou combinações desta, de idade quaternária, em geral com solos pouco desenvolvidos.

Estas comunidades vegetais formam um complexo vegetacional edáfico e pioneiro, que depende mais da natureza do solo que do clima, encontrando-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, planícies e terraços. A fisionomia arbórea da restinga catarinense possui estratos arbustivos e

herbáceo/subarbustivo geralmente bem desenvolvido, apresentando a maior riqueza de espécies vasculares do Brasil (FALKENBERG, 1999) composta por uma densa aglomeração de plantas, principalmente da família das Myrtaceae (BRESOLIN, 1979), além de uma expressiva diversidade de epífitas e trepadeiras. Também, considera-se a resolução CONAMA 417/09, que normatiza os estágios sucessionais desta vegetação em Santa Catarina, oferecendo os parâmetros para determinação da serapilheira, diâmetros, alturas e espécies indicadoras para cada estágio de regeneração.

5.7.2 ÁREA DO ESTUDO

A área em análise será a costa litorânea do município de Itapema/SC, nomeada Meia Praia, no bairro de mesmo nome. Esta praia possui a extensão aproximada de 4.800,00m. Possui amplo incremento urbano residencial e comercial, com rua e calçadão (com ciclovia) paralelos a linha da praia.

Assim, encontramos um ambiente antropizado, com engessamento dos limites geográficos para a restinga, ou seja, as benfeitorias públicas e privadas reprimem o desenvolvimento natural desta vegetação.

Nesta região se encontra o rio Taboleiro dos Oliveiras, à Norte da Meia Praia, que também será objeto de análise, influenciando o ambiente costeiro com a desembocadura da sua foz ao mar.

Em suma, encontramos maciços de espécies pioneiras de hábito rastejante sobre o solo arenoso, com espécies arborescentes entremeadas nestes núcleos, formando um mosaico botânico. Ao longo dos 4.800m da linha da praia, ao norte se encontram fragmentos conectados com esta feição acima descrita; ao centro e sul se apresentam bolsões isolados de vegetação nativa e exótica, rastejante e herbácea.



Figura 273: Ambiente à Norte, fragmento contínuo de vegetação.



Figura 274: Ambiente central e a Sul da Meia Praia, vegetação em núcleos isolados.

Sobre a extensão do corpo hídrico natural supracitado, contiguo, encontramos um maciço florestal remanescente e em estágio secundário de regeneração, uma mata-ciliar com espécies herbáceas e arbóreas, com invasão de espécies exóticas à margem.



Figura 275. Foz do rio Taboleiro dos Oliveiras

5.7.3 MÉTODO DE LEVANTAMENTO

O presente estudo foi realizado na área de praia frontal, ambiente composto principalmente por plantas herbáceas, que geralmente não ultrapassam um 1,5m de altura, localizadas próximas ao mar (FALKENBERG 1999). Esta formação apresenta riqueza relativamente baixa de espécies quando comparada com outras formações vegetacionais, podendo ser dividida em: vegetação de praias e dunas frontais; dunas internas e planícies; lagunas, banhados e baixadas (FALKENBERG 1999).

Neste sentido, para o levantamento florístico, foi utilizado o método de caminhamento (FILGUEIRAS ET AL. 1994), que consiste na listagem de todas as espécies vegetais encontradas na área estudada. Foram incluídas na listagem todas as espécies da flora vascular encontradas na área. O material botânico foi processado de acordo com as técnicas usuais para coleta e herborização vegetal (Fidalgo e Bononi 1989). A identificação dos espécimes coletados foi realizada por meio de morfologia comparada e literatura específica. A listagem de espécies seguiu

a delimitação familiar de APG IV (2016) para as angiospermas. A validade dos nomes das espécies e os nomes dos autores foram consultados na Lista das Espécies da Flora do Brasil, tabela de espécies do Sistaxon.

Em campo, a investigação sobre a vegetação sobre a AID se deu sobre dois grupos de análise, classificados por “A”, “B” e “C”, sendo assim: Ambiente “A”, trata-se da parte Norte, junto à foz do rio Taboleiro dos Oliveiras, onde encontramos uma vegetação linear, contínua, ainda que estreitada pelo arruamento e influência da preamar; Ambiente “B”, que se conecta ao ambiente “A”, é representado pela mata-ciliar à foz do rio Taboleiro dos Oliveiras, o qual nasce no bairro Tabuleiro e deságua ao mar, paralelo a Rua 165. Por fim, Ambiente “C”, que abrange a porção central e a Sul, junto à foz do rio Perequê, onde ao longo da extensão se evidenciam núcleos isolados de vegetação herbáceas/subarbustivas e rastejantes entre as benfeitorias públicas para acesso de banhistas e comerciantes à praia.

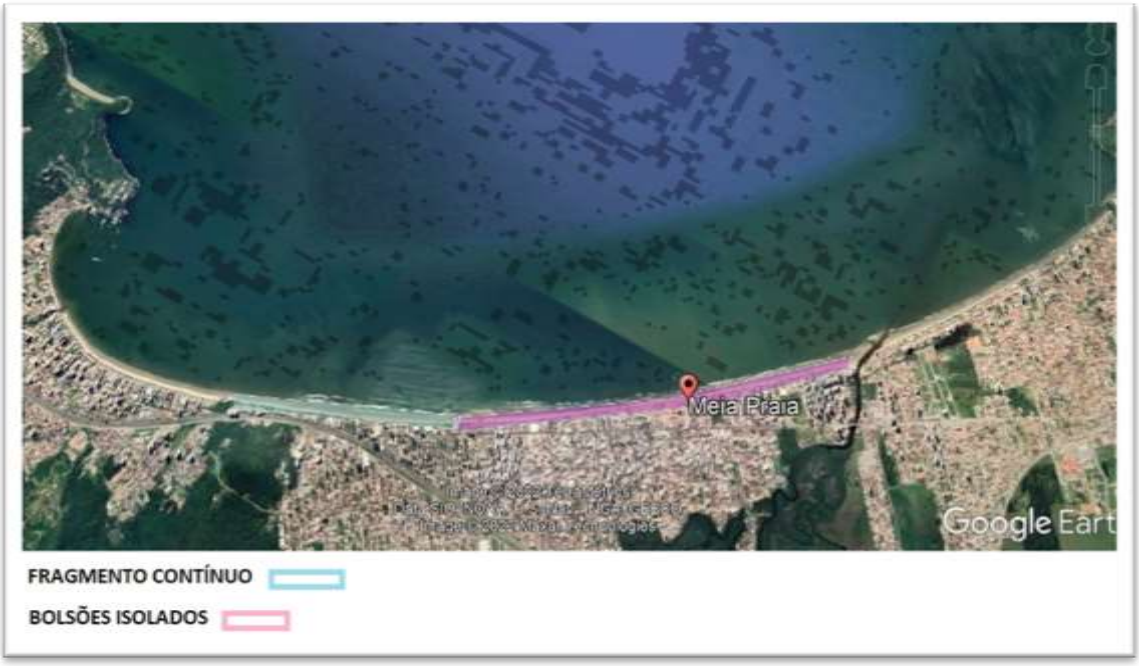


Figura 276: Meia Praia e seus ambientes distintos conforme a vegetação remanescente.

Para os ambientes “A” e “B”, dunas frontais e mata-ciliar à foz do rio Taboleiro dos Oliveiras, respectivamente, fora caracterizada a vegetação inserida na faixa de areia e à borda do rio, excluindo vegetação em áreas particulares muradas.



Figura 277. Imagem da localização do rio e ambiente "A".

Deste modo, para obter uma caracterização próxima/fiel dos fatos encontrados em vistoria *in loco*, observando que se trata e um cenário herbáceo/subarbustivo de forma geral, no ambiente “A”, que possui um horizonte contínuo de vegetação, foi realizado o método de Interceptação de Linhas, na qual uma linha é estendida na vegetação, e todos os indivíduos que tocarem a linha ou se posicionarem sobre ela são amostrados.

Assim, foram realizadas caminhadas para coleta ao longo de 4 transectos de 40m, paralelos a linha da praia e junto à borda do maciço da vegetação, sendo 1m a unidade de amostra. A cada 1 metro, foram anotados os indivíduos que estavam na intersecção e o espaço que cada exemplar ocupava na mesma.



Figura 278: Posição dos transectos para coleta botânica.



Figura 279: Imagem in loco do transecto.

Estas 4 linhas de análise foram distanciadas 150m entre si. Para verificação da suficiência da coleta e representatividade do esforço amostral, foi aplicada a técnica de Curvas de acumulação de espécies. Foram observados a Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), Cobertura Absoluta (CA), Cobertura Relativa e Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies encontradas. Deste modo, a intenção desta abordagem metodológica é A caracterização da comunidade de

restinga dominante na localidade analisada e seu estágio sucessional, conforme resolução CONAMA 417/09.

Considerando que o projeto de alargamento de faixa de areia da Meia Praia não prevê interferências sobre a cobertura vegetal ao espaço “B” (visto que não há vegetação sobre as cotas de alargamento), a coleta e identificação da cobertura vegetal teve a intenção de construir um banco de dados botânico do local, caso haja impactos indiretos mediantes obras do empreendimento supracitado.

Com a previsão de urbanização da faixa litorânea praial, quando tais ações forem licenciadas, indica-se condicionar um programa de acompanhamento das frentes de trabalho para fiscalização de possíveis impactos à restinga e fauna associada; assim, promover medidas corretivas

Apresentando uma estrutura florestal secundária em fase de regeneração, com exemplares arborescentes e fragmentos de herbáceas exóticas, foram coletadas as espécies existentes às margens da foz do rio em questão, sob a mesma técnica do ambiente “A”. Portanto, foi estendida uma linha de 20 m (com altura 1 m do solo) sob a margem direita e esquerda do corpo hídrico, na porção média da largura, sentido da “ponte de pedestres para o continente” (Leste-Oeste). Ou seja, foram coletados todos os indivíduos que encostavam no transecto.

Para o ambiente “C”, onde o impacto antrópico exerce maior pressão, devido ao uso do espaço para banho, recreação e comércio, fora realizado a análise total das espécies contidas nos núcleos isolados encontrados. Além a quantificação dos exemplares, registrou-se a área de domínio, altura e hábito de desenvolvimento.

As considerações finais que os dados primários permitiram para a análise deste trabalho, também foram verificadas em investigação de dados secundários para a região específica.

Por fim, foram utilizadas como parâmetro específico a Resolução CONAMA 261/99 e a Resolução CONAMA 417/09, que determinam as espécies indicadoras, fitofisionomia e os parâmetros estatísticos para a definição do estágio sucessional

da vegetação secundária e primária de vegetação de restinga, inserida no Bioma Mata Atlântica.

O modelo de aferição da vegetação herbácea/subarbustiva adotada neste trabalho, não contém informações como medidas do perímetro a altura do peito (CAP) para obter o Diâmetro a altura do peito (DAP), pois fora considerado o porte da vegetação, onde seus caules, além de diâmetros inferiores a 4cm, geralmente não apresentam altura suficiente ou dificilmente permitem determinar um “caule” central. Quando evidenciado exemplares arbóreos, com tronco formado, a exemplo do que se registra à foz do rio Taboleiro dos Oliveiras, foi coletado o DAP e altura dos mesmos.

Tabela 42: Lista das coordenadas UTM dos pontos de análise da vegetação à AID.

Pontos de análise	Coordenadas UTM	
	Log	Lat
P1	736816.00 m E	6999184.00 m S
P2	736910.00 m E	6998922.00 m S
P3	737021.00 m E	6998630.00 m S
P4	737111.37 m E	6998398.66 m S
Unidade 1	739260.72 m E	6995244.49 m S
Unidade 2	739120.04 m E	6995474.57 m S
Unidade 3	739078.88 m E	6995510.51 m S
Unidade 4	739000.86 m E	6995605.13 m S
Unidade 5	738933.41 m E	6995682.14 m S
Unidade 6	738809.83 m E	6995821.31 m S
Unidade 7	738821.28 m E	6995823.87 m S
Unidade 8	738596.82 m E	6996060.98 m S
Unidade 9	738573.39 m E	6996111.42 m S
Unidade 10	738536.83 m E	6996155.03 m S
Unidade 11	738530.03 m E	6996152.05 m S
Unidade 12	738487.31 m E	6996210.63 m S
Unidade 13	738306.32 m E	6996429.05 m S
Unidade 14	738055.21 m E	6996782.85 m S
Unidade 15	737993.59 m E	6996869.61 m S
Unidade 16	738008.10 m E	6996902.14 m S
Unidade 17	737736.00 m E	6997249.01 m S
Unidade 18	737548.83 m E	6997613.10 m S

5.7.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cobertura vegetal original da AID encontra-se inserida no Bioma Mata Atlântica e representada pela Formação Pioneira com Influência Marinha (Pm) com fitofisionomia herbácea/subarbustiva. Assim as tipologias vegetais ocorrentes na AID são influenciadas por condições edáficas, sendo classificada por Formação Vegetal Edáfica.

Essas formações ocorrem onde as condições do solo são determinantes. É o caso da vegetação de restinga situada na linha de praia, em dunas presentes no solo arenoso do litoral e em planícies mais no interior formada por depósitos paludiais/paleolagunares contendo turfa e depósitos ricos em matéria orgânica. Também temos, como exemplo, a vegetação de mangue que se desenvolve em regiões costeiras abrigadas, sujeitas ao regime de marés com sedimentos predominantemente lodosos.

A expressão “Formações Pioneiras” é utilizada para denominar o tipo de cobertura vegetal formado por espécies colonizadoras de ambientes novos. Estas espécies pioneiras assumem grande importância na preparação do meio à instalação subsequente de espécies mais exigentes.

Segundo a Resolução CONAMA nº 261, de 30 de junho de 1999 e a Resolução nº 417, de 23 de novembro de 2009, que fornecem as diretrizes básicas para análise dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina, entende-se a restinga como:

> [...] conjunto de ecossistemas que compreende comunidades vegetais, florística e fisionomicamente distintas, situados em terrenos predominantemente arenosos, de origem marinha, fluvial, lagunar, eólica ou combinação destas, de idade quaternária, em geral com solos pouco desenvolvidos. Estas comunidades formam um complexo vegetacional edáfico e pioneiro, que depende mais da natureza do solo que do clima, encontrando-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, planícies e terraços.

Essas áreas são ocupadas por uma grande diversidade de comunidades vegetais devido às variações de topografia e das condições ambientais que aí se desenvolvem, incluindo influências marinhas e continentais, bem como fatores temporais de caráter sucessional (WAECHTER, 1985). O revestimento vegetal da planície costeira, muitas vezes referenciada simplesmente como vegetação pioneira, litorânea ou de restinga constitui-se, na realidade, em um imenso mosaico de comunidades florísticas estruturalmente diferenciadas (KLEIN, 1980).

Contudo, em áreas historicamente antropizadas, que sofreram forte influência do desenvolvimento imobiliário, acabam minimizando a diversidade de espécies pela fixação de barreiras geográficas artificiais, como calçadas, ruas, muradas, passarelas, deques e outros equipamentos urbanos.

5.7.4.1 Ambiente "A"

Neste trecho vegetado da praia "Meia Praia", que se inicia junto ao rio Taboleiro dos Oliveiras (norte) e se desenvolve em 950m na linha da costa e 6m de largura, para o sul, percebe-se uma continuidade homogênea das espécies que ali habitam, mesmo estando limitadas aos fundos pelas edificações e arruamento.



Figura 280: Vista do Ambiente A.



Figura 281: Exemplo da vegetação Herbácea/subarbustiva, com rastejantes à borda no ambiente A.



Figura 282: Vista da vegetação remanescente do ambiente A, confrontando com edificações.

Esse maciço botânico possui características de vegetação pioneira de Restinga herbácea/subarbustiva, apresentando uma diversidade relativamente baixa de espécies. Está presente principalmente em: praias, dunas frontais e internas (móveis, semifixas e fixas), lagunas e suas margens, planícies e terraços arenosos, banhados e depressões. Na restinga herbácea e/ou subarbustiva, em função de uma morfodinâmica intensa (causada pela instável ação de ondas, ventos, chuvas e marés), não são definidos estágios sucessionais naturais ou decorrentes de atividades humanas.

Deste modo, a comunidade botânica está representada por mosaico de vegetação densa e baixa, onde predomina a espécie *Dalbergia ecastothyllum*, formando touceiras de até 2m da altura, com espécies arbóreas isoladas (exóticas em sua maioria) que emergem deste maciço. A borda, em direção ao mar, apresenta uma vegetação de caráter mais baixo, menor densidade e formada por espécies rasteiras, fixadoras de dunas.

Após as coletas sobre os transectos, percebeu-se a estabilização de casos novos de espécies na localidade analisada. Foram 7 espécies constantes. Caso que se repetiu no Ambiente “B”. Curva do coletor abaixo.

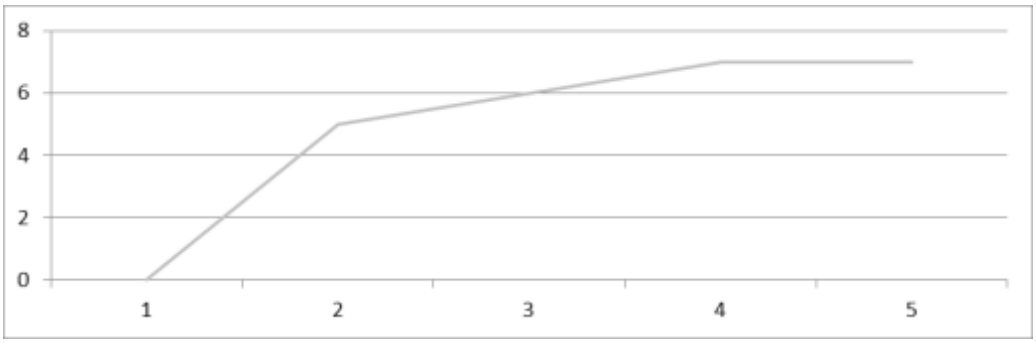


Figura 283: Gráfico "curva do coletor" das espécies coletadas *in loco*.

Abaixo segue a lista de espécies encontradas no Ambiente “A”, onde não apresenta uma diversidade de exemplares, apesar de recobrir 90% desta área.

Tabela 43: Lista de espécies botânicas registradas no Ambiente A.

Família	Nome popular	Espécie	Grupo Eco.	Dis.	FV	End.	SC	BR
Fabaceae	Rabo-de-Bugio	*Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub*	P.	Au	Her	nativa	-	-
Amaranthaceae	Capotiragua	*Blutaparon portulacoides (A.St.-Hil.) Mears*	P.	Ane	Ras	nativa	-	-
Convolvulaceae	Salsa-da-praia	*Ipomoea pes-caprae (L.) R. Br.*	P, Si	Hi	Ras	nativa	-	-
Calyceraceae	Carrapicho-de-praia	*Acicarpha bonariensis (Pers.) Herter*	P	Zoo, Ane	Ras	nativa	-	-
Araliaceae	Erva-Capitão	*Hydrocotyle bonariensis Lam.*	P	Zoo	Ras	nativa	-	-
Amaranthaceae	_	*Alternanthera maritima (Mart.) A. St.-Hi*	P	Au	Ras	nativa	-	-
Fabaceae	Feijão-Da-Praia	*Canavalia rosea (Sw.) DC*	P	Ane	Ras	nativa	-	-
Convolvulaceae	Ipoméia	*Ipomoea cairica (L.) Sweet*	P, Si	Hi	Tre	nativa	-	-
Malvaceae	Algodoeiro Da Praia	*Hibiscus pernambucensis Arruda*	P	Ane	Her	nativa	-	-
Poaceae	Grama-Esmeralda	*Zoysia Japonica Steud.*	Exótica	Ane	Ras	exótica	-	-
Poaceae	Capim -Das-Dunas	*Spartina ciliata Brongn*	P	Hi	Ras	nativa	-	-
Combretaceae	Amendoeiro-Da-Praia	Terminalia catappa L	Exótica	Hi	Ar.	exótica	-	-
Calophyllaceae	Olandi	Calophyllum brasiliense Cambess	SI, ST	Zoo	Ar.	nativa	CR	-

P= pioneira; Tre= trepadeira; Si= secundária inicial; St= secundária tardia; Hi= hidrocória; Zoo= zoocoria; Ane= anemocoria; Ras= rastejante; Her= herbácea; Ar: Arbóreo; CR= Criticamente em Perigo.

Nas espécies levantadas em campo, sob o escopo da faixa de areia da AID em questão, observa-se uma confluência entre a teoria e resultados empíricos. A predominância de exemplares pioneiros, com hábito rastejante, fixadores de dunas e baixa diversidade, é uma característica marcante deste cenário pré-mar (dunas frontais). Devido suas características peculiares e condições limitantes (alagamento, estresse hídrico, variações de temperatura e luminosidade, soterramento e elevada salinidade) a restinga de vegetação herbáceo/subarbustiva (localizada próxima ao mar), restringe o estabelecimento de espécies (WAECHTER 1985; SOUZA 2004), o que explica a menor diversidade de espécies nesta formação comparado com outros ecossistemas (SCARANO 2002).



Figura 284: Espécies *Dalbergia ecastophyllum, Acicarpha spathulata, Blutaparon portulacoides, Impomea pes-caprae* sobre o mesmo fragmento no ambiente A.

Foram encontrados alguns exemplares de espécies exóticas, porém naturalmente dispostos no local, ou seja, sem indícios de plantio. *Terminalia catappa L* e *Zoysia Japonica Steud*, apesar de serem exóticas à Mata Atlântica, são comuns em regiões

litorâneas de Santa Catarina, e ao local inserido, exercem um papel importante na fixação e contenção do solo; a remoção destes exemplares sem um programa de recuperação pode promover danos maiores à faixa litorânea, como a desestabilização das dunas ali contidas.

Tabela 44: Frequência e abundância das espécies amostradas.

Espécie	FA	FR	CA	CR	IVI
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub	163	45,658	153,21	71,204	116,862
Blutaparon portulacoides (A.St.-Hil.) Mears	41	11,485	20,5	9,527	21,012
Ipomoea pes-caprae (L.) R. Br.	25	7,003	8,53	3,964	10,967
Acicarpha bonariensis (Pers.) Herter	31	8,683	2,78	1,292	9,975
Hydrocotyle bonariensis Lam.	15	4,202	6,55	3,044	7,246
Alternanthera marítima (Mart.) St. Hil.	21	5,882	2,28	1,060	6,942
Canavalia Rósea (Sw.) DC	12	3,361	7,58	3,523	6,884
Ipomoea cairica (L.) Sweet	21	5,882	1,84	0,855	6,737
Hibiscus pernambucensis Arruda	9	2,521	8,92	4,146	6,667
Zoysia Japonica Steud.	13	3,641	1,1	0,511	4,153
Spartina ciliata Brongn	6	1,681	1,88	0,874	2,554
Total	357	100,00	215,17	100,00	200,00

Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), Cobertura Absoluta (CA), Cobertura Relativa e Índice de Valor de Importância (IVI)

Assim, conforme observado em campo, a abundância *Dalbergia ecastophyllum*, e *Blutaparon portulacoides* às bordas, comprovou-se em dados obtidos. O maciço dominante desta espécie identifica uma área de vegetação recente, pioneiro de restinga, onde apresentam também indivíduos rastejantes, quando abertura de sol ou à borda. As espécies registradas e identificadas na área de interesse são típicas da Formação Pioneira com Influência Marinha, e se caracterizam como pertencentes à fitofisionomia de Restinga herbácea/subarbustiva de ambientes de praias e dunas frontais (CONAMA 261/99).

Entre estas espécies, encontra-se um exemplar ameaçado de extinção; entre os transectos 1 e 2, registrou-se um exemplar de *Calophyllum brasiliense* Cambess *(*Olandi*)*, espécie em estado criticamente em perigo, segundo a Resolução CONSEMA 51/14 de Santa Catarina. Porém, conforme projeto de execução, não haverá distúrbios ou impactos ambientais à vegetação existente na ADA, assim como da AID, preservando e conservando o estado natural deste exemplar.

Tabela 45: Lista de espécies botânicas em risco

Família	Nome popular	*Espécie*	DAP(cm)	H(m)	V(m³)	Ab(m²)
Calophyllaceae	Olandi	*Calophyllum brasiliense Cambess*	19,10	6,5	0,1490	0,0286



Figura 285: Exemplar de *Calophyllum brasilliense* situado no ambiente A.

5.7.4.2 Ambiente "B"

Sobre as margens da foz do rio Taboleiro dos Oliveiras foram encontradas espécies herbáceas e arbóreas, assim como exemplares exóticos ao bioma Mata Atlântica, porém, assim, como já citado, estes são indivíduos comuns à costa litorânea catarinense (*Terminalia catappa L* e *Pinus pinaster Aiton*). Ao total foram registradas 23 unidades botânicas.

Tabela 46: Lista de espécies botânicas - Ambiente B.

N	Família	Nome popular	Espécie
1	Anarcadiaceae	Aroeira-pimenta	*Schinus terebinthifolius Raddi*
2	Anarcadiaceae	Aroeira-pimenta	*Schinus terebinthifolius Raddi*
3	Anarcadiaceae	Aroeira-pimenta	*Schinus terebinthifolius Raddi*
4	Combretaceae	Amendoeira-da-praia	*Terminalia catappa L.*
5	Combretaceae	Amendoeira-da-praia	*Terminalia catappa L.*
6	Meliaceae	Catiguá-morcego	*Guarea macrophylla Vahl*
7	Malvaceae	Algodoeiro-da-praia	*Hibiscus pernambucensis Arruda*
8	Malvaceae	Algodoeiro-da-praia	*Hibiscus pernambucensis Arruda*
9	Malvaceae	Algodoeiro-da-praia	*Hibiscus pernambucensis Arruda*
10	Malvaceae	Algodoeiro-da-praia	*Hibiscus pernambucensis Arruda*
11	Malvaceae	Algodoeiro-da-praia	*Hibiscus pernambucensis Arruda*
12	Fabaceae	Rabo-de-bugio	*Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub*
13	Fabaceae	Rabo-de-bugio	*Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub*
14	Fabaceae	Rabo-de-bugio	*Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub*
15	Fabaceae	Rabo-de-bugio	*Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub*
16	Fabaceae	Rabo-de-bugio	*Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub*
17	Anarcadiaceae	Aroeira-pimenta	*Schinus terebinthifolius Raddi*
18	Meliaceae	pau-de-arco	*Guarea macrophylla Vahl*
19	Malvaceae	Algodoeiro-da-praia	*Hibiscus pernambucensis Arruda*
20	Malvaceae	Algodoeiro-da-praia	*Hibiscus pernambucensis Arruda*
21	Fabaceae	Rabo-de-bugio	*Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub*
22	Pinaceae	Pinus-bravo	*Pinus pinaster*
23	Pinaceae	Pinus-bravo	*Pinus pinaster*

Tabela 47: Dados dendométricos das espécies vegetais - Ambiente B.

Espécie	Altura (m)	CAP f (cm)	DAP (cm)	V (m^3)
Média	4,41		13,410	1,112
Schinus terebinthifolius Raddi	6,00	20	6,366	0,015
Schinus terebinthifolius Raddi	5,50	19	6,048	0,013
Schinus terebinthifolius Raddi	6,00	22	7,003	0,018
Terminalia catappa L.	7,00	40	12,732	0,071
Terminalia catappa L.	8,00	42	13,369	0,090
Guarea macrophylla Vahl	6,50	30	9,549	0,037
Hibiscus pernambucensis Arruda	3,00	13	4,138	0,003
Hibiscus pernambucensis Arruda	3,00	13	4,138	0,003
Hibiscus pernambucensis Arruda	3,00	14	4,456	0,004
Hibiscus pernambucensis Arruda	3,00	13	4,138	0,003
Hibiscus pernambucensis Arruda	4,00	13	4,138	0,004

Espécie	Altura (m)	CAP f (cm)	DAP (cm)	V (m³)
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub	2,00	0	-00,0	-00,0
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub	2,00	0	-00,0	-00,0
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub	2,50	0	-00,0	-00,0
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub	2,00	0	-00,0	-00,0
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub	1,50	0	-00,0	-00,0
Schinus terebinthifolius Raddi	6,00	22	7,003	0,018
Guarea macrophylla Vahl	5,50	30	9,549	0,032
Hibiscus pernambucensis Arruda	2,00	14	4,456	0,002
Hibiscus pernambucensis Arruda	1,50	15	4,775	0,002
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub	1,50	0	-00,0	-00,0
Pinus pinaster	10,00	80	25,465	0,407
Pinus pinaster	10,00	78	24,828	0,387

Tabela 48: Dados ecológicos das espécies botânicas - Ambiente B.

Espécie	Grupo Ecológico	Disp.	FV	Endemismo	Estado de conservação	
					SC	BR
Schinus terebinthifolius Raddi	P, SI	Zo	Ar	Sim	NA	NA
Terminalia catappa L.	Exótica	Au	Ar	Não	NA	NA
Guarea macrophylla Vahl	SI, ST	Zo	Ar	Sim	NA	NA
Hibiscus pernambucensis Arruda	P	Au	Her	Não	NA	NA
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub	P	Hi	Her	Sim	NA	NA
Pinus pinaster	Exótica	Ane	Ar	Não	NA	NA
Brachiaria sp	Exótica	Ane	Her	Não	NA	NA

Disp= Dispersão; FV= Forma de vida; P= pioneira; Si= secundária inicial; St= secundária tardia; Hi= hidrocória; Zoo= zoocoria; Ane= anemocoria; Ras= rastejante; Her= herbácea; Ar: Arbóreo; CR= Criticamente em Perigo; NA= Não abordada.

Observando a vegetação sobre as margens da foz do rio em análise, evidencia-se a predominância do maciço herbáceo exótico (Algodoeiro-da-praia), com exemplares arbóreos nativos esparsos (Aroeira e Catiguá-morcego). Também, já em área de duna frontal, registra-se a inserção linear de indivíduos exóticos de *Pinus pinaster* (Pinheiro-bravo), exemplar muito utilizado na arborização paisagística, e o

desenvolvimento de espécies rastejantes e trepadeiras encontradas no ambiente “A” (gêneros *Ipomea* e *Blutaparon*).

Sobre a área específica à foz, sobre a margem esquerda contém vegetação herbácea (algodoeiro-da-praia), 2 (dois) exemplares arbóreos exóticos de *Pinus pinaster*, e com mínima presença de Ipomeias; e, à direita, sob a passarela, com forrageiras exóticas do gênero *Brachiaria sp*., e 1 (uma) espécie arbórea, *Terminalia catappa L*, também exótica.



Figura 286: Imagem da foz do rio Taboleiro dos Oliveiras, vista de quem da passarela olha o rio.



Figura 287: Imagem da foz do rio em análise, com destaque aos exemplares de *Pinus pinaster*.

Considerando que este ambiente já fora adequado às estruturas de viabilidade urbana, com contenções e arrimos de concreto, o ambiente natural da foz do rio se encontra modificado e antropizado, com estruturas limitantes ao desenvolvimento das espécies vegetais. Este fato histórico é representado pela comunidade vegetal existente na foz do rio em questão. São espécies de crescimento e dispersão rápidos, baixa estatura, heliófitas e não atrativas para uma fauna diversificada. Contudo, exercem um papel ecológico importante na atração de aves dispersoras de sementes de outras espécies vegetais, assim como polinizadores insetívoros, e fixação do solo das margens do corpo hídrico.

5.7.4.3 Ambiente "C"

Neste trecho da AID, com aproximadamente 3.900m de extensão, encontramos cerca de 18 (Tabela 42) fragmentos de vegetação subarbustiva e rasteira, isolados

entre si, em área fortemente impactada pelo trânsito de banhistas e comerciantes à praia em questão.



Figura 288: Imagem de satélite da porção central da Meia Praia em 2012. Fragmentos de restinga evidentes e conectados.



Figura 289: Imagem de satélite da porção central da Meia Praia em 2014. Área da vegetação (pioneira) remanescente.

Em suma, evidenciaram-se espécies nativas, com algumas inserções de indivíduos exóticos, também subarbustivos.













Figura 290: Imagens dos núcleos de vegetação no ambiente B.

Foram registras as espécies nativas: *Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub, *Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears, *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br, *Acicarpha bonariensis* (Pers.) Herter, *Hydrocotyle bonariensis* Lam, *Alternanthera marítima* (Mart.) St. Hil, *Hibiscus pernambucensis* Arruda; e a exótica *Zoysia Japonica* Steud. Não foram registradas espécies ameaçadas ou em risco neste Ambiente “C”.

Deste modo, encontramos uma vegetação idêntica ao Ambiente “A”, acima citado. Forte domínio da espécie *Dalbergia ecastophyllum,* apresentando uma altura média de 1,5m, com exemplares rastejantes às bordas dos fragmentos. Apenas, evidencia-se uma fragmentação da flora, antes contínua.

Entre 4 e 10 metros de extensão, estes núcleos também estão limitados às edificações públicas e impactos antrópicos devido ao uso turístico do ambiente praiano. Exemplares exóticos de *Zoysia Japonica* são encontrados, mas em proporção menor, até pelo confinamento espacial. Cabe registrar a alta incidência de indivíduos da espécie *Terminalia catappa* na arborização urbana às calçadas da rua paralela a costa. Contudo, não se evidenciou tal espécie à areia da praia no ambiente “C”.

De maneira geral, a vegetação identificada nos ambientes “A” e “C” se caracteriza pela ocorrência de baixa diversidade de espécies, onde predominam plantas herbáceas ou subarbustivas. As plantas rasteiras, caracterizadas por estolões, desenvolvem-se em locais menos densos e à borda do maciço. Assim, toda a área apresenta cobertura vegetal de caráter pioneiro de sucessão primária (clímax edáfico), inexistindo estágios sucessionais secundários, corroborando com o definido na Resolução CONAMA 417/2009, a seguir.

> I - Vegetação Herbácea e Subarbustiva de Restinga:
> a) Vegetação clímax.
> 1. Plantas herbáceas providas de estolões ou de rizomas, em alguns casos formando touceiras, com distribuição esparsa ou recobrindo totalmente a areia, podendo ocorrer à presença de arbustos e formação de moitas;

2. Estrato herbáceo predominante;
3. No estrato herbáceo não se consideram parâmetros como altura e diâmetro;
4. Epífitas inexistentes ou raras, em geral representadas por liquens e pteridófitas;
5. Espécies que em outras formações ocorrem como trepadeiras, nesta formação podem aparecer recobrindo o solo;
6. Serapilheira não considerada;
7. Sub-bosque ausente; e
8. Espécies vegetais indicadoras.

A expansão da ocupação humana reduziu as florestas litorâneas e de transição ao continente, ao longo da costa atlântica, geralmente, remanescendo com estágio de conservação em praias ainda pouco exploradas ou no interior das Unidades de Conservação. Nas demais áreas a vegetação perdeu espaço para as estradas e balneários, com massivas construções como ocorre em Itapema, bairro Meia Praia (VIBRANS et al, 2013).

5.8 FAUNA TERRESTRE

Ao longo dos terrenos arenosos do litoral de Santa Catarina, ocorrem os ecossistemas de restinga, caracterizados por compreenderem distintas e diversas comunidades biológicas que ocupam ambientes variados como praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, planícies e terraços (FALKENBERG, 1999).

A vegetação que ocorre naturalmente no local pertence ao Bioma Mata Atlântica. De acordo com os critérios propostos na Classificação da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012) e com o Inventário Florístico-Florestal de Santa Catarina (VIBRANS et al, 2013) a região do estudo encontra-se na tipologia Vegetação Litorânea (mangue, dunas e restinga). Deste modo, os atores deste cenário também serão impactados, transitórios, e por vezes, não terão seu desenvolvimento neste ambiente. Aqui teceremos a caracterização faunística deste ecossistema da AID terrestre.

Devido à área de implantação e execução do alargamento da faixa de areia não comprometer diretamente o maciço vegetal da localidade (com ressalva supracitada da foz do rio Taboleiro dos Oliveiras), mas entendendo que a comunidade faunística terrestre pode transitar entre a ADA e AID, o direcionamento do levantamento foi através da investigação em campo, com dados primários. Porém, também foram utilizados dados secundários de pesquisas especificas para a região, confeccionando-se listas de espécies da fauna terrestre de provável ocorrência para a AID do empreendimento.

5.8.1 MÉTODO

As amostragens ocorreram no período de fevereiro de 2022, sob os dias 2, 3 e 4. Para o diagnóstico de avifauna também foram realizadas campanhas nos meses de março e julho de 2024, atendendo a complementações solicitadas ao órgão ambiental.

Para os registros de ordens de espécies da fauna terrestre, utilizaram-se métodos diretos e indiretos da presença (SANTOS et al., 2008). A amostragem indireta correspondeu aos registros de vocalização, pegadas dos animais, vestígios (fezes, ossos e tocas), e investigação ativa na vegetação remanescente.

Considerando a área de intervenção, o método utilizado foi o do caminhamento (FILGUEIRAS et. al 1994), que consiste em percorrer toda a área de estudo identificando e coletando as espécies encontradas. A partir do levantamento de campo é elaborada uma lista de espécies, da qual diversos outros produtos podem ser criados. Assim, foram percorridas trilhas à borda dos fragmentos de restinga e caminhos de pedestres já estabelecidos no local de interesse, durante 6 horas a cada dia de amostragem. O esforço amostral total foi de 18 horas.

Foram observados possíveis rastros, pegadas, vocalizações e outros vestígios da Mastofauna, Avifauna e Herpetofauna à AID. Atendendo a dinâmica ecológica destes grupos, foram realizadas investidas em campos em diferentes períodos do dia (Amanhecer/manhã e crepúsculo/noite).

Aplicou-se a categorização de espécies ameaçadas ou em risco de extinção segundo a Resolução CONSEMA 51/2014 e Portaria 444/2014 do Mistério do Meio Ambiente.

5.8.1.1 Mastofauna

A utilização de mamíferos como grupo bioindicador em estudos de seleção de áreas para conservação da Mata Atlântica é justificável pela grande diversidade de espécies e pelo seu papel na cadeia trófica, possuindo elementos que ocupam desde a base até o topo de cadeia alimentar, esses últimos formados pelos animais de médio e grande porte, especialmente os carnívoros. Outra característica importante desse grupo é sua distribuição tridimensional no ambiente, que faz com que a análise da comunidade permita a percepção de alterações na estrutura do habitat ou na própria cadeia trófica. Vertebrados de grande porte, principalmente

mamíferos de médio e grande porte são particularmente mais vulneráveis ao desaparecimento devido à baixa densidade populacional e às diferentes pressões ambientais, tais como perda de habitat, a caça, a introdução de espécies exóticas e o tráfico de animais silvestres (GRAIPEL e MEREGE, 2010).

Após as investidas em campo, foram evidenciados mamíferos de pequeno porte em atividade, como *Didelphis albiventris* (Gambá-orelha-branca), *Chironectes minimus* (Cuíca-dágua), *Oligoryzomys nigripes* (Rato-do-arroz) e *Cavia fulgida* (Preá). Também, sobre a Ordem Chiroptera, foi registrado em atividade exemplares de *Carollia perspicillata* (Morcego).



Figura 291: Imagem in loco da espécie *Cavia fulgid*.



Figura 292: Imagem in loco da espécie *Didelphis albiventris*.

Devido à baixa altura do extrato vegetal existente no local e a influência da dinâmica das marés, não foram registradas pegadas ou vestígios consistentes para determinação de espécies. Abaixo a lista de espécies encontradas e referenciadas por literatura especializada para a área em análise.

Tabela 49: Lista de espécies de mamíferos da AII.

Espécie	Nome popular	SC	BR
Akodon montensis	Rato-do-mato	NA	NA
Brucepattersonius iheringi	Rato-do-chão	NA	NA
Cavia fulgida	Morcego	NA	NA
Cerdocyon thous	Cachorro-do-mato	NA	NA
Chironectes minimus	Cuíca-da-água	NA	NA
Dasypus novemcinctus	Tatu-galinha	NA	NA
Didelphis albiventris	Gambá-orelha-branca	NA	NA
Euryoryzomys russatus	Rato	NA	NA
Micoureus paraguayanus	Cuíca	NA	NA
Monodelphis iheringi	Catita	NA	NA
Nasua nasua	Quati	NA	NA
Nectomys squamipes	Rato-da-água	NA	NA
Oligoryzomys nigripes	Rato	NA	NA
Procyon cancrivorus	Mão-pelada	NA	NA

MMA (2014) CONSEMA (2014): Criticamente em Perigo (CR); Em Perigo (EN); Vulnerável (VU); Quase Ameaçado (NT); Não Ameaçado (LC); Dados insuficientes (DD). Espécie Exótica (EX); Domesticada. (DO); Não abordada (NA).
Fontes secundárias: NEAmb UFSC, 2009; GRAIPEL e MEREGE, 2010.

A localidade de fragmento contínuo de restinga e mata-ciliar (Ambiente “A” e “B”) apresentou pequenos mamíferos, o que poderia ser atribuído principalmente a mínima condição ambiental (restinga pioneira) e a baixa abundância ou ausência de predadores.

Por se tratar de um fragmento relativamente pequeno, isolado e fragmentado em sua maioria, a presença ou os deslocamentos de animais de maior porte tornam-se menos frequentes, dificultando a manutenção da diversidade desse grupo em relação às áreas adjacentes. Nesse sentido, recomenda-se fortemente a criação de áreas que possam proteger os ambientes mais preservados e que sejam adotadas formas de manejo que permitam uma conectividade com os ambientes de encosta ao lado Oeste, outro lado da BR 101, por exemplo, o rio Perequê e rio Taboleiro dos Oliveiras fazem e permitem uma conexão com as matas mais conservadas e biodiversas, construindo um corredor ecológico natural.

5.8.1.2 Avifauna

Foram observadas aves sobre os remanescentes da restinga, assim como, sobre pontos de avistamento e descanso destas espécies, como árvores, fios de iluminação pública e edificações. Deste modo, foram registrados em atividade os seguintes indivíduos: *Columbina talpacoti* (Rolinha), *Pitangus sulphuratus* (Bem-te-vi), *Estrilda astrild* (Bico-de-lacre), *Larus dominicanus* (Gaivota-branca-pequena), *Passer Domesticus* (Pardal-doméstico), *Coragyps atratus* (Urubu-comum) e *Accipiter striatus* (Gavião-miúdo) e Tachycineta leucorrhoa (Andorinha-de-testa-branca).



Figura 293: Imagem in loco da espécie *Columbina talpacoti*.



Figura 294: Imagem in loco da espécie *Tachycineta leucorrhoa*.

Estas espécies são comumente encontradas em região urbanas ou em ambientes menos biodiversos quanto a recursos alimentares.

Para o diagnóstico da avifauna costeira foram realizadas 2 (duas) novas campanhas *in loco, por 1 pessoa, durante 4 horas/dia,* ao mês março e julho do ano de 2024; sendo estações climáticas distintas e com menor impacto turístico a região analisada. Sobre a período matutino, foram realizadas caminhadas à extensão da praia, assim como, através de vias adjacentes ao bairro local. Ambientes como restinga pioneira de dunas, mata ciliar ao Rio Taboleiro dos Oliveiras e árvores isoladas a poligonal do empreendimento, serviram de pontos de parada para registros fotográficos. Deste modo, fora utilizada a câmera fotográfica digital Canon 65X.

Pontos	Coordenadas georreferenciadas	
1	736719.00 m E	6999322.00 m S
2	736822.00 m E	6999107.00 m S
3	737156.00 m E	6998255.00 m S
4	737418.00 m E	6997587.00 m S
5	738593.00 m E	6995559.00 m S
6	739245.00 m E	6995265.00 m S

Quadro 16: Coordenadas Georreferenciadas dos pontos de coleta de dados – avifauna.



Figura 295: Pontos de parada para registros fotográficos



Figura 296: Pontos de parada para registros fotográficos

- RESULTADOS CAMPANHA DE 2024

Foram observadas aves sobre os remanescentes da restinga, especificamente, às árvores emergentes que serviam de pontos de avistamento e descanso destas espécies, como fios de iluminação pública e edificações. Apesar do contexto praial e a presença de remanescentes de mata nativa, o cenário citadino da região constrói um ambiente aquém do natural, impactando negativamente o desenvolvimento das espécies. Abaixo, segue a lista de exemplares da avifauna local registradas *in loco.*

Tabela 50: Exemplares da avifauna local registradas *in loco, campanhas março e julho/2024.*

Nome	*Espécie*	*Grau de ameaça*	
Rolinha	*Columbina talpacoti*	-	-
Bem-te-vi	*Pitangus sulphuratus*	-	-
Bico-de-lacre	*Estrilda astrild*	-	-
Gaivota-branca-pequena	*Larus dominicanus*	-	-
Pardal-doméstico	*Coragyps atratus*	-	-

Nome	Espécie	Grau de ameaça	
Urubu	Passer Domesticus	-	-
Gavião-miúdo	Accipiter striatus	-	-
Andorinha-de-testa-branca	Tachycineta leucorrhoa	-	-
Canário-da-terra	Sicalis flaveola	-	-
Sabiá-do-campo	Mimus saturninu	-	-
Anu-branco	Guira guira	-	-
Tapicuru	Phimosus infuscatus	-	-
Frango-da-água	Gallinula chloropus	-	-
Gaivotão	Larus dominicanus	-	-


Columbina


Tachycineta


Larus dominicanus


Gallinula







Figura 297: Imagens fotográficas dos exemplares da avifauna.

Portanto, foram registradas 14 espécies distintas, comumente registradas à região analisada, de hábito generalista e adaptadas aos ambientes costeiros e fluviais. Não foram evidenciadas espécies ameaçadas de extinção.

Corroborando com os dados levantados *in loco*, através das informações disponíveis ao Plano de Manejo do Refúgio de Vida Silvestre de Itapema (DETZEL *et al*, 2021), existem espécies ameaçadas de extinção que transitam a região de Itapema. A saber: *Amadonastur lacernulatus* (gavião-pombo-pequeno); *Hemitriccus kaempferi* (maria-catarinense); *Phylloscartes kronei* (maria-da-restinga); *Ramphocelus bresilius* (Tié-sangue); e, *Tangara peruviana* (saíra-sapucaia).

Deste modo, deve-se promover ações de monitoramento contínuo sobre a avifauna local, acerca das fases: pré-obras, durante obras e pós-obras, incluso ao Programa de Monitoramento de Fauna Terrestre.

Junto a estudos específicos para Itapema e Meia praia, segue a lista de espécies para a AID em questão.

Tabela 51: Lista de espécies de Aves da AID.

Espécie	Nome popular	SC	BR
Accipiter striatus	Gavião-miúdo	NA	NA
Aramides saracura	Saracura-do-mato	NA	NA
Ardea Alba	Garça-branca-grande	NA	NA
Ardea cocoi	Garça-morena	NA	NA
Basileuterus culicivorus	Pula-pula	NA	NA
Butorides striata	Socozinho	NA	NA
Celeus flavescens	João-velho	NA	NA
Chloroceryle amazona	Martim-pescador-verde	NA	NA
Coereba flaveola	Cambacica	NA	NA
Colonia colonus	Viuvinha	NA	NA
Columbina talpacoti	Rolinha	NA	NA
Coragyps atratus	Urubu-comum	NA	NA
Cyanocorax chrysops	Gralha-picaça	NA	NA
Elaenia parvirostris	Guaravaca-de-bico-curto	NA	NA
Elanoides forficatus	Gavião-tesoura	NA	NA
Formicarius colma	Galinha-do-mato	NA	NA
Fregata magnifiscens	Fragata	NA	NA
Habia rubica	Tiê-do-mato	NA	NA
Harpagus diodon	Gavião-bombachinha	NA	NA
Himantopus melanurus	Pernilongo	NA	NA
Larus dominicanus	Gaivota	NA	NA
Lathrotriccus euleri	Enferrujado	NA	NA
Malacoptila striata EN	João-barbudo	NA	NA
Megaceryle torquata	Martim-pescador-grande	NA	NA
Myiophobus fasciatus	Filipe	NA	NA
Myiornis auricularis	Miudinho	NA	NA
Nyctibius griseus	Urutau	NA	NA
Nycticorax nycticorax	Savacu	NA	NA
Ortalis guttata EM	Araquã	NA	NA
Passer Domesticus	Pardal-domestico	NA	NA
Patagioenas picazuro	Asa-branca	NA	NA
Phaetornis eurynome	Rabo-branco	NA	NA

Espécie	Nome popular	SC	BR
Phalacrocorax brasilianus	Biguá	NA	NA
Phimosus infuscatus	Tapicuru-de-cara-pelada	NA	NA
Phyllomyias griseocapilla	Piolhinho	NA	NA
Phylloscartes kronei	Maria-da-restinga	NA	NA
Pionopsitta pileata	Cuiu-cuiu	NA	NA
Pitangus sulphuratus	Bem-te-vi	NA	NA
Pulsatrix perspicillata	Murucututu	NA	NA
Pyrrhura frontalis	Tiriva-testa-vermelha	NA	NA
Scitalopus indigoticus	Macuquinho	NA	NA
Serpophaga subcristata	Alegrinho	NA	NA
Syristes sibilator	Gritador	NA	NA
Tachycineta leucorrhoa	Andorinha-de-testa-branca	NA	NA
Thalasseus sandvicensis	Trinta-reis-de-bando	NA	NA
Tityra cayana	Anambé-branco	NA	NA
Veniliornis spilogaster	Picapauzinho-verde-	NA	NA
Xenops rutilans	Bico-virado	NA	NA

MMA (2014) CONSEMA (2014): Criticamente em Perigo (CR); Em Perigo (EN); Vulnerável (VU); Quase Ameaçado (NT); Não Ameaçado (LC); Dados insuficientes (DD). Espécie Exótica (EX); Domesticada. (DO); Não abordada (NA).

Fonte secundária: Graipel e Merege, 2010; PIACENTINI et al, 2006. EAS-CELESC, 2019.

Destaque para a ocorrência de 20 espécies endêmicas, sendo a *Phylloscartes kronei* (Maria-da-restinga) que já foi considerada em extinção à nível global, atualmente está como espécie vulnerável

Para Graipel e Merege (2010) a riqueza de espécies nos locais amostrados, demonstra que a comunidade de aves é bastante homogênea, já que não estão isoladas ou em áreas fragmentadas, o que evidencia possivelmente uma só população. Os remanescentes florestais estudados são bastante homogêneos, eles são formados por um mosaico herbáceo e subarbustivo, em que naturalmente apresentam baixa oferta de frutos ou presas associadas.

O impacto da implantação e execução do empreendimento pode ser considerado de baixa relevância para o grupo das aves, visto que o traçado não corresponde a áreas de abrigo para a fauna nativa, transpassando na porção de ambientes já alterados (ruas pavimentadas), com poucas condições de abrigar espécies

supracitadas. A mobilidade das espécies deste grupo também favorece na fuga emergencial, se necessário.

5.8.1.3 Herpetafauna

Representado pelos répteis e anfíbios, este grupo desempenha um importante papel no equilíbrio dos ecossistemas, devido à grande relevância na teia alimentar, controlando a população de insetos, de roedores, servindo como presa para diversos vertebrados. Os anfíbios ainda podem atuar como bioindicadores, por serem sensíveis às alterações ambientais.

O levantamento de campo da herpetofauna foi feito por meio da busca ativa dos animais, tanto sobre a vegetação, como na serrapilheira, copa das árvores, no solo, sob rochas, troncos e em potenciais abrigos, método mais eficiente para identificação da herpetofauna (MAGALHÃES, 2009).

5.8.1.3.1 Anfíbios

O levantamento de anfíbios, com viés à AID vigente, observou o levantamento bibliográfico de Oswald (2011) e Lucas (2008), que observaram as famílias de anuros mais comuns da região, são Hylidae, Bufonidae, Cycloramphidae, Leiuperidae, Leptodactylidae e Craugastoridae) Considerando exemplares depositados na coleção herpetológica do Departamento de Ecologia e Zoologia da UFSC, junto aos dados bibliográficos da região vizinha, os estudos de Graipel e Merege (2010), o qual apresenta dados sobre Itapema-SC para a criação de uma Unidade de Conservação, pode-se construir um panorama das espécies de ocorrência na região.

Nenhuma espécie foi visualizada nas visitas a campo, porém foi possível registrar através de vocalização a presença de três espécies no local: *Hypsiboas faber* (sapo-

martelo), *Rhinella icterica* (sapo-cururu), *Physalaemus cuvieri* (rã-comum) e *Scinax fuscovarius* (perereca-comum).

Portanto, também considerando os dados bibliográficos supracitados, o ecossistema em questão e os estudos de Graipel e Merege (2010), o qual apresenta dados sobre Itapema-SC para a criação de uma Unidade de Conservação, Tabela 52 apresenta as espécies registradas para AID de interesse e restingas da região (município).

Tabela 52: Lista de espécies de anfíbios da AID e regiões de restinga de Itapema/SC.

Espécies	Nome popular	SC	BR
Aplastodiscus ehrhardti	Perereca	NA	NA
Bokermannohyla hylax	Perereca	NA	NA
Dendropsophus microps1	Perereca	NA	NA
Dendropsophus werneri1	Perereca	NA	NA
Haddadus binotatus	Rã	NA	NA
Hylodes perplicatus	rã-de-corredeira	NA	NA
Hypsiboas bischoffi	Perereca	NA	NA
Hypsiboas faber	sapo-martelo	NA	NA
Hypsiboas faber	sapo-ferreiro	NA	NA
Ischnocnema henselii	Rã	NA	NA
Leptodactylus araucarius	Rãzinha	NA	NA
Leptodactylus nanus.	Rãzinha	NA	NA
Leptodactylus notoaktites	Rã	NA	NA
Leptodactylus sp.	Rãzinha	NA	NA
Phyllomedusa distincta	perereca-das-folhagens	NA	NA
Physalaemus cuvieri	rã	NA	NA
Physalaemus nanus	Rãzinha	NA	NA
Proceratophrys boiei	sapo-de-chifre	NA	NA
Rhinella icterica	sapo-cururu	NA	NA
Scinax cf. alter	Perereca	NA	NA
Scinax fuscovarius	perereca	NA	NA
Scinax granulatus	perereca-de-banheiro	NA	NA
Scinax perereca	perereca-de-banheiro	NA	NA
Scinax rizibilis	perereca-rizadinha	NA	NA

MMA (2014) CONSEMA (2011): Criticamente em Perigo (CR); Em Perigo (EN); Vulnerável (VU); Quase Ameaçado (NT); Não Ameaçado (LC); Dados insuficientes (DD). Espécie Exótica (EX); Domesticada. (DO); Não abordada (NA).
Fonte secundária: GRAIPEL e MEREGE, 2010; PIACENTINI *et al*, 2006. EAS-CELESC, 2019; LUCAS, 2008; SAITO, 2011.

5.8.1.3.2 Répteis

Os répteis são representados por animais difíceis de observar, tendo em vista que grande parte das espécies possuem coloração críptica (semelhante ao local onde vive, conseguindo se camuflar) e hábitos fossoriais (podendo viver sob o solo).

Considerando o refúgio/habitat que a restinga local possibilita, ouve somente 2 espécies observadas diretamente, *Ophiodes striatus* (cobra-de-vidro) *e Tupinambis merianae* (Lagarto teiú), até pelo hábito diurno destes exemplares, ocasionou melhor visualização. Com uma alimentação baseadas em pequenos invertebrados e onívora, respectivamente, estas espécies conseguem se estabelecer em nichos restritos e limitados, porém, acabam se expondo em áreas descobertas na busca de alimento (SILVEIRA, 2010).



Figura 298: Imagem in loco da espécie *Ophiodes striatus*.

Apesar da temperatura quente (verão), propícia para este grupo se desenvolver (SAITO, et. al. 2011), poucos indivíduos foram visualizados, esse fato indica pequena diversidade local, pois se trata de ambiente bastante urbanizado e sem conectividade com outros remanescentes florestais que poderiam vir a enriquecer a área.

Tabela 53: Lista de espécies de répteis da AII e regiões de restinga de Itapema/SC.

Espécies	Nome popular	SC	BR
Enyalius iheringii.	Iguaninha-verde	NA	NA
Hemidactylus mabouia	Lagartixa-de-parede	NA	NA
Ophiodes striatus	Cobra-de-vidro	NA	NA
Tupinambis merianae	Lagarto Teiú	NA	NA
Chironius exoletus	Cobra-cipó	NA	NA
Spilotes pullatus	Caninana	NA	NA
Tropidodryas serra	Jararaquinha	NA	NA
Micrurus altirostris	Coral-verdadeira	NA	NA
Bothropoides jararaca	Jararaca	NA	NA

MMA (2014) CONSEMA (2011): Criticamente em Perigo (CR); Em Perigo (EN); Vulnerável (VU); Quase Ameaçado (NT); Não Ameaçado (LC); Dados insuficientes (DD). Espécie Exótica (EX); Domesticada. (DO); Não abordada (NA).
Fonte secundária: GRAIPEL e MEREGE, 2010; PIACENTINI et al, 2006. EAS-CELESC, 2019; LUCAS, 2008; SAITO, 2011.

5.8.2 CONCLUSÕES

Sob a correspondente AID do alargamento de faixa de areia de Meia Praia – Itapema/SC encontramos uma vegetação característica de restinga pré-mar (dunas fontais). De maneira geral, a vegetação identificada nos ambientes “A” e “C” se caracteriza pela ocorrência de baixa diversidade de espécies, onde predominam plantas herbáceas ou subarbustivas. As plantas rasteiras, caracterizadas por estolões, desenvolvem-se em locais menos densos e à borda do maciço.

Quanto ao ambiente “B”, também se mostrou em fase regeneração, com indivíduos arbóreos, herbáceos e rastejantes, contudo, a invasão de exemplares exóticos predomina o cenário da foz do rio em análise.

Exemplares arbóreos são evidenciados isoladamente nestes fragmentos, muitas vezes da espécie exótica *Terminalia catappa*. Porém, fora registrado um exemplar de *Calophyllum brasiliense Cambess*, espécie criticamente em perigo para o estado de Santa Catarina.

Verificou-se forte domínio da espécie *Dalbergia ecastophyllum* nos ambientes. *D. ecastophyllum* é uma espécie lenhosa de arbustos apoiantes e semi-prostrados,

amplamente ramificados (Assis, 2011), que ocorre na costa oeste da África e ao longo da costa leste do continente americano, da Flórida nos Estados Unidos ao Brasil, tendo seu limite sul no estado de Santa Catarina. Seus galhos podem se estender sobre a copa de pequenas árvores e contornar pequenos obstáculos (FRANCIS, 2010). Esta população, em especial, se encontra em rápida expansão de cobertura vegetal, apresentando aumento de 117% de 1994 a 2007. Este aumento esteve associado à diminuição da diversidade de espécies sob a copa de D. ecastophyllum, sendo sugerido um potencial inibidor desta leguminosa para a manutenção e colonização de outras espécies na área (ZOCCHE-DE-SOUZA, 2010).

Com edificações, arruamento junto à costa e benfeitorias para tráfego de banhistas, o movimento antrópico/urbano neste local é notavelmente inibidor da expansão desta restinga, com efeito à fauna local.

Os grupos de animais observados em campo foram restritos a pequenos mamíferos, subsistentes em locais forrageados, como marsupiais e roedores.

A avifauna local apresenta exemplares generalistas, que transitam em diversos ambientes, com uma alimentação não restrita, muitas vezes onívora. Contudo, a literatura aponta espécies que exigem cuidados, como a *Phylloscartes kronei* (Maria-da-restinga).

A Comunidade da Herpetofauna da AID se caracteriza por exemplares também adaptados a ambientes com baixa produção complexidade da teia alimentar, sendo generalistas e oportunistas alimentares, de hábito rastejante, pois não há uma floresta com estratos para desenvolvimento de espécies arborícolas ou epífitas para nichos específicos.

5.9 FAUNA MARINHA – CETÁCEOS E QUELÔNIOS

A elaboração do relatório de diagnóstico de cetáceos e quelônios foi de responsabilidade técnica da empresa ETHOS SERVIÇOS TÉCNICOS LTDA., sendo apresentado neste a metodologia e resultados obtidos. Os relatórios completos podem ser verificados junto ao processo.

Este diagnóstico contempla as informações das campanhas realizadas nos dias 20/01/2022 e 05/02/2022 e nos dias 20 e 21/07/2024.

5.9.1 METODOLOGIA

Para o diagnóstico, foram percorridos transectos lineares em embarcação ao longo de uma rota pré-definida de aproximadamente 50 km de extensão. Foram registradas as ocorrências de cetáceos e quelônios identificados ao longo das transecções.

Para a execução da metodologia foram realizadas observações inicialmente a olho nu, utilizando binóculos 7x50 e Rangefinder a laser, para contagem dos grupos e posterior confirmação da identidade das espécies quando os mesmos foram avistados (Figura 299).



Figura 299: Observadores realizando de coleta de dados através do método dos transectos em embarcação - Diagnóstico de cetáceos e quelônios – Projeto Itapema -SC

Após o encontro de um grupo, a aproximação da embarcação foi realizada com velocidade constante e manobras previsíveis. Foi mantida uma distância de 50 metros do grupo, e quando esta tornou-se inferior, o motor foi colocado em modo neutro ou desligado. Mudanças de rota superiores a 45° foram evitadas. Todos os procedimentos de aproximação acompanhamentos dos animais foram em acordo com a Portaria IBAMA n 116/1997, alterada pela Portaria n 24/2002 e ainda considerando o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Mamíferos Aquáticos - Pequenos Cetáceos (ICMBIO, 2011).

Os dados foram registrados em planilhas padronizadas, sendo posteriormente transferidos para uma planilha eletrônica.

A cada encontro de um grupo de cetáceos ou quelônios, foram registrados dados como a posição geográfica (GPS) da observação, data, hora, espécie avistada, composição e número de indivíduos no grupo, presença de aves entre outras informações.

Um grupo foi definido como qualquer agregação de cetáceos em aparente associação comportamental, sendo possível a contagem do número de indivíduos presentes (adaptado de Shane, 1990; Flores, 2003; Daura-Jorge, 2003).

5.9.1.1 Obtenção e Análise dos Registros Fotográficos

As fotografias foram obtidas utilizando-se uma máquina fotográfica digital Canon EOS 7D Mark II de 20.2 megapixels, com lente zoom de 100-500 mm, permitindo a captura de registros fotográficos de alta qualidade (Figura 300). Os dados somente foram coletados em condições de mar entre 0 e 2 na escala de Beaufort.



Figura 300: Observador realizando registros fotográficos em campo – Diagnóstico de cetáceos e quelônios – Projeto Itapema -SC.

5.9.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.9.2.1 Esforço de Campo

Nos dias 20/01/2022 e 05/02/2022 o esforço de campo foi de 6:20 horas e navegada uma distância de 91 km, conforme a Tabela 54.

Nos dias 20 e 21/07/2024 foi realizado um esforço total de campo de 06:30 horas e navegada uma distância de 86,9 km, conforme a Tabela 55. Considerando o esforço em transectos foram navegados 70 km em de 4:25 horas.

Tabela 54: Esforço de campo para a amostragem com o método de transectos em embarcação – Diagnóstico de cetáceos e quelônios – Projeto Itapema –SC. Campanhas de 2022.

Data	Duração do esforço	Esforço em transecto	Dist. total (em km)	Dist. em transecto
20/01/2022	03:40	02:33	46,0	36,0
05/02/2022	02:40	01:55	45	35
TOTAL	**6:20:00**	**4:28:00**	**91,0**	**71,0**

Tabela 55: Esforço de campo para a amostragem com o método de transectos em embarcação – Diagnóstico de cetáceos e quelônios – Projeto Itapema –SC. Campanhas de 2024.

Data	Duração do esforço	Esforço em transecto	Dist. total (em km)	Dist. em transecto
20/07/2024	03:20	02:10	44,2	34
21/07/2024	03:10	02:15	42,7	36
TOTAL	**06:30:00**	**04:25:00**	**86,9**	**70**

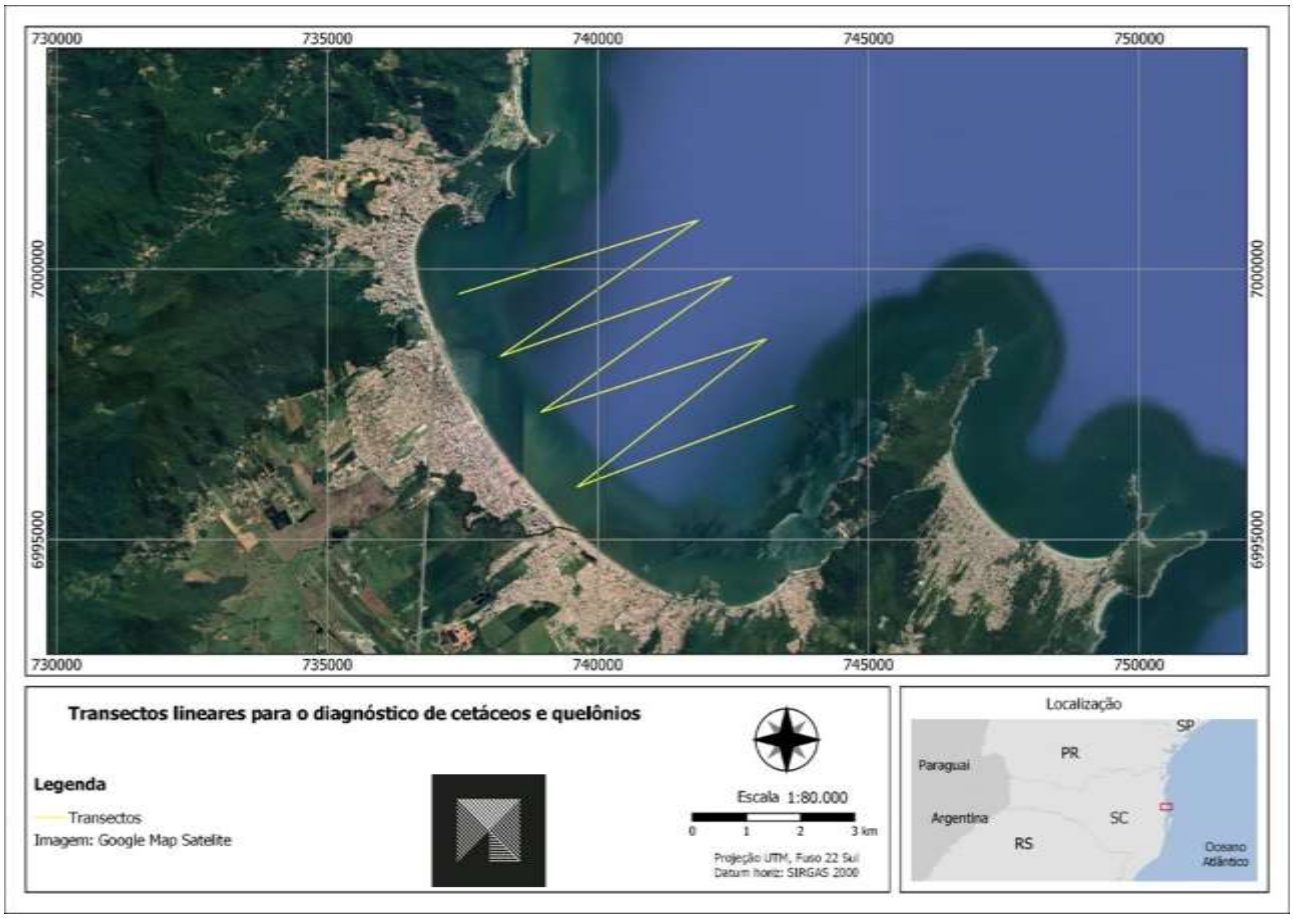


Figura 301: Localização dos transectos lineares - Diagnóstico de cetáceos e quelônios.

5.9.2.2 Resultados – dados primários - Avistagens em campo

Não foram observados cetáceos em campo nos quatro dias de amostragem.

5.9.2.3 Resultados – dados secundários

De acordo com Bowen (1997), os mamíferos marinhos são grandes consumidores de presas de diferentes níveis tróficos e, devido ao seu tamanho e abundância, exercem um importante papel na estruturação das comunidades marinhas. Além disso, tratam-se organismos vulneráveis devido a sua baixa taxa de crescimento populacional, uma vez que apresentam intervalos longos de maturação sexual e intervalos longos de gestação (BANNISTER, 2002).

Os cetáceos são mamíferos marinhos pertencentes à Ordem Cetartiodactyla (Infraordem Cetacea). A Infraordem Cetacea é a mais numerosa e diversificada entre os mamíferos aquáticos, sendo formada atualmente por duas superfamílias, Mysticeti (composta pelas baleias de barbatanas) e Odontoceti (composta por botos, golfinhos e baleias dentadas), descritas a seguir. Existem no mundo 86 espécies de cetáceos identificadas, sendo 14 misticetos e 72 odontocetos (JEFFERSON *et al*., 2008), com aproximadamente 43 conhecidas no litoral brasileiro (PARENTE & ARAÚJO, 2005).

A - Superfamília Mysticeti

Esta superfamília é representada pelas grandes baleias que possuem dois orifícios respiratórios no topo da cabeça e um sistema dentário atrofiado (substituído por barbatanas) (JEFFERSON *et al*., 2008). Estes animais possuem uma estrutura modificada na boca capaz de filtrar a água e então obter o alimento, baseado em krill, copépodos e pequenos peixes. Os Misticetos costumam realizar longas migrações, percorrendo milhares de quilômetros entre as áreas de alimentação, situadas em mares mais próximos aos pólos (inverno) e as áreas de reprodução e cria da prole, localizadas em águas subtropicais ou tropicais (verão) (JEFFERSON *et al*., 1993; 1994).

B - Superfamília Odontoceti

Esta superfamília é representada pelos cetáceos que possuem dentes. Estes possuem uma única dentição e um único orifício respiratório no topo da cabeça e podem ser encontradas espécies tanto em mares como em rios. A alimentação deste grupo consiste basicamente em peixes, lulas e crustáceos. Possuem um pequeno órgão localizado na frente da cabeça com função de ecolocalização, que auxilia no recebimento de informações como a distância da presa, tamanho e reconhecimento do ambiente (JEFFERSON *et al*., 1993; 1994).

Os Odontocetos não fazem migrações extensas e regulares, como a grande maioria dos Misticetos, mas sua movimentação pode variar sazonalmente, em função tanto da temperatura da água, quanto da disponibilidade de alimento. Geralmente esses deslocamentos limitam-se à aproximação e afastamento da linha da costa. As

populações de pequenos Odontocetos, como os golfinhos, botos e toninhas, costumam restringir-se a uma região específica (JEFFERSON *et al*., 1993; 1994).

O levantamento de dados secundários através da consulta ao Banco de Dados do Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA), indicou a presença de pelo menos 7 espécies de cetáceos de 3 famílias, sendo 5 espécies da Sub ordem Odontocetos e 2 Misticetos com ocorrência na área considerada.

Tabela 56: Lista de espécies de cetáceos com potencial de ocorrência na área - Diagnóstico de cetáceos e quelônios.

Ordem	Subordem	Família	Gênero	Espécie
CETACEA	ODONTOCETI	INIIDAE	Pontoporia	*Pontoporia blainvillei*
		DELPHINIDAE	Stenella	*Stenella frontalis*
			Tursiops	*Tursiops truncatus*
			Stenella	*Stenella sp.*
			Tursiops	*Tursiops sp.*
	MYSTICETI	BALAENOPTERIDAE	Balaenoptera	*Balaenoptera acutorostrata*
			Megaptera	*Megaptera novaeangliae*

A seguir são descritas as características das espécies com potencial de ocorrência na área em questão.

Toninha (*Pontoporia Blainvillei*) (Gervais And D'orbigny, 1844)

A toninha, *Pontoporia blainvillei*, é reconhecidamente o pequeno cetáceo mais ameaçado do Atlântico Sul Ocidental, devido aos altos níveis de mortalidade acidental em rede de espera ao longo de praticamente toda a área de distribuição (REEVES et al., 2003).

A toninha ocorre desde Itaúnas (18º25'S), Estado do Espírito Santo, Brasil (SICILIANO, 1994) referenciar, até o Golfo San Matias (42°10'S), Província de

Chubut, Argentina (CRESPO et al., 1998). Seu hábitat preferencial inclui regiões estuarinas e costeiras de até 50 m de profundidade. Entretanto, a maior parte dos registros é para águas mais rasas até 30 metros (PINEDO et al., 1992). A espécie apresenta um comportamento discreto, com poucos eventos aéreos e reduzida exposição do dorso durante a emersão, coloração marrom-acinzentada, que se assemelha à das águas costeiras, e não costuma se aproximar de embarcações (CREMER, 2007).

Ao longo da costa brasileira, a Baía da Babitonga constitui-se na única região de concentração conhecida para espécie, não havendo registros para os outros principais estuários (CREMER et al., 1998). Na Baía da Babitonga a espécie ocorre ao longo de todo o ano e foram identificadas áreas de uso preferencial associadas aos locais de maior abundância de presas da espécie (CREMER, 2007). Observações ocasionais realizadas na costa norte do Rio de Janeiro indicam que a maior incidência da espécie está a mais de 5 milhas da costa, ou 15 metros de profundidade (DI BENEDITTO et al., 2001).

Os padrões de distribuição de *P. blainvillei* na Baía Babitonga, registrados há mais de dez anos, mostram que a espécie não se aproxima das áreas portuárias (CREMER & SIMÕES-LOPES, 2008). O elevado nível de ruído registrado nestas áreas pode ser um dos fatores que explique esta distribuição.

De acordo com Danilewicz *et al*. (2018), dados mais recentes sobre as capturas acidentais indicam que as quantidades capturadas anualmente são aproximadamente o dobro dos valores utilizados, de modo que o declínio populacional deve ser maior do que 80% ao longo de três gerações ou 36 anos. Portanto, com base no declínio já ocorrido e projetado, a espécie foi categorizada como Criticamente em Perigo (CR), pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018) e pela Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022). A tendência populacional para a espécie é classificada como “declinando” (ICMBio, 2018).



Figura 302: Imagem ilustrativa da toninha, *Pontoporia blainvillei* – Diagnóstico de cetáceos e quelônios – Projeto Itapema - SC[4]

Golfinho-Pintado-Do-Atlântico (*Stenella Frontalis)*

Stenella frontalis é um golfinho endêmico do oceano atlântico e, diferentemente das demais espécies do gênero, sua distribuição é restrita a águas relativamente rasas (BRAULIK & JEFFERSON, 2018).

Esta espécie pode estar dividida em duas populações na costa brasileira, uma vez que ocorre desde antes do limite Sul do Brasil, até o Norte da Bacia de Campos, voltando a ocorrer novamente da Paraíba ao Ceará (SICILIANO et al., 2006). Nesta Bacia, a espécie é frequentemente observada ao longo de todo o ano. Os registros são oriundos de encalhes, capturas acidentais em redes de pesca e avistagens em águas costeiras e oceânicas (DI BENEDITTO, 2001).

Apesar de os impactos sofridos por esta espécie ainda não terem sido dimensionados, as fortes evidências de isolamento geográfico e reprodutivo das populações do Sul e do Sudeste do Brasil são apontadas por Siciliano et al. (2006), como um potencial problema de conservação. De acordo com (SIMÕES-LOPES e XIMENES, 1993) a espécie já foi avistada na região costeira de Santa Catarina, apesar de ser uma espécie oceânica.

[4] Fonte: Adaptado de Reeves et al. (2002).

Golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) (Montagu, 1821)

O golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus* ocorre tanto em águas costeiras quanto oceânicas, em todas as regiões tropicais e temperadas (LEATHERWOOD & REEVES, 2000). No Brasil a espécie está presente ao longo de toda a costa (SICILIANO et al., 2006). No litoral do estado de Santa Catarina a espécie pode ser frequentemente avistada em águas costeiras, penetrando na foz de rios, lagunas e manguezais (SIMÕES-LOPES & FABIAN, 1999). Com base em registros de encalhes ao longo da costa de SC (CHEREM et al. 2004), verifica-se que a sua distribuição é aparentemente contínua. Grande parte dos estudos de longo prazo com a espécie concentra-se no sul do Brasil onde existe uma população residente que pode ser avistada o ano inteiro na entrada do maior complexo lagunar próximo à cidade de Laguna (SIMÕES-LOPES & FABIAN, 1999).

De acordo com Siciliano et al. (2008) afirmam que estes golfinhos podem ocupar lagoas e estuários e cada vez mais grupos são vistos em águas profundas, inclusive residentes em ilhas oceânicas, fato confirmado por Lodi et al, (2008) que relacionam a migração desta espécie de cetáceo à migração de tainhas (Mugil sp.), considerada uma das mais importantes presas de t. Truncatus. A espécie está incluída na categoria “Pouco Preocupante” (LC) na lista de espécies de cetáceos da IUCN (WELLS et al. 2019).



Figura 303: Imagem ilustrativa do golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus* – Diagnóstico de cetáceos e quelônios - Projeto Itapema - SC[5]

[5] Fonte: Adaptado de Reeves et al. (2002).

Baleia Minke (*Balaenoptera acutorostrata*) (Lacépède, 1804)

Atingem cerca de 11m de comprimento e pesam aproximadamente 14 toneladas. Possuem dorso escuro e ventre claro. Apresentam uma listra branca nas nadadeiras peitorais (REILLY et al. 2008). Costumam se concentrar nas águas próximas aos pólos durante o verão para se alimentarem de krill e pequenos peixes. A população das baleias Minke diminuiu muito devido a caça em demasia, assim como a poluição, perda de habitat e captura acidental em redes também corroboram para a redução das populações (COOKE, 2018). De acordo com Cooke (2018), a espécie apresenta o status de “pouco preocupante” (LC) na lista de espécies de cetáceos da IUCN.

Baleia Jubarte, (*Megaptera novaeangliae*) (Borowski, 1781)

A baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae*, é uma espécie cosmopolita, sendo comumente associada a ilhas e ambientes recifais (WHITEHEAD & MOORE, 1982). Realiza, sazonalmente, grandes migrações entre áreas de alimentação, junto aos polos e áreas de reprodução e cria, em águas tropicais e subtropicais (SICILIANO, 2006). Há registro da espécie na costa do Brasil desde o Rio Grande do Sul, ~31°S (PINEDO, 1992) até Fernando de Noronha, ~3°S (LODI, 1994).

O ciclo de vida das baleias jubarte está associado a rotas migratórias que elas realizam (JEFFERSON et al.,1993). Após o período em águas tropicais as baleias jubarte migram para a região Antártica para se alimentarem. Siciliano (2006) sugere a existência de três rotas principais de migração:

a) rota migratória ao longo do talude continental, afastada da costa ao largo do Sul do Brasil, com aproximação da costa na próxima aos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro;

b) Deslocamento próximo ao dos 40º a partir da Ilha Geórgia do Sul até o Banco de Abrolhos;

c) Deslocamento a partir da Ilha Geórgia do Sul até a Ilha de Trindade, podendo haver deslocamentos para outras ilhas oceânicas do Brasil.

De acordo com o ICMBio (2018), a saída da baleia jubarte do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção deveu-se a uma real melhora da situação de conservação: estudos recentes demonstraram que a população da espécie na costa brasileira tem aumentado nos últimos anos. A manutenção da proibição da caça e dos esforços de conservação são essenciais para que a espécie permaneça fora da lista de fauna ameaçada. De acordo com Cooke (2018), a espécie apresenta o status de “pouco preocupante” (LC) na lista de espécies de cetáceos da IUCN.

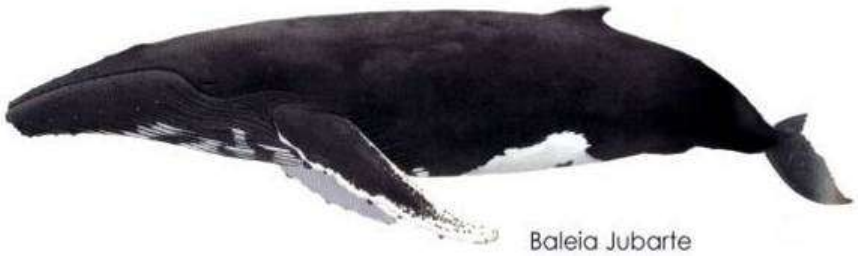


Figura 304: Imagem ilustrativa da baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae* – Diagnóstico de cetáceos e quelônios - Projeto Itapema - SC[6].

5.9.3 DIAGNÓSTICO DE QUELÔNIOS

Os quelônios foram amostrados juntamente com os cetáceos, utilizando a metodologia dos transectos lineares na Baía Norte. O detalhamento da metodologia se encontra no item anterior.

5.9.3.1 Resultados

[6] Fonte: Adaptado de Reeves et al. (2002).

5.9.3.1.1 Dados primários - Avistagens de quelônios em campo

Os esforços de campo para o diagnóstico de quelônios são os mesmos empregados para o diagnóstico dos cetáceos e já foram descritos anteriormente sendo que não foram observados quelônios em campo.

Reconhecidamente existem dificuldades em se observar os quelônios em seu habitat natural, desta forma ressalta-se que a falta de registros de quelônios não pode ser considerada como uma indicação da ausência destes animais nas áreas monitoradas.

5.9.3.1.2 Dados secundários – levantamento bibliográfico

As tartarugas marinhas distribuem-se amplamente entre as bacias oceânicas, mas a maior parte das ocorrências reprodutivas está concentrada em regiões tropicais e subtropicais (SFORZA, et al., 2017).

Estes animais têm uma importante função para o ciclo de energia e nutrientes nos diferentes ambientes, no controle da população de espécies das quais se alimenta e como fonte de alimentos para crustáceos, aves, peixes e mamíferos, apesar de seus predadores serem mais restritos à medida que atingem a fase adulta (BJORNDAL, 1997). No transporte de nutrientes entre ecossistemas, esses quelônios desempenham importante papel durante seus longos trajetos migratórios, atravessando oceanos e regiões costeiras, transitando entre regiões equatoriais, tropicais e até temperadas, dependendo da espécie (HEITHAUS, 2013).

Dentre as sete espécies conhecidas de quelônios marinhos, cinco ocorrem no litoral de Santa Catarina: *Chelonia mydas, Caretta caretta, Eretmochelys imbricata, Lepidochelys olivacea e Dermochelys coriácea* (MARCOVALDI & MARCOVALDI, 1999).

Tabela 57: Lista de espécies de quelônios que ocorrem que ocorrem no litoral do de Santa Catarina Diagnóstico de cetáceos e quelônios.

Ordem	Família	Espécies	Status de conservação	
			ICMBIO (2018)	MMA (2022)
TESTUDINATA	CHELONIIDAE	*Caretta caretta*	VU	
		Chelonia mydas	EN	VU
		Eretmochelys imbricata	CR	EN
		Lepidochelys olivacea	EN	VU
	DERMOCHELYIDAE	*Dermochelys coriacea*	CR	CR

Legenda: Categoria de ameaça:
VU: Vulnerável - Risco alto de extinção na natureza
EN: Em perigo - Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo
CR: Criticamente em Perigo - Risco extremamente alto de extinção na natureza

A alimentação das tartarugas marinhas é muito diversificada, pois cada espécie tem características próprias. As tartarugas verdes alimentam-se basicamente de algas, a tartaruga de couro alimenta-se preferencialmente de águas-vivas, as outras espécies alimentam-se de peixes, crustáceos e moluscos (LOEBMANN, 2008).

Estes animais crescem lentamente e apresentam uma vida longa, se tornando adultos com 20-50 anos e atingem a idade reprodutiva entre 20 e 30 anos. Apresentam ciclos de vida bem complexos e utilizam uma grande variedade de ecossistemas, compreendendo desde habitat terrestres, onde ocorre a postura dos ovos e o desenvolvimento embrionário, até habitat em águas costeiras e oceânicas, onde se alimentam, desenvolvem e acasalam (MARCOVALDI & MARCOVALDI, 1999).

Ainda de acordo com Marcovaldi & Marcovaldi (1999), as tartarugas marinhas apresentam, em geral, comportamento solitário, porém eventualmente são encontradas em pequenas concentrações de até dezenas de indivíduos, em função de disponibilidade de recursos alimentares.

Por exporem apenas a cabeça ou parte de seu dorso na superfície da água, as tartarugas marinhas são de difícil observação em seu ambiente natural. Assim, diferentemente de cetáceos, por exemplo, que são observados mais facilmente em superfície, poucas informações são reunidas acerca dos hábitos de tais espécies na

costa brasileira. A maior parte da informação está concentrada sobre aspectos ligados a reprodução, como áreas e períodos de desova (ALMEIDA et al., 2011).

O período reprodutivo está concentrado nos meses mais quentes do ano, podendo variar de acordo com a região e a espécie, sendo que no Brasil a temporada de desovas se concentra entre setembro e abril nas praias do continente e de dezembro a junho nas ilhas oceânicas (ICMBio, 2011). Nos meses de primavera-verão, período reprodutivo, os animais adultos migram das áreas de alimentação para áreas de reprodução, geralmente próximas aos locais de desova, onde ocorre o acasalamento (MARCOVALDI & MARCOVALDI, 1999).

O comportamento reprodutivo é semelhante para todas as espécies de tartarugas marinhas, sendo esses animais reconhecidos por sua alta fidelidade ao sítio reprodutivo, ou seja, retornam ao mesmo local onde nasceram para se reproduzirem (MILLER, 1997; LOHMANN et al., 1997). Em geral, as fêmeas não desovam todos os anos, e sim a cada 2 ou 3 anos (MILLER, 1997).

Durante o período reprodutivo, cada fêmea realiza em média 2 a 8 desovas, a depender da espécie, levando entre 10 a 20 dias para retornarem à praia. Durante esse intervalo, conhecido como período internidal, as fêmeas, em geral, não se afastam muito da costa (offshore), se concentrando próximas às áreas de desova durante 2 ou 3 meses (ALMEIDA et al., 2011; TUCKER, 2010). Esse é um aspecto importante a considerar, que as áreas de reprodução das tartarugas marinhas não se limitam à faixa de praias, englobando também a área marinha confrontante.

De forma geral, áreas de desova (prioritárias ou secundárias) de tartarugas marinhas no litoral brasileiro têm seu limite meridional ao norte do estado do Rio de Janeiro, na Bacia de Campos (MARCOVALDI & MARCOVALDI, 1999). As áreas não reprodutivas correspondem ao trecho do litoral brasileiro compreendido entre a localidade de Lagamar, Macaé - RJ e a divisa com o Uruguai, em Chuí, Santa Vitória do Palmar - RS, onde não são registradas ocorrências de ninhos de tartarugas marinhas ou onde as desovas são bastante raras e, predominantemente, não geram ninhadas viáveis, em face da condição desfavorável de temperatura da areia nas

praias da região, o que inviabiliza a incubação dos ovos (MARCOVALDI & MARCOVALDI, 1999; SFORZA et al. 2017).

Tartaruga-de-Pente (*Eretmochelys Imbricata*) (Linnaeus, 1766)

Essa é a espécie mais tropical dentre as espécies de tartarugas marinhas e suas áreas de alimentação bastante conhecidas em território brasileiro são Fernando de Noronha, em Pernambuco, e Atol das Rocas, no Rio Grande do Norte, havendo ainda evidências de que o Banco dos Abrolhos (Bahia/Espírito Santo) represente outra importante área (MARCOVALDI *et al*., 2011; 2018).

Enquanto filhotes os indivíduos da espécie vivem em associação com bancos de algas do gênero *Sargassum*, alimentando-se principalmente de pequenos crustáceos Sanches & Bellini (1999). Na fase juvenil e adulta, a espécie torna-se onívora, podendo alimentar-se de algas, ovos de peixe, crustáceos, moluscos, ouriços, corais e esponjas. São encontradas normalmente em profundidades rasas até cerca de 40m (MARCOVALDI *et al.*, 2011).

A principal área de desova de *E. imbricata* no Brasil está localizada no norte da Bahia e em (Sergipe), com uma área importante no litoral sul do Rio Grande do Norte (MARCOVALDI *et al.,* 2007).

De acordo com Marcovaldi et al. (2018), espécie foi categorizada como “Criticamente em Perigo (CR)” pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção e como em perigo (EN) pela Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022).



Figura 305: Imagem ilustrativa da Tartaruga-de-pente, *Eretmochelys imbricata* - Diagnóstico de cetáceos e quelônios - Projeto Itapema - SC[7].

Tartaruga-Verde (*Chelonia mydas*) (Linnaeus, 1758)

Trata-se da espécie mais abundante no Brasil, principalmente de indivíduos na fase juvenil, que se concentram em áreas de alimentação ao longo de toda a costa (ICMBio, 2011a). Segundo Almeida *et al*. (2011a; 2018), quando filhote a tartaruga verde é uma espécie onívora, tornando-se basicamente herbívora quando juvenil e adulta, podendo alimentar-se eventualmente de moluscos, esponjas e ovos de peixes. A espécie é considerada cosmopolita e as principais áreas de nidificação e alimentação estão nos trópicos. Normalmente são encontradas em profundidades rasas de até 20 m (ALMEIDA *et al*., 2011a; 2018).

As principais áreas de desova no Brasil estão localizadas em ilhas oceânicas: Ilha da Trindade/ES, Reserva Biológica do Atol das Rocas/RN e Arquipélago de Fernando de Noronha/PE (GROSSMAN *et al*., 2003). No litoral continental há um número regular, porém relativamente pequeno de desovas no litoral norte da Bahia. Raros registros de desovas para esta espécie ocorrem nos Estados do Rio Grande do Norte, Sergipe, Espírito Santo e Rio de Janeiro (BUGONI *et al*., 2003).

[7] Fonte: Adaptado de Reeves et al. (2002).

A espécie foi categorizada como “Vulnerável (VU)” pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ALMEIDA *et al*., 2018).

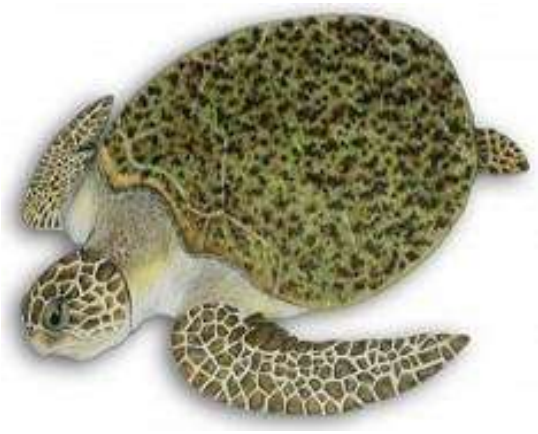


Figura 306: Imagem ilustrativa da Tartaruga-verde, Chelonia mydas[8].

Tartaruga-Cabeçuda (*Caretta caretta*) (Linnaeus, 1758)

A tartaruga-cabeçuda é uma espécie onívora, podendo se alimentar de crustáceos, moluscos, águas-vivas, hidrozoários, ovos de peixes e algas. Habitam normalmente profundidades rasas até cerca de 20 m. Quanto à reprodução das tartarugas marinhas no litoral do Brasil, observa-se que o maior número de ninhos é desta espécie (SANTOS *et al*., 2011; SANTOS *et al*., 2018).

As áreas principais de desova no Brasil estão localizadas em Sergipe, norte da Bahia, norte do Espírito Santo e norte do Rio de Janeiro. Áreas secundárias ocorrem no sul do Espírito Santo e sul da Bahia (SFORZA *et al*., 2017). Desovas ocasionais foram registradas em Parati/RJ (CAMPOS *et al*., 2004), em Ubatuba no litoral norte de São Paulo, Pontal do Peba/AL, litoral do Ceará, Pipa/RN (SANTOS *et al*., 2011).

Apesar do registro de desovas ocasionais no estado (SOTO et. al., 1997; ICMBio, 2011b), o litoral catarinense é considerado uma importante área de alimentação e corredor de deslocamento das populações (BERTOLDO-FILHO, 2013). A espécie foi

[8] Fonte: Adaptado de Reeves et al. (2002).

categorizada como Vulnerável (VU) pela Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022).

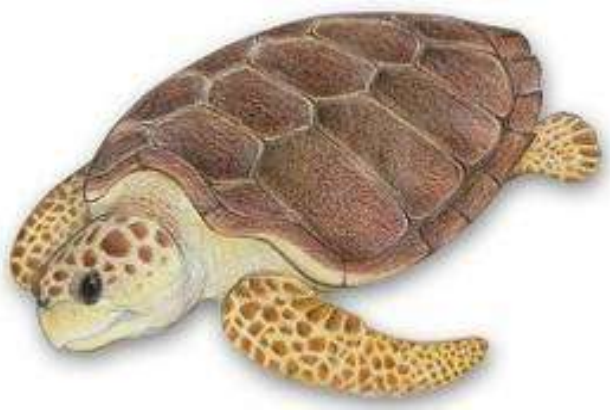


Figura 307: Imagem ilustrativa da Tartaruga-cabeçuda, *Caretta caretta*[9].

Tartaruga-Oliva (*Lepidochelys Olivacea*) (Eschscholtz, 1829)

A tartaruga-oliva é a menor das tartarugas marinhas que ocorrem em águas brasileiras (CASTILHOS *et al*., 2011). Alimenta-se em águas mais profundas que as outras espécies, geralmente entre 80 e 100 m. Porém, podem ser encontradas em águas mais rasas, principalmente em áreas próximas a estuários (CASTILHOS *et al*., 2011; 2018).

No Brasil, a área prioritária de reprodução do táxon está localizada entre o litoral sul do Estado de Alagoas e o litoral norte da Bahia com maior densidade de desovas no Estado de Sergipe (CASTILHOS & TIWARI, 2006**,** MARCOVALDI & MARCOVALDI, 1999; SILVA *et al*., 2007). Registros raros e esporádicos são encontrados no Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Ceará (MARCOVALDI *et al*., 2011; CASTILHOS *et al*., 2018).

[9] Fonte: Adaptado de Reeves et al. (2002).

A espécie foi categorizada como “Em Perigo (EN)” pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (CASTILHOS *et al*., 2018) e pela Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022).



Figura 308: Imagem ilustrativa da Tartaruga-oliva *Lepidochelys olivacea* - Diagnóstico de cetáceos e quelônios - Projeto Itapema - SC[10].

Tartaruga-de-Couro (*Dermochelys Coriacea*) (Vandelli, 1761)

Esta espécie é a de hábitos mais pelágicos entre as tartarugas marinhas, porém pode vir alimentar-se em águas muito rasas, de até 4 m de profundidade, próximas à costa. Os hidrozoários compõem a principal parte da dieta desta espécie (ALMEIDA *et al*., 2011b).

Diversos estudos sobre distribuição e capacidade migratória dessa espécie, realizados por meio de telemetria por satélite, revelaram que tais organismos apresentam rápida dispersão em direção offshore logo após o término do período reprodutivo, evidenciando que as áreas de alimentação ocorrem em regiões oceânicas tropicais de produtividade elevada e em regiões de clima temperado onde há maior abundância de águas-vivas (ALMEIDA *et al*., 2011).

[10] Fonte: Adaptado de Reeves et al. (2002).

Os registros da tartaruga-de-couro são escassos e a Guiana Francesa parece ser a maior área de nidificação. As colônias no Atlântico são protegidas, e suas populações parecem estar aumentando. A única área conhecida com desovas regulares de *D. coriacea* no Brasil localiza-se no norte do Espírito Santo (SFORZA *et al*., 2017). Desovas ocasionais foram registradas em diversos Estados do Brasil: Piauí, Rio Grande do Norte, Bahia, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Barata, 2004). A espécie foi classificada como “Criticamente em Perigo (CR)” recentemente pela Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022).

5.9.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS POTENCIAS IMPACTOS

Para a atividade de dragagem (prevista para a obra) são esperados dois aspectos ambientais que potencialmente podem gerar impactos sobre a fauna marinha, sendo a geração de ruídos e o aumento no tráfego de embarcações. Tais atividades modificam os níveis dos ruídos subaquáticos podendo ter efeitos diversos sobre a biota aquática, notadamente nos cetáceos e quelônios.

De acordo com Weilgart (2007), os mamíferos marinhos, especialmente os cetáceos, são altamente vocais e dependem do som para quase todos os aspectos das suas vidas, por ex. busca de alimentos, reprodução, comunicação, detecção de predadores/perigos e navegação. Eles são, portanto, sensíveis ao ruído antropogênico. O som tem uma grande área potencial de impacto, por vezes cobrindo milhões de quilómetros quadrados de oceano com níveis suficientemente elevados para causar possíveis perturbações nos mamíferos marinhos (Weilgart, 2007).

Os ruídos antropogênicos subaquáticos podem gerar três efeitos principais sobre este grupo, mascaramento, mudanças comportamentais e perda temporária ou permanente da audição (WODA, 2013). O primeiro efeito, mascaramento, acontece quando ocorre com uma intensidade que impede os animais de se comunicarem eficientemente. O segundo efeito, mudanças comportamentais, ocorre quando os animais se comportam de um modo diferente do que se comportariam quando o

ruído não está presente (Britto, 2009). E o terceiro efeito ocorre quando os níveis sonoros são de tal intensidade que geram efeitos fisiológicos, alterando a capacidade do animal de perceber sons (Richardson, 2005).

Portanto, qualquer interferência no aspecto sonoro do ambiente pode afetar diretamente o indivíduo e a manutenção de sua espécie, tendo o potencial de modificar tanto seu comportamento quanto sua fisiologia (Popper & Hastings, 2009).

Os quelônios, por sua vez, possuem audição bem desenvolvida, sendo similares os processos de estresse sonoro (Marcovaldi et al., 2018). Ainda, por se tratarem de espécies de natureza altamente migratórias, mudanças de disponibilidade de recursos alimentares, de circulação de correntes marinhas e ventos podem comprometer seu ciclo de vida longo e complexo (Marcovaldi et al., 2018).

O aumento no tráfego de embarcações utilizadas na atividade de dragagem pode aumentar do risco de colisões entre animais marinhos e embarcações. Estudos ambientais destacam que o incremento do fluxo de embarcações leva ao aumento do risco de colisões entre animais marinhos e embarcações (Richardson, 2005).

Como comportamento geral dos cetáceos e répteis, os botos e as tartarugas marinhas necessitam ir à superfície periodicamente para respirar, o que pode torná-los vulneráveis aos abalroamentos. Injúrias ocasionadas por abalroamentos, que não matem imediatamente o animal, podem levá-lo à debilitação, desorientação e déficits permanentes, privando-o de escapar de predadores e de se alimentar (Weilgart, 2007).

5.10 RUÍDOS SUBAQUÁTICOS

O presente diagnóstico consiste no levantamento dos níveis de pressão sonora subaquática a partir de medições em pontos pré-definidos. Teve por objetivo caracterizar a frequência e intensidade do ambiente acústico subaquático ao longo da praia de Itapema, considerando diferentes profundidades.

5.10.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

5.10.1.1 Gravações em pontos pré-definidos

Para a caracterização do ambiente acústico subaquático do entorno do empreendimento, no dia 20/01/2022 foram monitorados os 8 pontos de amostragem ao longo do eixo N-S da porção marinha da Praia de Itapema (Figura 309). As informações referentes às coordenadas dos pontos de amostragem pré-definidos se encontram na Tabela 58.

Tabela 58: Coordenadas dos pontos pré-definidos de amostragem de ruídos subaquáticos - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema -SC.

Ponto	Coordenadas em UTM (22 J)
RS 01	22 J 739534 7000192
RS 02	22 J 741853 7000907
RS 03	22 J 740195 6999124
RS 04	22 J 742461 6999859
RS 05	22 J 740756 6998026
RS 06	22 J 743106 6998712
RS 07	22 J 741319 6996677
RS 08	22 J 743604 6997477

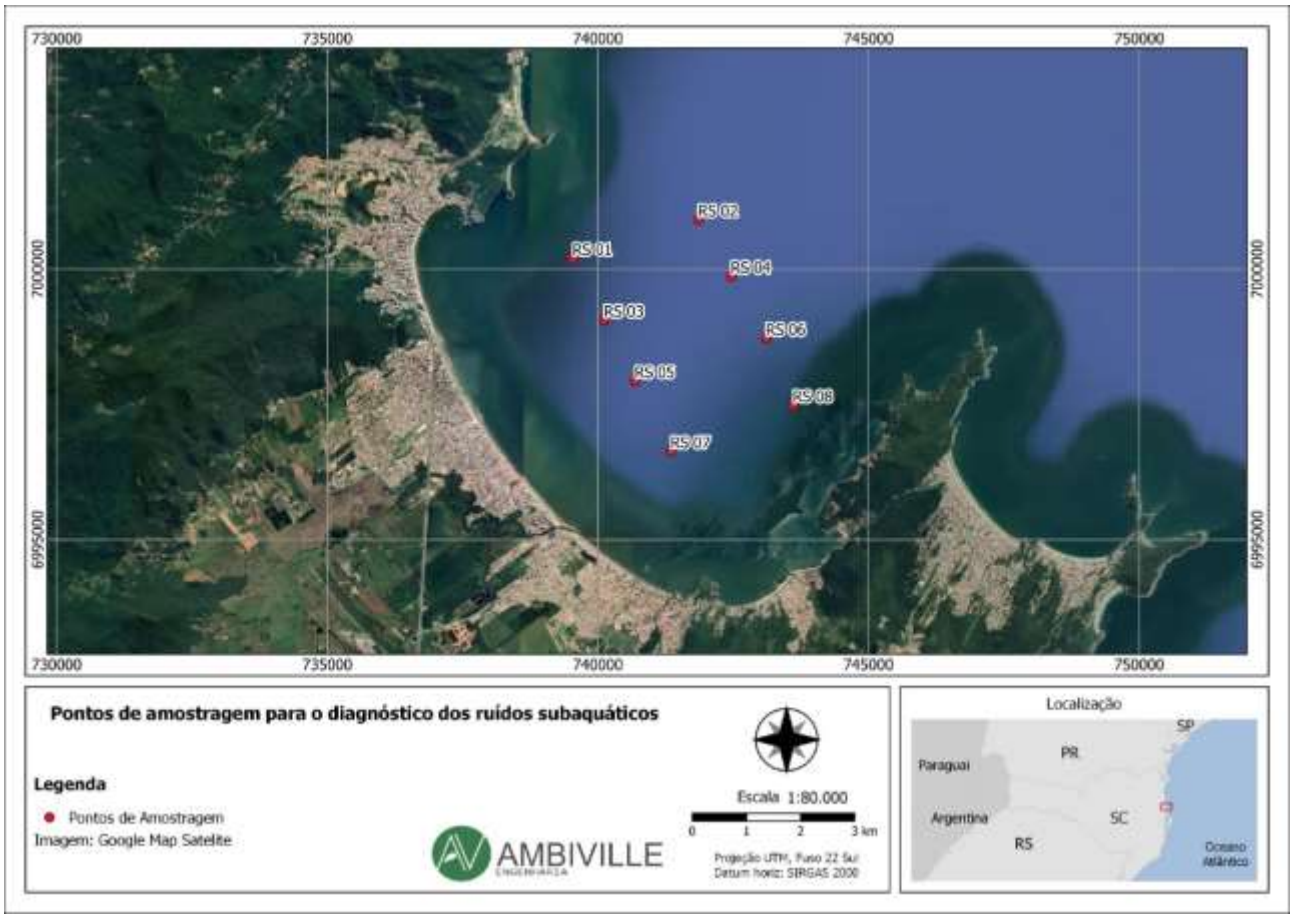


Figura 309: Localização dos 8 pontos definidos para diagnóstico do ruído subaquático - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema -SC.

Foram obtidas amostras de ruído subaquático de 3 minutos cada ponto amostrado. Os registros foram realizados a partir de uma embarcação de 8 metros de comprimento e motor de popa a gasolina de 60 hp, sendo este desligado durante as gravações, conforme a Figura 310.

Figura 310: Observadores realizando de coleta de dados em campo – Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema -SC.



O sistema de aquisição sonora utilizado é o SQ26-H1 da Cetacean Research Technology, composto por um hidrofone Cetacean Research Technology, modelo SQ26-08 (-168,18 re. 1V/ µPa rms) acoplado a um gravador digital portátil Zoom, modelo H1 (-127,85 re. 1V/ µPa rms) (Figura 311). Os ruídos foram registrados em um único canal (mono) a 24 bits e com taxa de amostragem de 96 kHz em formato WAV. O sistema de aquisição utilizado permitiu o registro sonoro na faixa de 0,020 kHz a 47,9 kHz. O hidrofone foi posicionado a uma profundidade mínima de 2m e máxima de 5m e, a cada gravação, foram registrados o horário, a distância do ponto de terra mais próximo no início da amostragem, estado do mar, a presença de outras embarcações e atividades humanas ao redor do ponto amostrado em fichas de campo padronizadas. O horário de amostragem dependeu das condições climáticas. A obtenção dos registros acústicos ocorreu apenas em boas condições de mar (<2, segundo escala Beaufort) e na ausência de chuva e ventos fortes, para que não houvesse a interferência sonora destes fatores.



Figura 311: Equipamento para aquisição de dados acústicos - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema -SC.

A partir dos recursos do programa RAVEN PRO 1.5.1, foram gerados os sonogramas para cada ponto coletado. O primeiro minuto de cada amostra não foi analisado, devido ao ruído causado pela própria embarcação de que realiza a aquisição sonora. Para as análises, foram selecionados aleatoriamente os momentos do sonograma, onde foi identificada a maior presença de ruído antropogênico. As análises foram realizadas utilizando a configuração do sonograma Configure View Axes, Scale Time: 6.000 e da ferramenta Criate Selection Mode. Para cada trecho selecionado foi gerado um gráfico de intensidade (dB re 1uPa) x frequência (kHz). A escala dB é sempre definida a partir de um valor de referência. No caso da pressão acústica, este valor de referência é diferente dependendo do meio de propagação do som. Quando a propagação se dá na água o valor de referência para a pressão acústica é 1µPa (Vilardo, 2007). Dessa forma a unidade padrão de níveis de fontes contínuas em acústica subaquática tipicamente utilizada é dB re 1 µPa @1m (x dB relativos à 1µPa a 1 metro da fonte) (SCAR, 2002). Os dados foram exportados para uma planilha eletrônica. Foi calculada a média da intensidade de cada trecho de escolhido (em decibéis). Para definir a intensidade de cada ponto amostral [intensidade sonora média (dB re 1uPa)], foi calculada a média

entre os trechos. Para verificar qual faixa de frequência apresentou maior intensidade de ruído, a frequência de amostragem foi dividida em 17 categorias: <1 kHz; 1,1–2 kHz; 2,1–3 kHz; 3,1–4 kHz; 4,1–5 kHz; 5,1–6 kHz; 6,1–7 kHz; 7,1–8 kHz; 8,1–9 kHz; 9,1–10 kHz; 10,1–15 kHz; 15,1-20 kHz; 20,1–25 kHz; 25,1–30 kHz; 30,1–35 kHz; 35,1–40 kHz e 40,1–47,9 kHz. Utilizando os recursos do programa Excel o valor da intensidade sonora média para cada ponto foi plotado em gráficos de comparação.

5.10.2 RESULTADOS

5.10.2.1 Gravações de Ruídos Subaquáticos – Pontos Pré-Definidos

No dia 20/01/2022 foram obtidos 24 minutos de gravações de ruídos subaquáticos, sendo 3 minutos em cada um dos 8 pontos, conforme descrito anteriormente. Foram observadas embarcações, em sua maioria de esporte e recreio transitando pela área, contribuindo para o aumento da intensidade dos ruídos subaquáticos no momento das gravações.

Tabela 59: Informações referentes aos pontos de amostragem de ruídos subaquáticos - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema - SC.

Data	Hora	Ponto	Prof.	Mar	Maré	Vento	Temperatura	Observações
20/01/2022	09:48	RS 01	10,2	1	E	NE	28,3	Presença de embarcações
20/01/2022	10:00	RS 02	16,3	1	E	NE	28,5	Presença de embarcações
20/01/2022	10:23	RS 03	11	1	E	NE	28	Presença de embarcações
20/01/2022	10:34	RS 04	15,6	1	E	NE	29	
20/01/2022	10:53	RS 05	10,4	1	E	NE	29,1	
20/01/2022	11:04	RS 06	16,7	1	E	NE	28,7	Presença de embarcações
20/01/2022	11:24	RS 07	9,4	1	E	NE	29	Presença de embarcações
20/01/2022	11:36	RS 08	17,2	1	E	NE	28,5	Presença de embarcações



Figura 312: Registro da presença de embarcações na área de estudo - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema -SC.

A maior intensidade de ruído subaquático foi registrada na categoria abaixo de 1 kHz (<1 kHz), ocorrendo em geral uma elevada faixa de ruído até 20 kHz e outra faixa menor até 45 kHz.

O ponto RS08 apresentou o valor mais alto para intensidade sonora até 1kHz, já o ponto RS08 apresentou maior intensidade sonora na maioria das categorias de frequência analisadas, sendo assim o ponto com maior intensidade sonora entre as coletas. O ponto com menor intensidade sonora até 1kHz, foi o ponto RS02, e quando analisadas as outras categorias de frequência, o ponto RS02 foi o que apresentou menores valores na maioria das categorias, sendo assim, o ponto com menor intensidade sonora registrado. A fim de demonstrar a diferença da intensidade sonora nas diferentes categorias de frequência estabelecidas, os dados serão apresentados também em: faixa audível (0,02 kHz a 20 kHz) e faixa ultrassom (superior a 20 kHz até 47,9 kHz) para cada ponto amostrado.

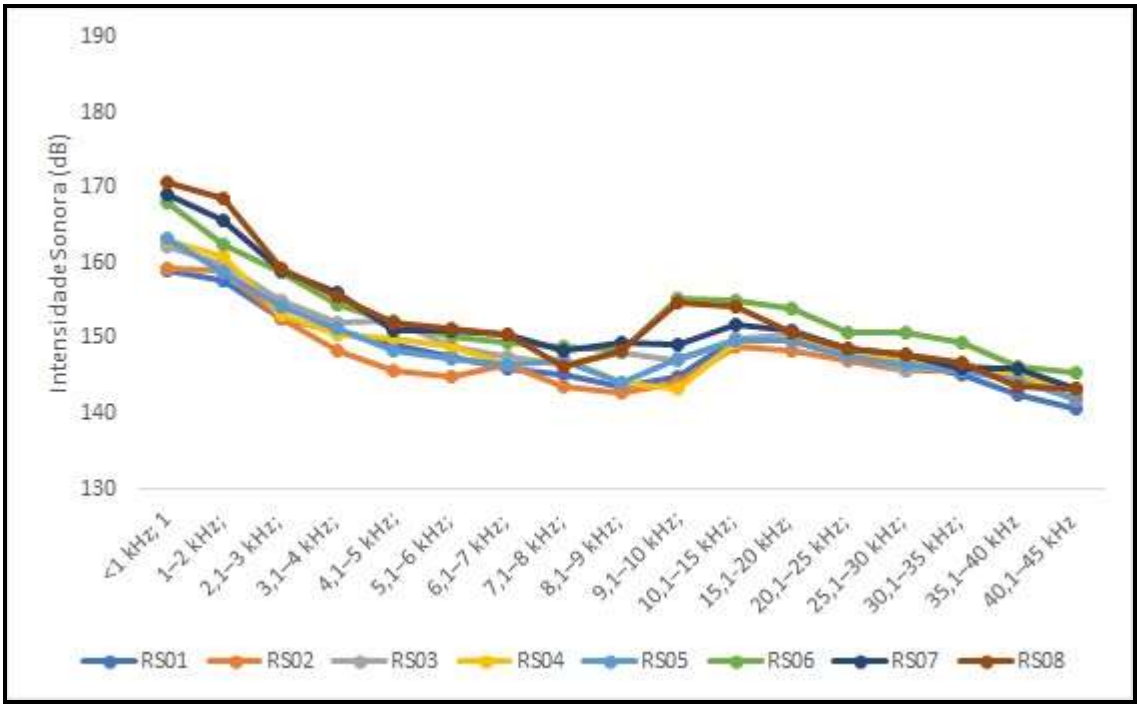


Figura 313: Intensidade sonora média de cada ponto amostrado por categoria de frequência - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

Tabela 60: Tabelas com dados referentes aos pontos de amostragem de ruídos subaquáticos - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

Ponto	Intensidade sonora média (dB)	Desvio padrão	Intensidade máxima (dB)	Frequência central média (Hz)
RS01	148,72	1,41	151,1	1275
RS02	145,83	1,84	148,7	1125
RS03	149,26	0,96	150,6	8990
RS04	149,64	2,15	152,5	675
RS05	150,04	1,35	150,1	750
RS06	153,57	1,21	155,9	675
RS07	154,32	1,5	155,8	412,5
RS08	155,86	2,68	161,2	562,5

Tabela 61: Tabelas com dados referentes aos pontos de amostragem de ruídos subaquáticos - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

Ponto	Intensidade sonora média (dB) faixa audível (20 Hz a 20 kHz)	Desvio padrão	Intensidade sonora média (dB) faixa ultra-som (Acima de 20 kHz)	Desvio padrão
RS01	149,72	4,84	144,58	3,00
RS02	167,72	4,25	159,24	2,73
RS03	149,26	0,98	151,70	4,98
RS04	150,58	5,99	145,68	42,16
RS05	150,6	5,55	145,32	2,16
RS06	154,81	5,94	148,6	2,59
RS08	154,38	6,80	146,34	2,04
RS09	155,2	7,59	145,98	2,50

RS01

Para o conjunto de dados coletados do ponto RS01, a intensidade sonora média neste ponto foi de 148,72dB (DP=1,41). Considerando apenas a faixa audível (20 Hz a 20 kHz) a intensidade sonora média neste local foi de 149,72dB (DP=4,84), e considerando apenas a faixa ultrassom, a intensidade sonora média desse local foi de 144,58dB (DP=3,00).

Comparando os valores de ruídos desse ponto por categoria de frequência, nota-se que a categoria até 1kHz, registrou o maior valor de intensidade sonora chegando a 159dB. É importante lembrar que nesse ponto foi registrado a presença de embarcações no momento da gravação, o que pode ter contribuído para o aumento do ruído subaquático na região.

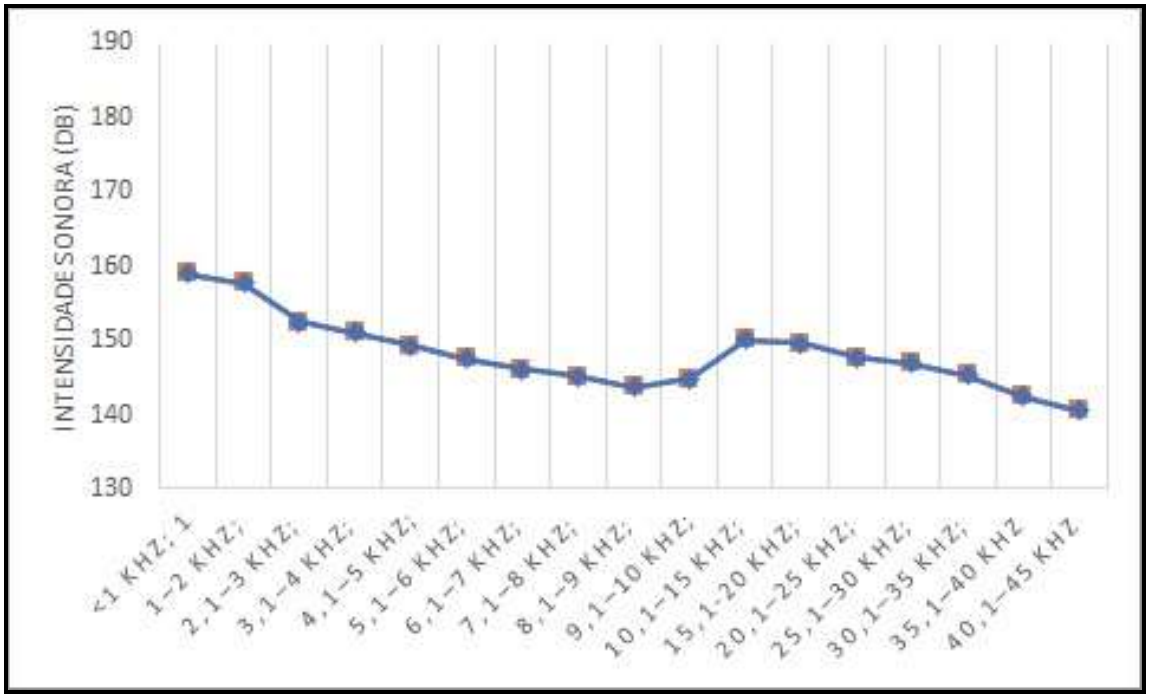


Figura 314: Intensidade sonora média do ponto RS01 por categoria de frequência - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

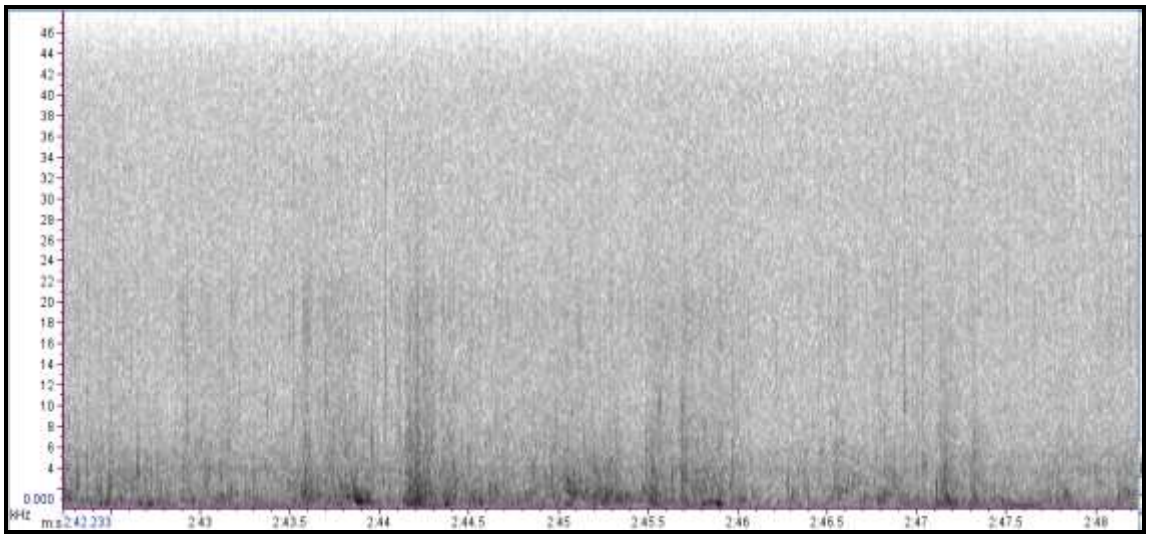


Figura 315: Sonograma do ruído produzido no ponto RS01 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

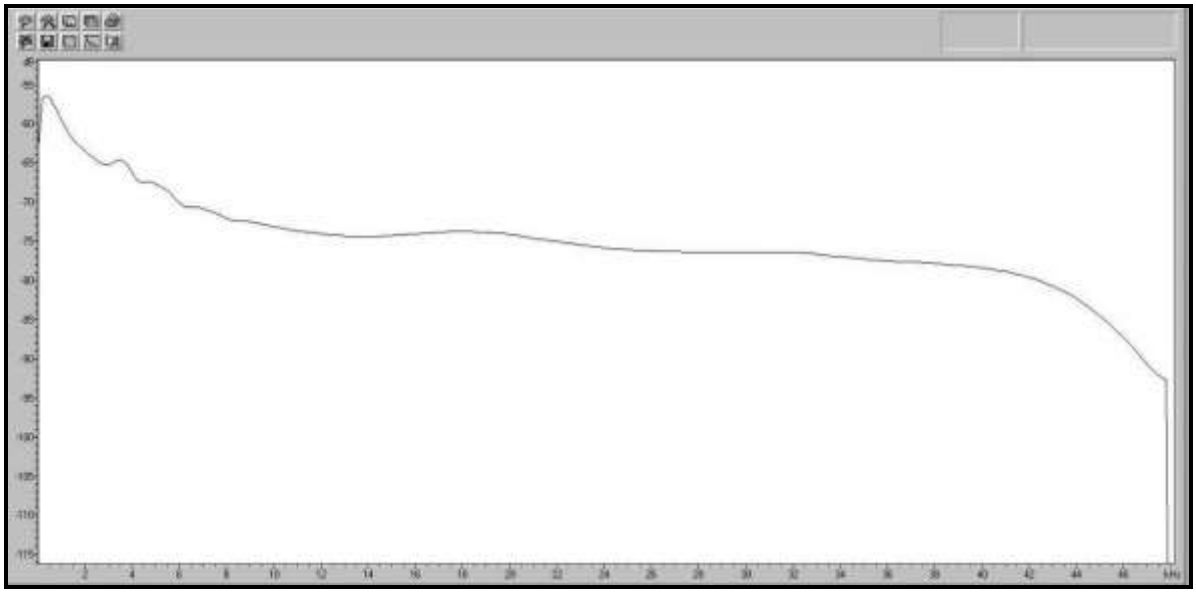


Figura 316: Espectro de frequência no ponto RS01- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

RS02

Para o conjunto de dados coletados do ponto RS02, a intensidade sonora média neste ponto foi de 145,83dB (DP=1,84). Considerando apenas a faixa audível (20 Hz a 20 kHz) a intensidade sonora média neste local foi de 167,72dB (DP=4,25), e considerando apenas a faixa ultrassom, a intensidade sonora média desse local foi de 159,24dB (DP=2,73).

Comparando os valores de ruídos desse ponto por categoria de frequência, nota-se que a categoria até 1kHz, registrou o maior valor de intensidade sonora chegando a 159,4dB. É importante lembrar que nesse ponto foi registrado a presença de embarcações no momento da gravação, o que pode ter contribuído para o aumento do ruído subaquático na região.

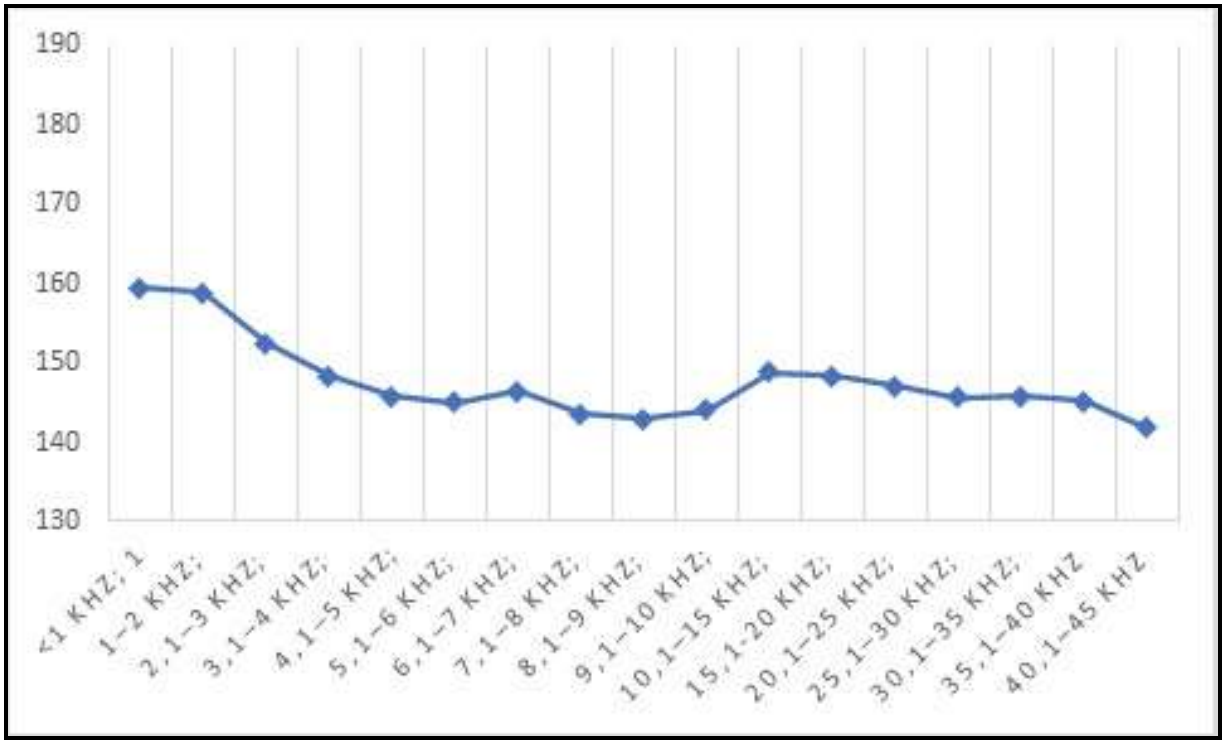


Figura 317: Intensidade sonora média do ponto RS02 por categoria de frequência - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

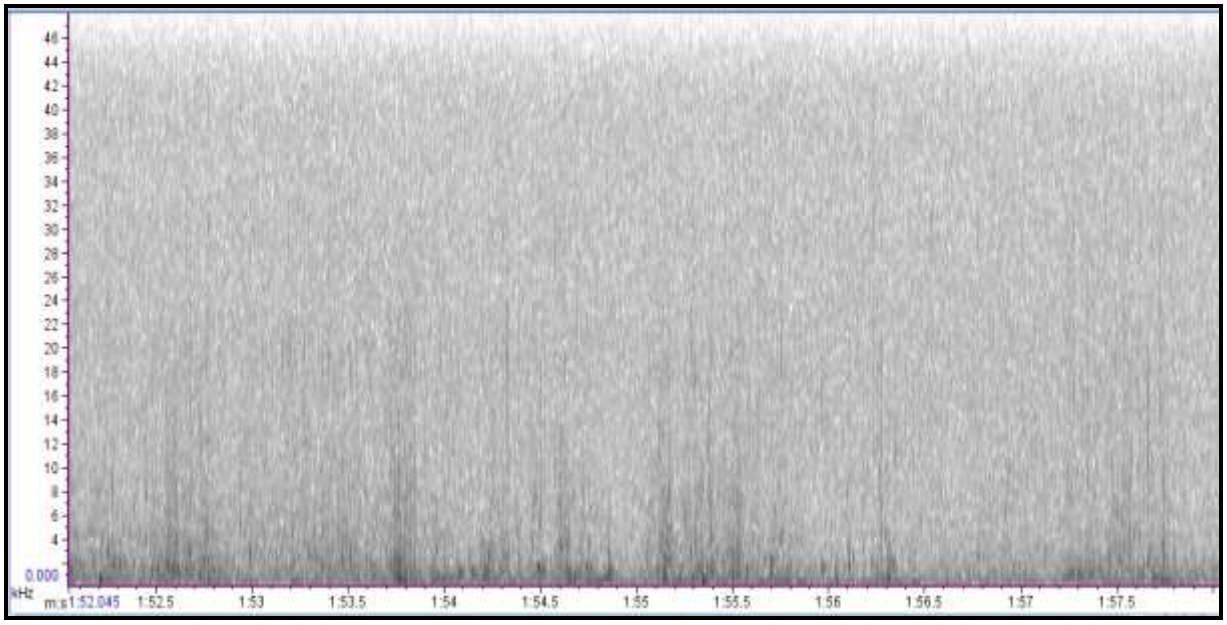


Figura 318: Sonograma do ruído produzido no ponto RS02 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

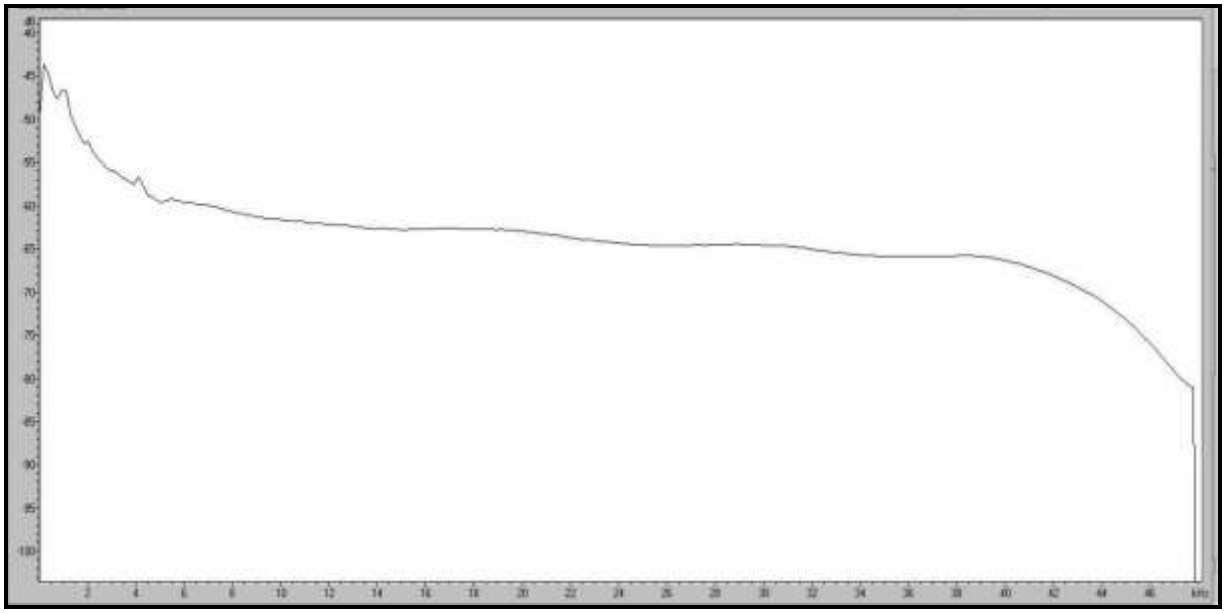


Figura 319: Espectro de frequência no ponto RS02- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

RS03

Para o conjunto de dados coletados do ponto RS03, a intensidade sonora média neste ponto foi de 149,26dB (DP=0,96). Considerando apenas a faixa audível (20 Hz a 20 kHz) a intensidade sonora média neste local foi de 151,70dB (DP=4,98), e considerando apenas a faixa ultrassom, a intensidade sonora média desse local foi de 145,84dB (DP=2,08).

Comparando os valores de ruídos desse ponto por categoria de frequência, nota-se que a categoria até 1kHz, registrou o maior valor de intensidade sonora chegando a 162,1dB. É importante lembrar que nesse ponto foi registrado a presença de embarcações no momento da gravação, o que pode ter contribuído para o aumento do ruído subaquático na região.

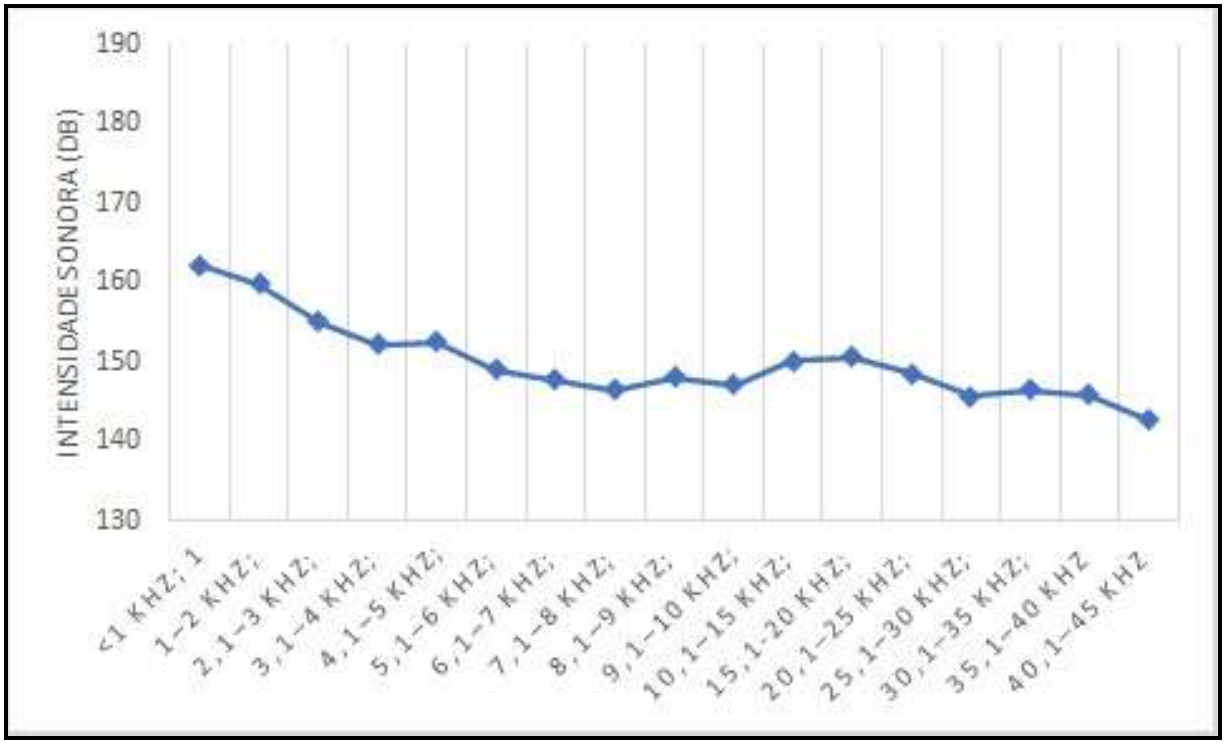


Figura 320: Intensidade sonora média do ponto RS03 por categoria de frequência - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

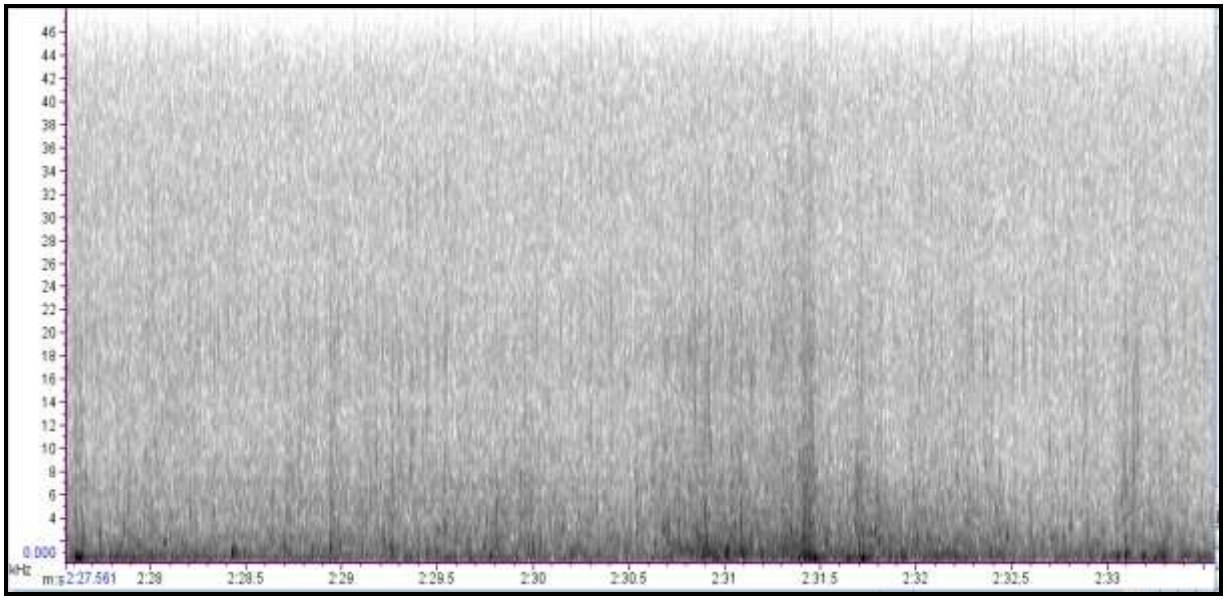


Figura 321: Sonograma do ruído produzido no ponto RS03 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

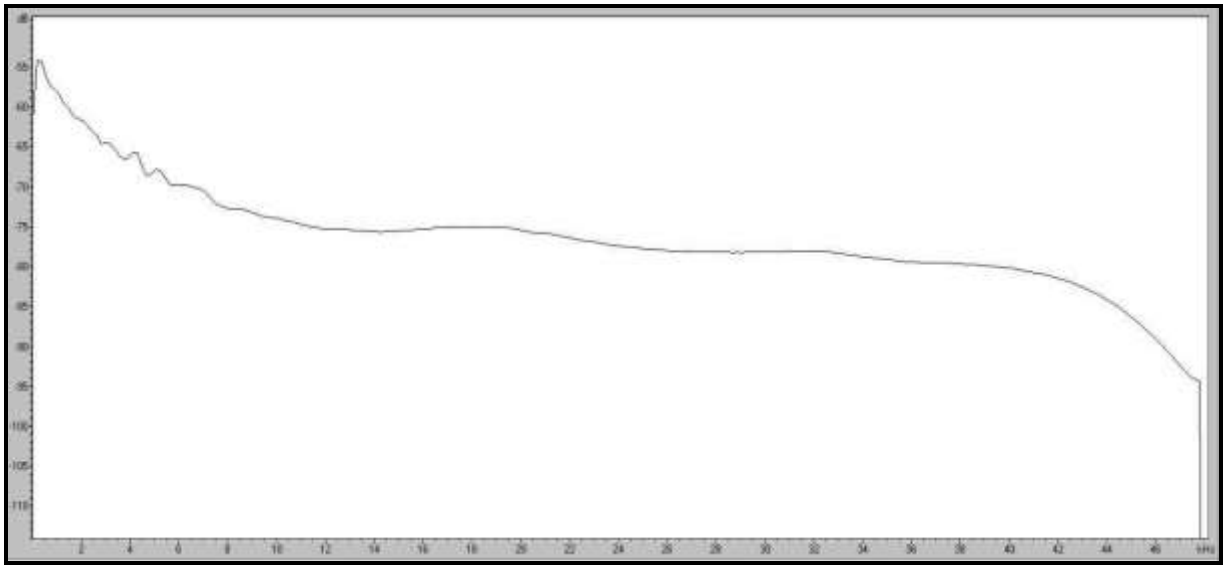


Figura 322: Espectro de frequência no ponto RS03- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

RS04

Para o conjunto de dados coletados do ponto RS04, a intensidade sonora média neste ponto foi de 149,64dB (DP=2,15). Considerando apenas a faixa audível (20 Hz a 20 kHz) a intensidade sonora média neste local foi de 150,58dB (DP=5,99), e considerando apenas a faixa ultrassom, a intensidade sonora média desse local foi de 145,68dB (DP=2,16).

Comparando os valores de ruídos desse ponto por categoria de frequência, nota-se que a categoria até 1kHz, registrou o maior valor de intensidade sonora chegando a 163,1dB.

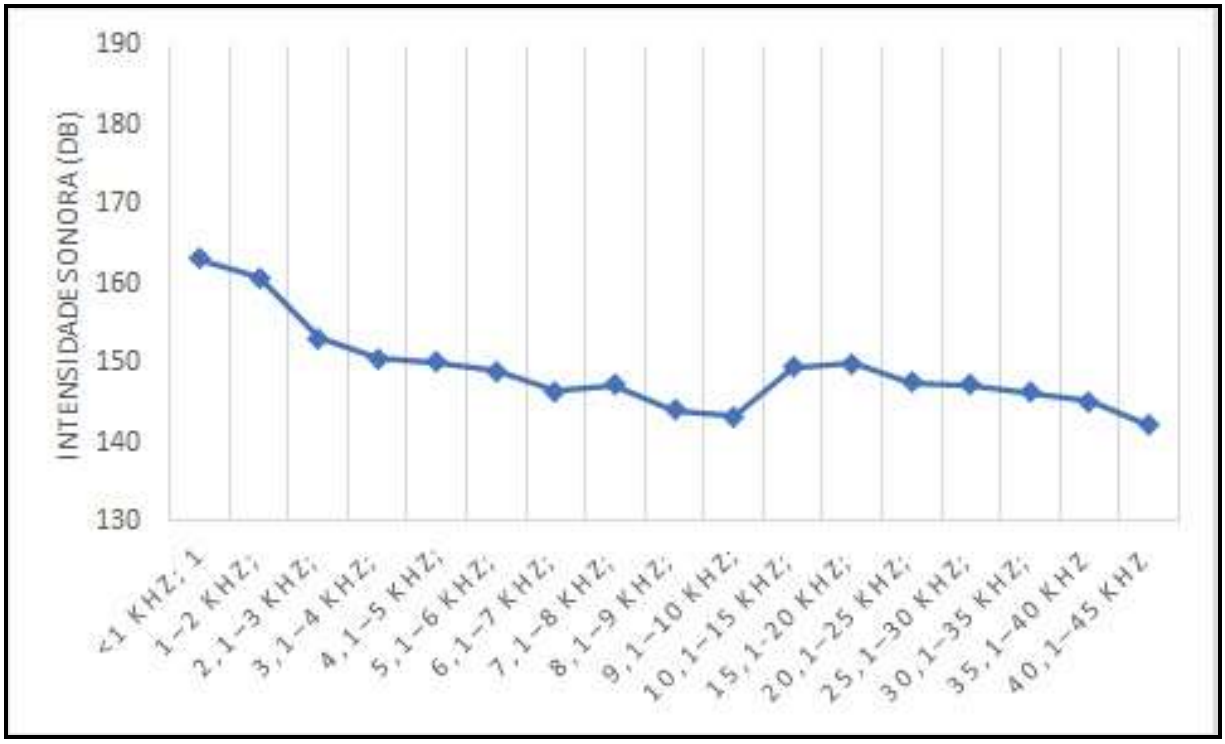


Figura 323: Espectro de frequência no ponto RS04- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

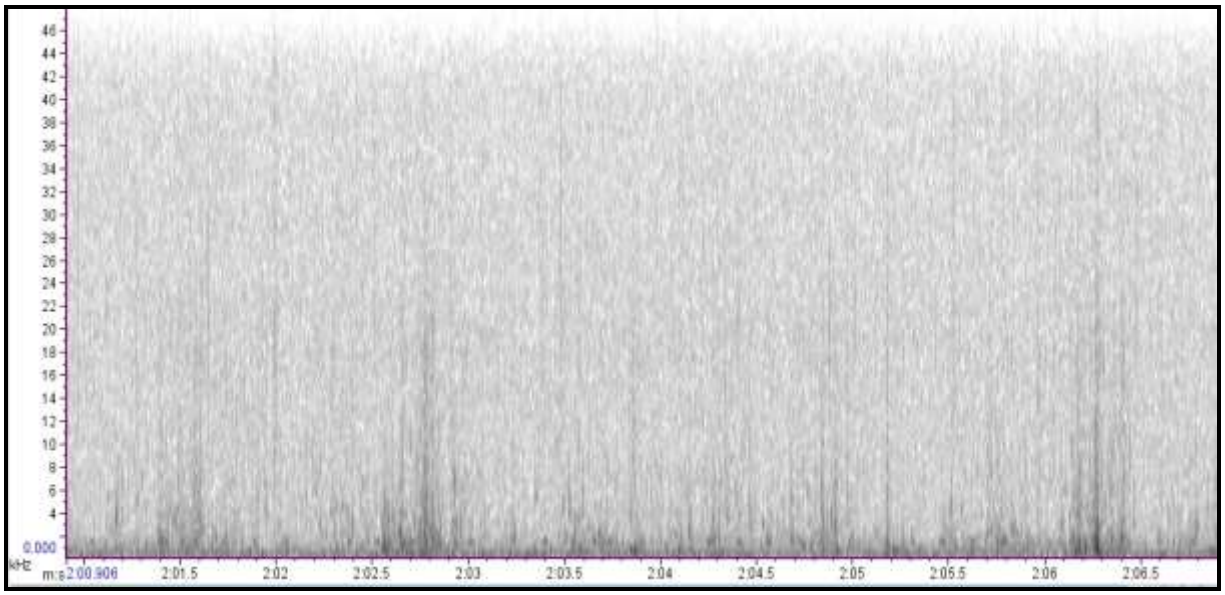


Figura 324: Sonograma do ruído produzido no ponto RS04 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

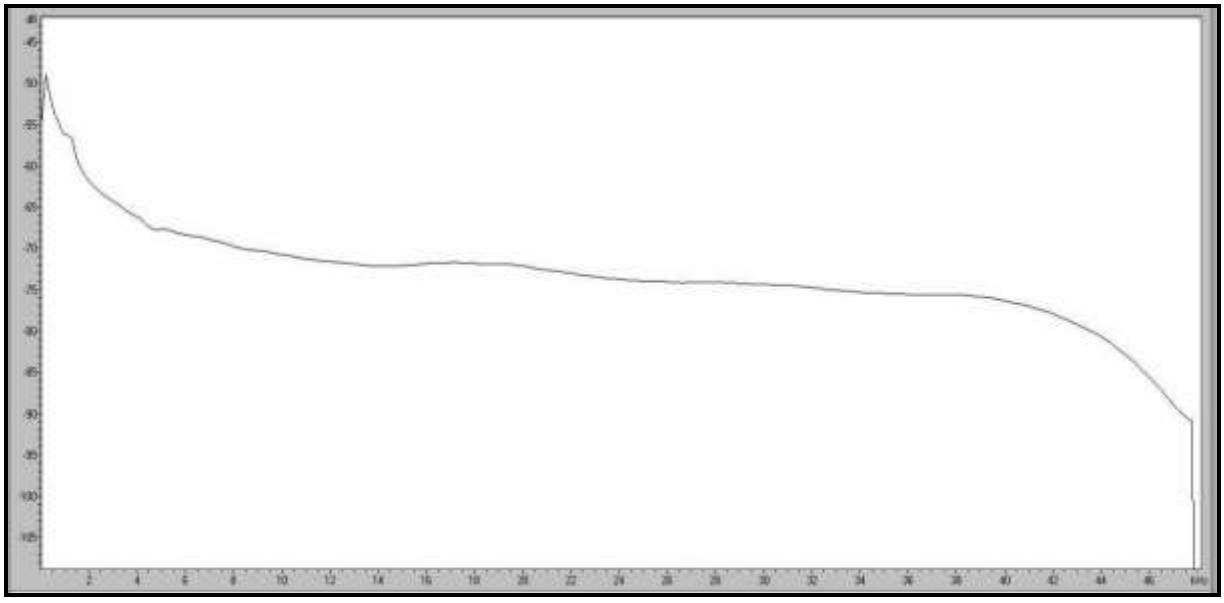


Figura 325: Espectro de frequência no ponto RS04- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

RS05

Para o conjunto de dados coletados do ponto RS05, a intensidade sonora média neste ponto foi de 150,04dB (DP=1,35). Considerando apenas a faixa audível (20 Hz a 20 kHz) a intensidade sonora média neste local foi de 150,6dB (DP=5,55), e considerando apenas a faixa ultrassom, a intensidade sonora média desse local foi de 145,32dB (DP=2,16).

Comparando os valores de ruídos desse ponto por categoria de frequência, nota-se que a categoria até 1kHz, registrou o maior valor de intensidade sonora chegando a 163,2dB.

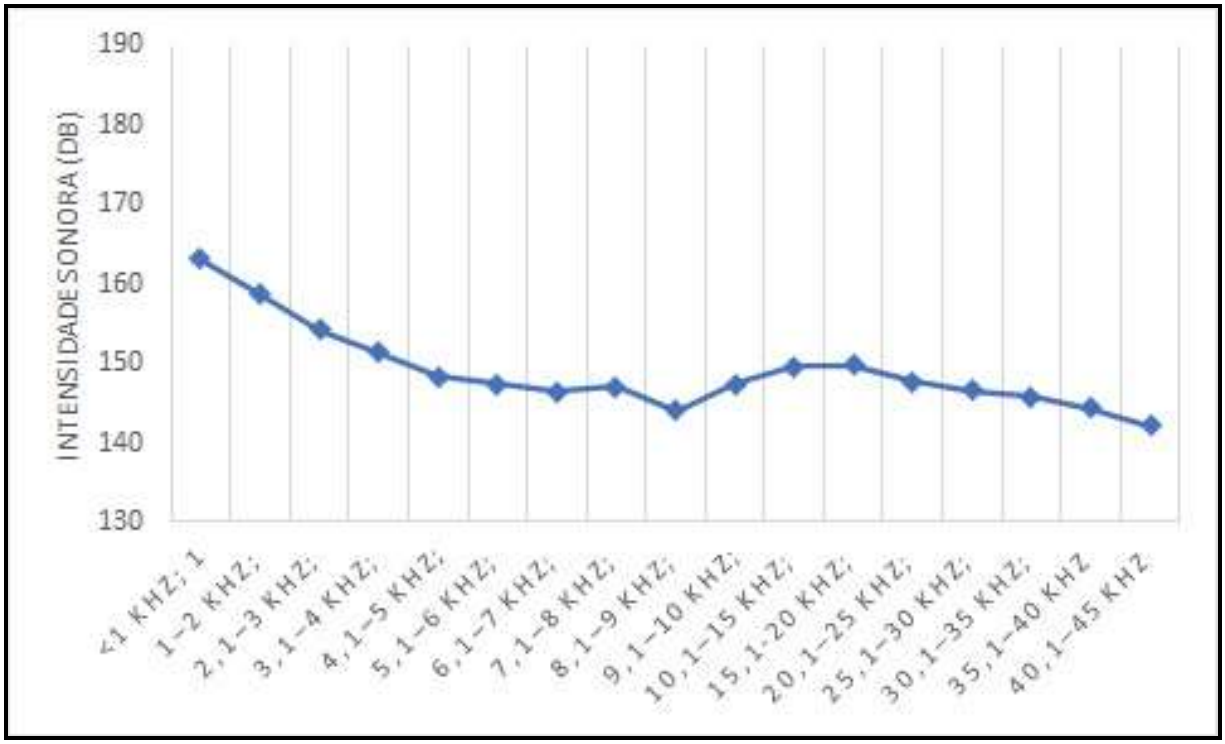


Figura 326: Espectro de frequência no ponto RS05- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

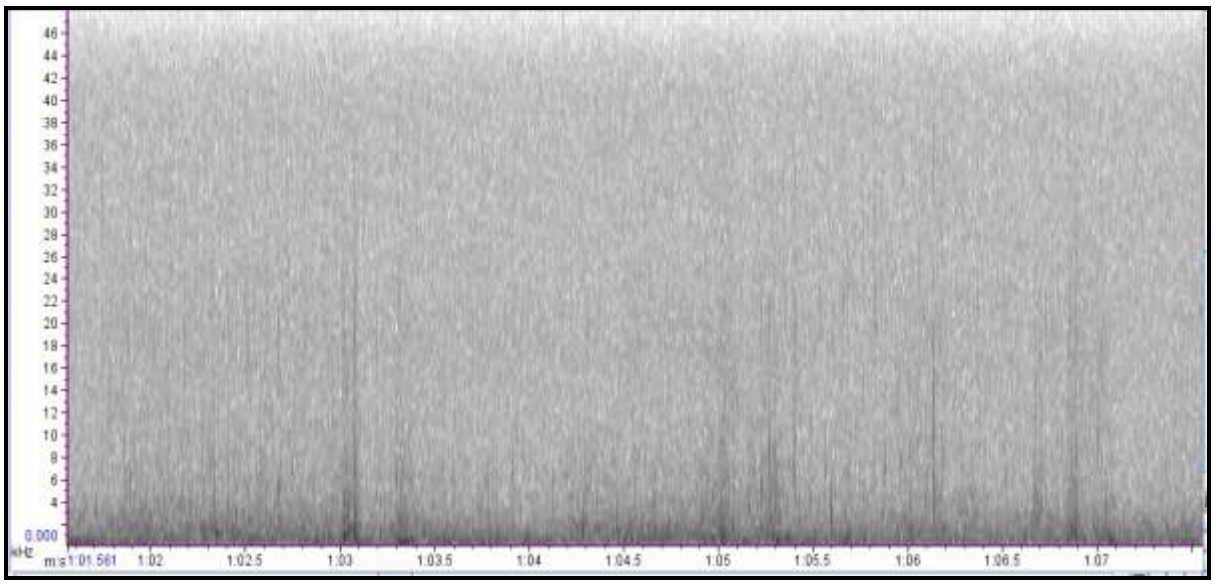


Figura 327: Sonograma do ruído produzido no ponto RS05 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

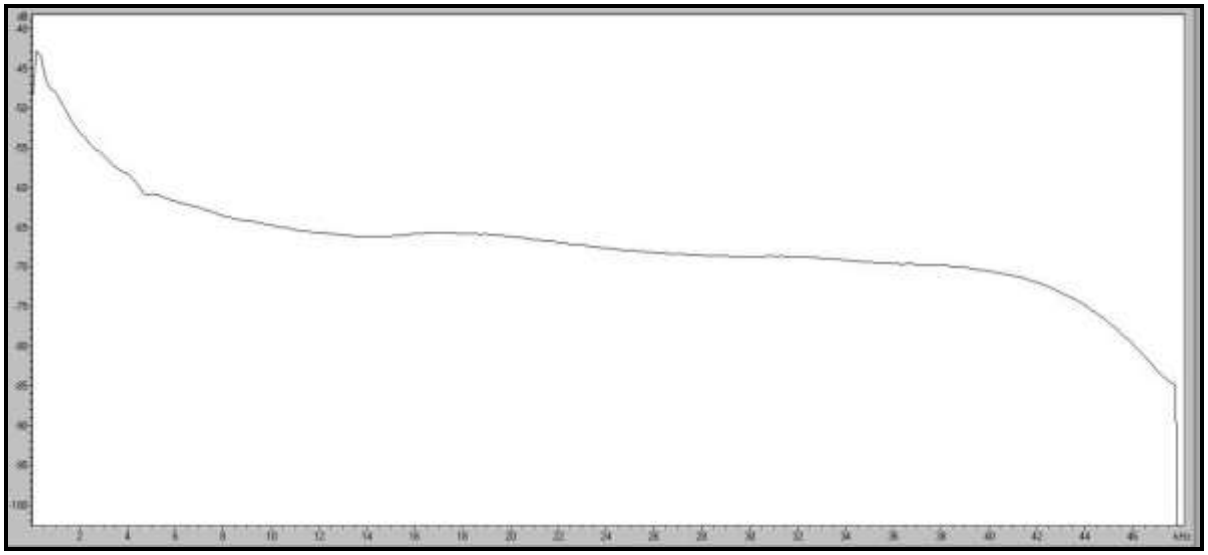


Figura 328: Espectro de frequência no ponto RS05- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

RS06

Para o conjunto de dados coletados do ponto RS06, a intensidade sonora média neste ponto foi de 153,57dB (DP=1,21). Considerando apenas a faixa audível (20 Hz a 20 kHz) a intensidade sonora média neste local foi de 154,81dB (DP=9,94), e considerando apenas a faixa ultrassom, a intensidade sonora média desse local foi de 148,6dB (DP=2,59).

Comparando os valores de ruídos desse ponto por categoria de frequência, nota-se que a categoria até 1kHz, registrou o maior valor de intensidade sonora chegando a 168,2dB. É importante lembrar que nesse ponto foi registrado a presença de embarcações no momento da gravação, o que pode ter contribuído para o aumento do ruído subaquático na região.

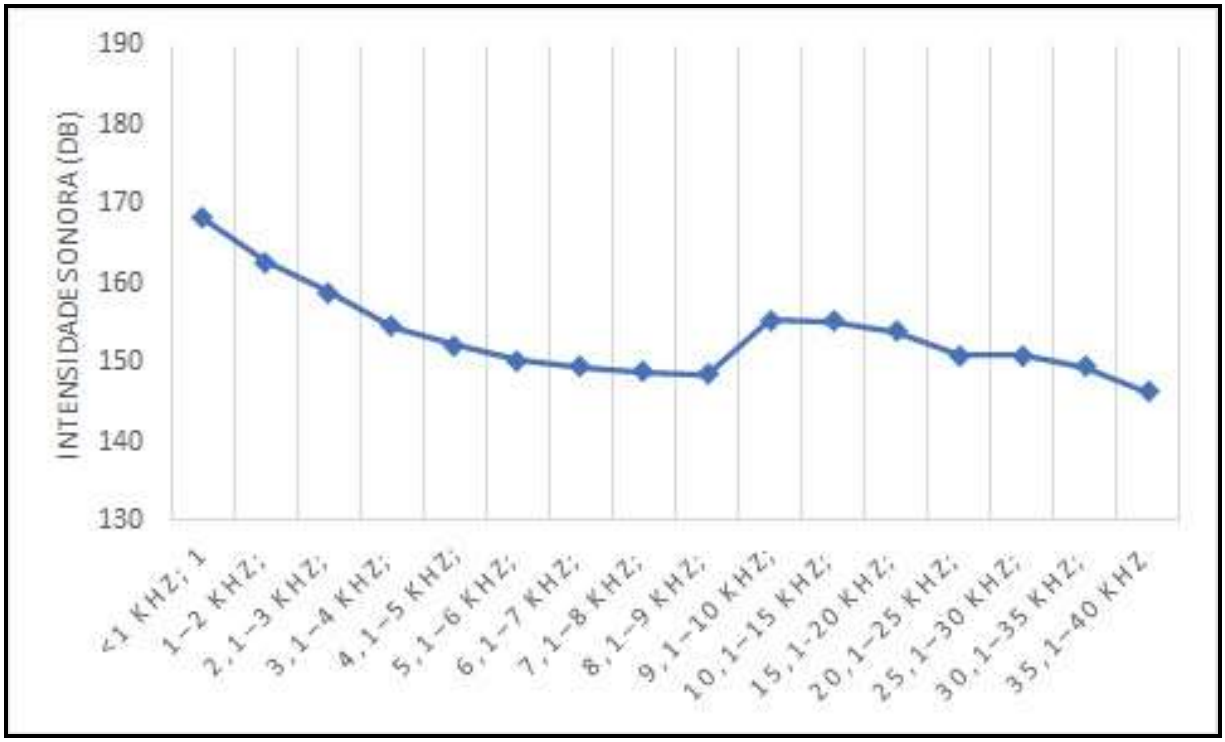


Figura 329: Espectro de frequência no ponto RS06- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

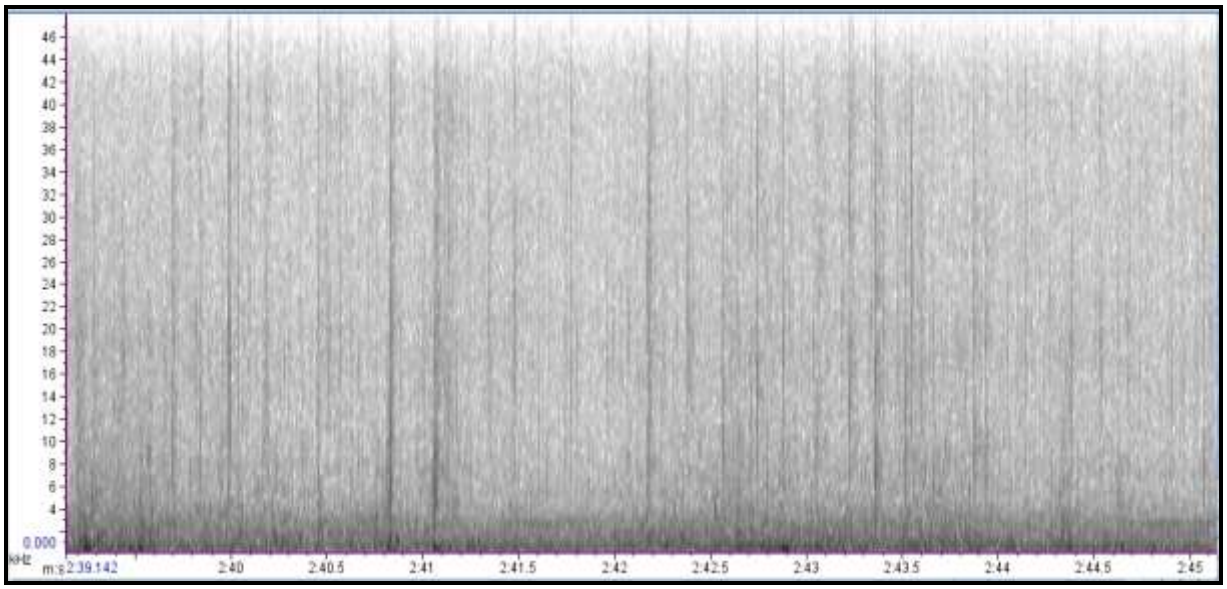


Figura 330: Sonograma do ruído produzido no ponto RS06 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

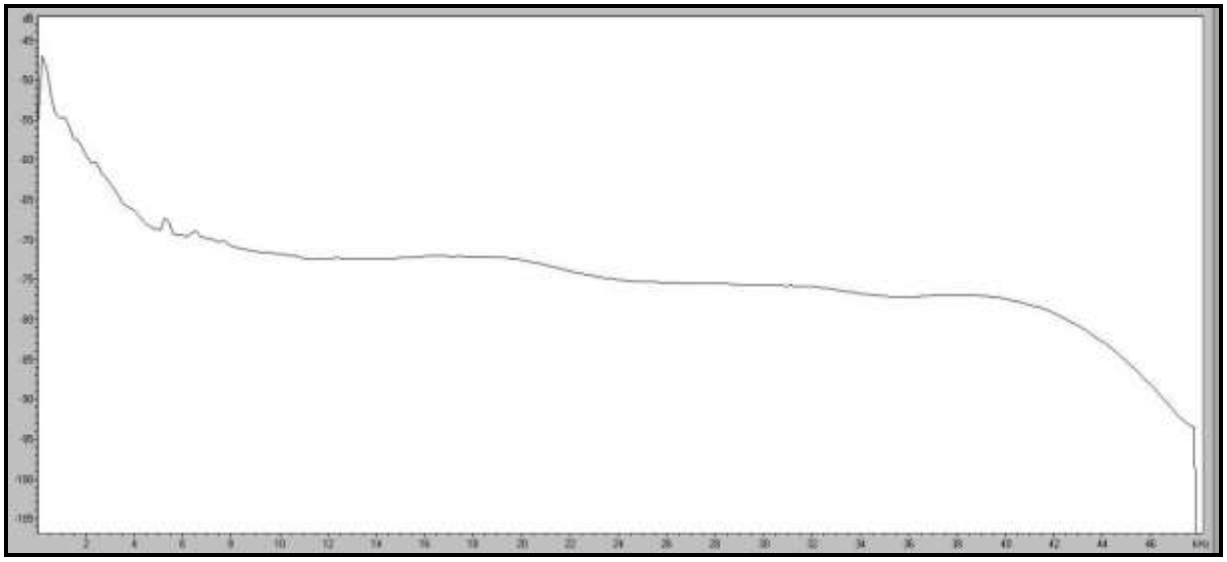


Figura 331: Espectro de frequência no ponto RS06- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

RS07

Para o conjunto de dados coletados do ponto RS07, a intensidade sonora média neste ponto foi de 154,32dB (DP=1,05). Considerando apenas a faixa audível (20 Hz a 20 kHz) a intensidade sonora média neste local foi de 154,38dB (DP=6,8), e considerando apenas a faixa ultrassom, a intensidade sonora média desse local foi de 146,34dB (DP=2,04).

Comparando os valores de ruídos desse ponto por categoria de frequência, nota-se que a categoria até 1kHz, registrou o maior valor de intensidade sonora chegando a 169,1dB. É importante lembrar que nesse ponto foi registrado a presença de embarcações no momento da gravação, o que pode ter contribuído para o aumento do ruído subaquático na região.

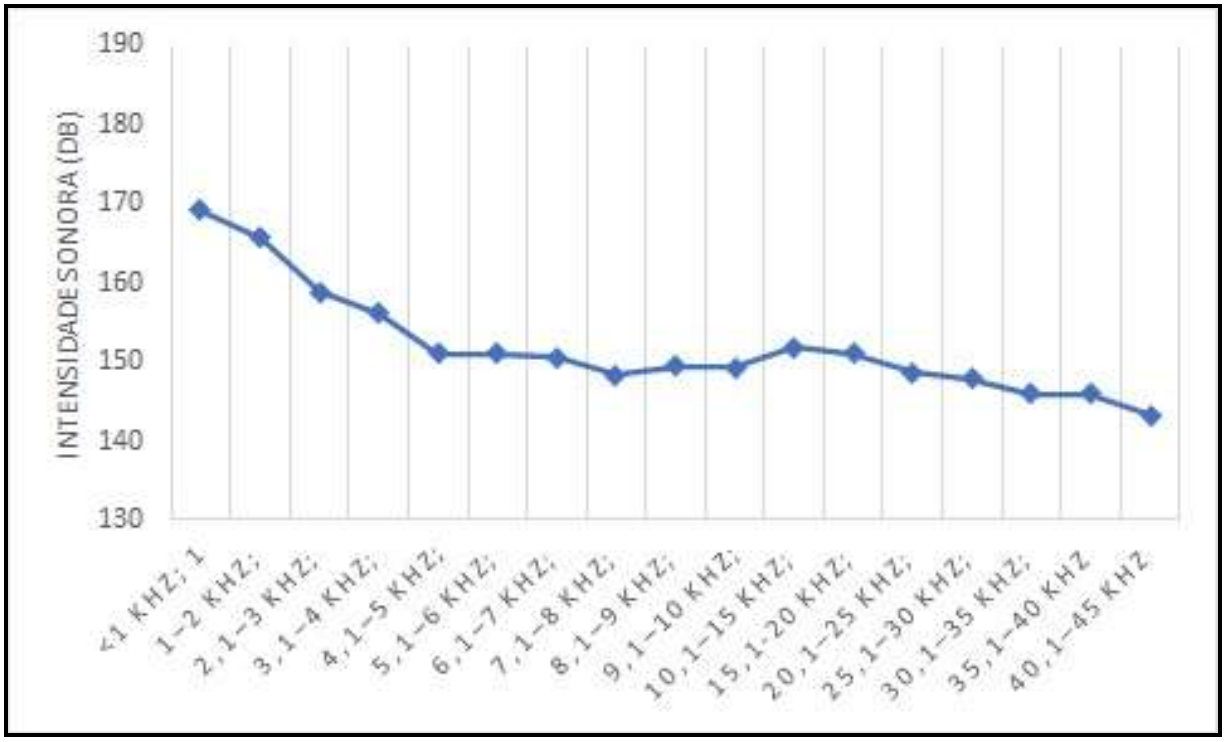


Figura 332: Espectro de frequência no ponto RS07- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

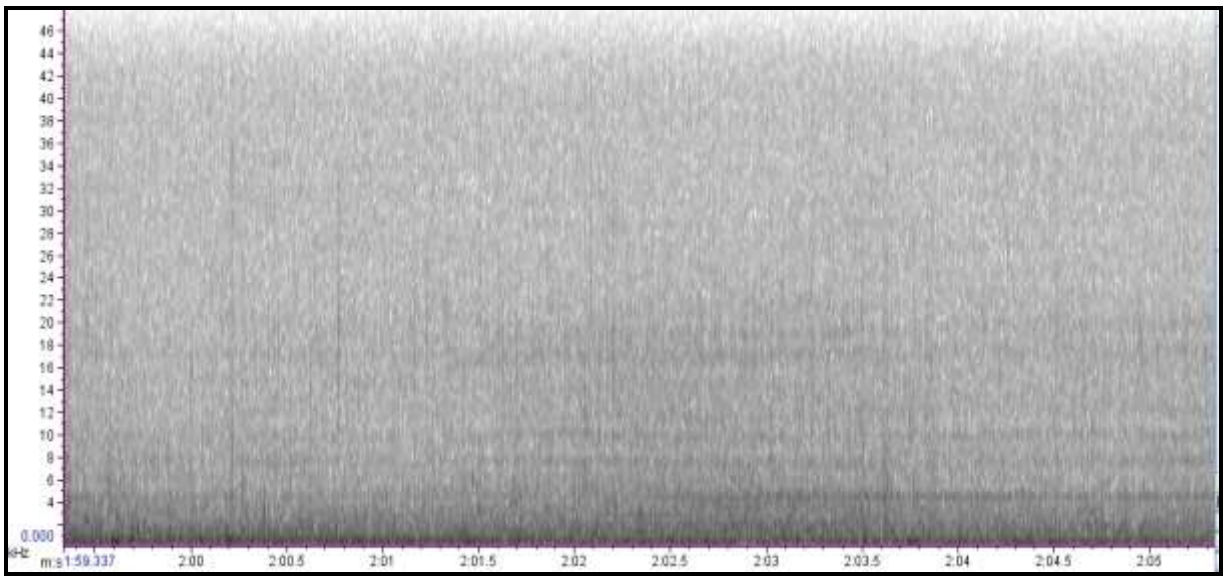


Figura 333: -Sonograma do ruído produzido no ponto RS07 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

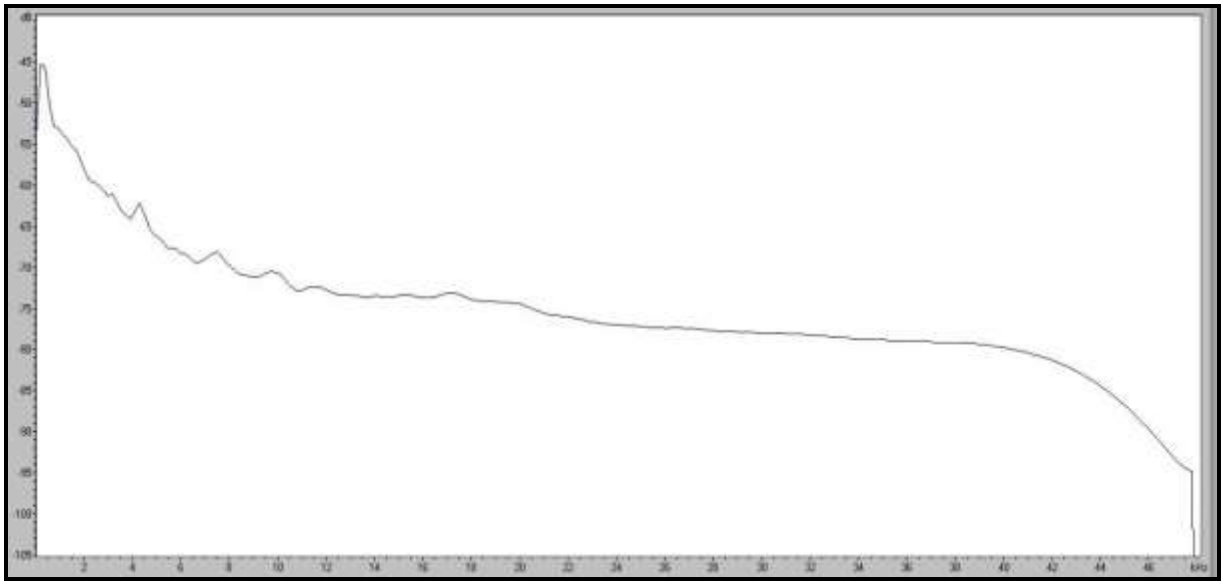


Figura 334: Espectro de frequência no ponto RS07- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

RS08

Para o conjunto de dados coletados do ponto RS02, a intensidade sonora média neste ponto foi de 155,2dB (DP=7,59). Considerando apenas a faixa audível (20 Hz a 20 kHz) a intensidade sonora média neste local foi de 145,98 (DP=4,25), e considerando apenas a faixa ultrassom, a intensidade sonora média desse local foi de 159,24dB (DP=2,50).

Comparando os valores de ruídos desse ponto por categoria de frequência, nota-se que a categoria até 1kHz, registrou o maior valor de intensidade sonora chegando a 170,7dB. É importante lembrar que nesse ponto foi registrado a presença de embarcações no momento da gravação, o que pode ter contribuído para o aumento do ruído subaquático na região.

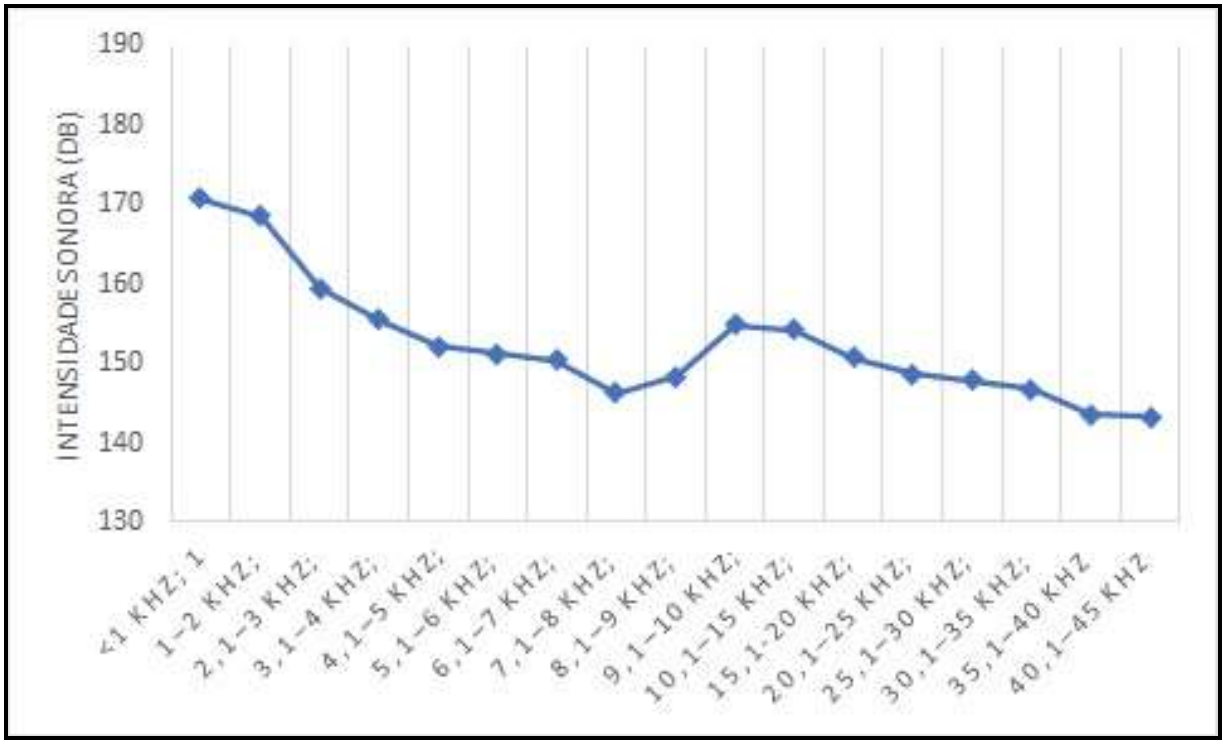


Figura 335: Espectro de frequência no ponto RS08- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

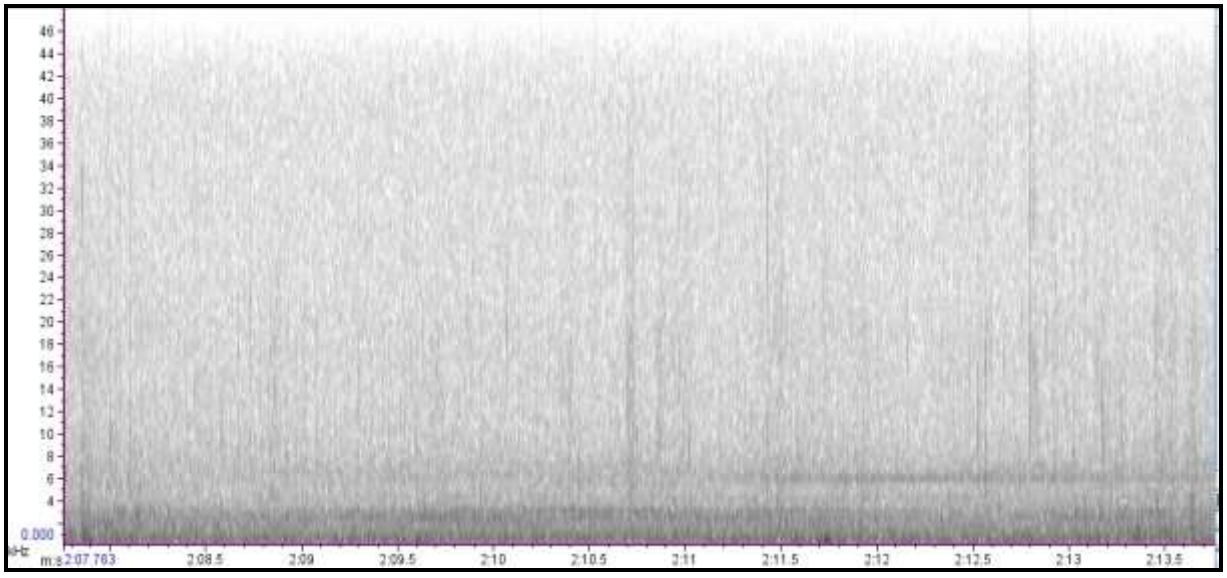


Figura 336: Sonograma do ruído produzido no ponto RS08 - Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

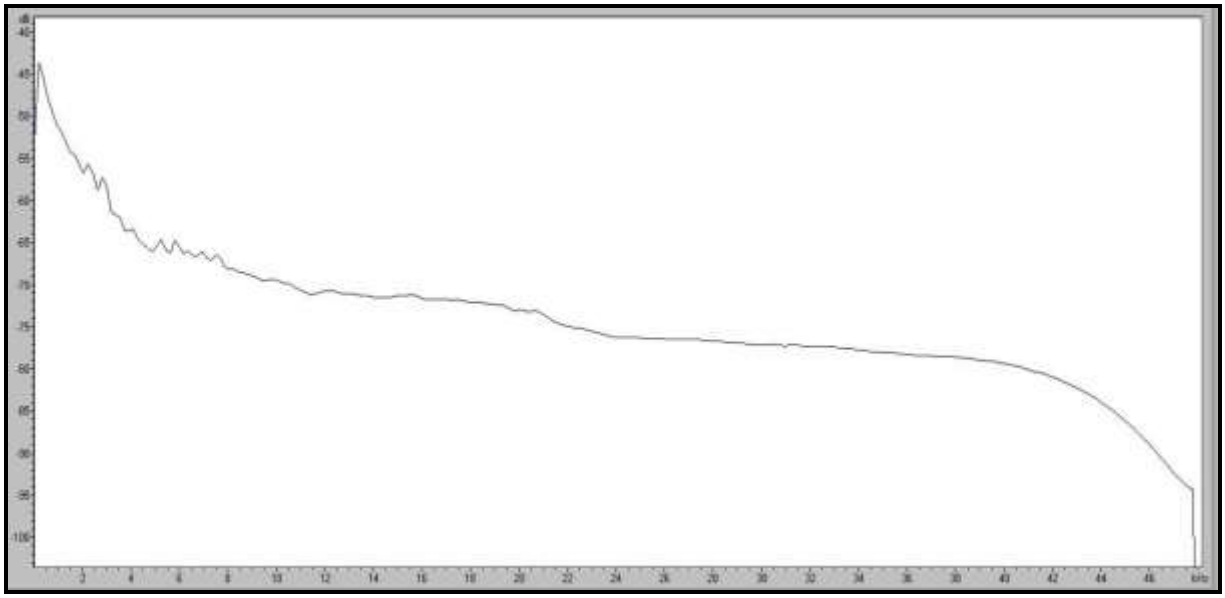


Figura 337: Espectro de frequência no ponto RS08- Diagnóstico dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto Itapema –SC.

Como registrado acima, no ponto RS08 foi encontrado o maior valor de intensidade sonora na faixa até 1kHz, chegando a 170,7dB. Em geral frequências mais baixas apresentam o maior adensamento de ruído sonoro, uma vez que tanto sons naturais quanto os sons de origem antrópica operam na faixa de 1kHz (HILDEBRAND,2009). No ponto RS01 foi encontrado o menor valor de intensidade sonora até 1kHz, com 159dB.

5.10.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS POTENCIAIS IMPACTOS

Devido à tamanha importância sonora, sons antropogênicos podem causar efeitos prejudiciais em diversos animais, entre eles cefalópodes (ANDRÉ *et al*., 2011), répteis (ANDRÉ *eal*., 2011) e principalmente mamíferos, para os quais o som já foi observado como agente estressor (WRIGHT *et al*., 2007). Conforme o relatório Luís A. R. *et al.* (2012) que apresentava valores para zona de perda de audição para a espécie *Tursiops truncatus,* na ordem de 185 dB para frequência de 20 KHz e 193 à frequência de 400 Hz (Tabela 12; Schlund *et al.,* 2000; Finneran *et al.,* 2010; e Mooney *et al.,* 2008 *apud* Luís A. R. *et al.,* 2012).

Os cetáceos têm sofrido considerável pressão ambiental pelas atividades antrópicas, como por exemplo, a pesca, poluição, ruídos, alterações do ambiente, redução dos estoques pesqueiros, movimentação portuária, o turismo desordenado e a perda de habitat (SILVA & BEST, 1996).

WATANABE (2005) na Baía da Babitonga, mediu as alterações dos padrões de assobios em reposta à passagem de embarcações, comparando momentos antes, durante e depois, usando embarcações desconhecidas. ANDRADE, (2010) em estudo na costa do Rio de Janeiro comparou médias de frequência em 3 regiões distintas. Resultados mostraram que na região onde se encontra maior tráfico de embarcações, de diversos tipos, se sobrepondo a área de vida de *S. guianensis*, as médias de frequência foram maiores. DIAS (2007) avaliou os efeitos da poluição sonora no repertorio acústico desta mesma população, concluindo que sob a interferência de ruídos de embarcação a motor, a espécie emite assobios bem mais longos. Concluiu também que a baía apresenta diversas fontes de poluição sonora que exercem grande incremento de ruído no ambiente acústico do estuário, e *S. guianensis* é sensível à perturbação causada pela passagem de embarcações.

A poluição acústica possui uma relevância especial em habitats onde estão presentes os cetáceos, pois para estes a audição é um canal perceptivo fundamental (WEILGART, 2007). De acordo com a convenção das Nações Unidas sobre os direitos do mar, a poluição do meio marinho é: “A introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou de energia no meio marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e à vida marinha, riscos à saúde do homem, entrave às atividades marítimas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização, e deterioração dos locais de recreio”.

Níveis máximos de ruído substancialmente mais elevados foram já obtidos para outros estuários. Santos (1998) registrou níveis máximos na ordem dos 130 dB re 1 µPa, e o relatório de monitorização ambiental relativo ao ano de 2010 (IMAR, 2010) refere níveis máximos na ordem dos 170 dB re 1 µPa. São inúmeras as fontes responsáveis pelo ruído subaquático, entre elas o tráfico de embarcações se

encontra como a principal produtora desse ruído. Santos, 2012 em um trabalho realizado no Sado, registrou variáveis numéricas de diversas embarcações. Para os rebocadores, os valores presentes em estudos (Kipple & Gabriele, 2003; Bahtiarian, 2006; Bowles *et al*, 2007), no que diz respeito às frequências dominantes (<1 kHz) e também a valores máximos de pressão sonora são estimados na fonte entre 145 e 166 dB re 1 µPa. Considerando as embarcações de transporte de passageiros (Ferry e Catamarã), verificou-se que os níveis de pressão sonora máximos são atingidos em velocidade de cruzeiro, durante a travessia (138 e 141 dB re 1 µPa, respetivamente). Estes valores máximos são semelhantes às estimativas realizadas pelo IMAR (2010), no qual o valor máximo estimado na fonte para a embarcação "Ferry" foi de 139 dB re 1 µPa, e para a embarcação "Catamarã" foi de 141 dB re 1 µPa. As embarcações de pesca foram consideradas as tipologias Traineira e Motor de popa. Para as Traineiras, os valores registrados no estuário do Sado estão abaixo dos valores referenciados por outros autores, quer ao nível da pressão sonora (máximo registado – 146 dB re 1 µPa), quer ao nível da frequência dominante (400Hz) (Kipple & Gabriele, 2003; Seppänen & Nieminem, 2004). Para as embarcações de recreio (com motor interno e semirrígidos), os valores registrados no Sado foram inferiores aos descritos por outros autores para estas tipologias de embarcação (Richardson *et al.*, 1995; Erbe, 2002; Amoser *et al*., 2004; Kipple & Gabriel, 2004; Blackwell & Greene, 2005; Miksis-Olds *et al*., 2007). De fato, os valores de pressão sonora máximos foram de 140 e 132 dB re 1 µPa, respectivamente, muito abaixo do intervalo referenciado para embarcações de recreio (entre 160 e 175 dB re 1 µPa). O tráfego marítimo tem sido apontado como responsável por diversas alterações comportamentais em cetáceos, tais como: o aumento do tempo de apneia, alteração dos padrões de atividades, diminuição do tempo de permanência em áreas vitais, alteração nos padrões de comunicação vocal dos indivíduos (e.g. Richardson *et al*., 1995; Nowacek *et al*., 2001; Goodwin *et al.*, 2004; Lusseau, 2005, Mattson *et al*., 2005).

Eventos de alta intensidade e curta duração tais como, levantamentos sísmicos e estaqueamento, têm demandado mais atenção pela possibilidade de causarem danos físicos e perda de sensibilidade auditiva em mamíferos marinhos (BAILEY et al., 2010), inclusive, Fernández et al. (2005) relacionaram ruídos intensos com

encalhes. Em regiões costeiras, a presença humana domina a variação do ruído subaquático (CLARCK et al., 2009; HATCH et al., 2008; HILDEBRAND, 2009). Muitos cetáceos, devido às suas necessidades fisiológicas, permanecem em águas com elevado grau de perturbação sonora, pois dependem destes lugares para a manutenção de suas atividades, o que evidência a importância destas áreas para as populações (RICHARDSON et al., 1995). Contudo, este comportamento não significa a ausência de impactos à espécie associados ao aumento no nível de ruídos. Os animais podem desenvolver a capacidade de alterar suas vocalizações com a intenção de se comunicar acima do nível do ruído que se encontra no ambiente (TYACK et al., 2008).

Os ruídos antropogênicos subaquáticos podem gerar três efeitos principais sobre este grupo: (a) mascaramento; (b) mudanças comportamentais; e (c) perda temporária ou permanente da audição (RICHARDSON, 1995, WODA, 2013). O primeiro efeito acontece quando o ruído é de uma intensidade que impede os animais de se comunicarem eficientemente. A segunda é quando os animais se comportam de um modo diferente do que se comportariam quando o ruído não está presente (BRITTO, 2009). E a última é quando os níveis sonoros são de tal intensidade que geram efeitos fisiológicos, alterando a capacidade do animal de perceber sons. Quando estas mudanças são reversíveis, os efeitos tendem a desaparecer após a remoção da fonte sonora, e quando são irreversíveis, as alterações são permanentes (RICHARDSON, 1995). As consequências da pressão e das frequências do ruído subaquático intenso para esses animais, ainda não foi estudada sistematicamente, podendo ter pouca compreensão dos possíveis efeitos sobre as estratégias empregadas por *S.guianensis* para evitar o mascaramento acústico.

Uma vez que tanto sons naturais quanto os sons de origem antrópica operam na faixa de 1kHz (HILDEBRAND,2009). Mamíferos marinhos, especialmente cetáceos, utilizam uma ampla faixa de frequência acústica - menores para baleias e maiores para os golfinhos – o que pode facilmente coincidir com sons antropogênicos (NOWACEK et al., 2007) gerando, portanto, impactos.

Os impactos de ruídos subaquáticos são mais conhecidos para os mamíferos, porém, como há variação na intensidade, fonte e duração dos ruídos a mensuração dos impactos se torna difícil (MERCHANT et al., 2014). Além disso, como uma maior e mais frequente exposição ao som é algo recente, das últimas décadas, algumas espécies vivenciaram as ocorrências de fortes ruídos em apenas uma geração (WRIGHT et al., 2007). Aumentar a intensidade do sinal produzido em resposta do meio acústico é conhecido como uma reação chamada Efeito Lombard, observada em diversos animais inclusive, seres humanos. Em odontocetos observado em belugas (SCHEIFELE et al., 2005) e orcas (HOLT; NOREN; EMMONS, 2011).

A região analisada durante a coleta de dados apresentou o registro de tráfego de embarcações na maioria dos pontos, o que pode ter contribuído para os valores elevados de ruído subaquático na região.

5.10.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DEMAIS POTENCIAIS IMPACTOS

As ameaças antrópicas ao meio ambiente nem sempre são processos que ocorrem separadamente, sendo complicado, inclusive, ordená-los em tópicos, por serem processos complexos, frequentemente interligados e inter-relacionados. Tais processos ainda podem sofrer sinergia ao ocorrerem simultaneamente ou serem consequência do outro. Por exemplo, o aumento do tráfego de embarcações, seja de pesca ou de turismo, pode ao mesmo tempo interferir no comportamento e deslocamento dos mamíferos aquáticos, provocar colisões, causar poluição sonora e poluição química, com o derramamento de substâncias tóxicas e lixo no mar.

A dragagem é uma atividade necessária para a implantação e operação de empreendimentos portuários, terminais, estaleiros e para acessos de embarcações às áreas abrigadas, podendo gerar diversos impactos negativos aos cetáceos e quelônios, como, por exemplo, remoção da fauna bentônica utilizada como alimento pelas tartarugas, afugentamento dos animais devido a ruídos ou risco de soterramento na área de bota-fora do material dragado, alterações na profundidade,

na turbidez da água e modificação dos micro habitats da região, alterando a cadeia trófica local.

Contudo, notadamente para os quelônios, os principais efeitos negativos, observados em portos brasileiros e na literatura internacional, têm sido a morte direta por traumas e lesões causadas pelas estruturas de sucção do sedimento dragado (Dickerson et al., 1991; Banks & Alexander, 1994; Dickerson et al., 2004; Fitzpatrick et al., 2006; Goldberg et al., 2015).

Durante as atividades de dragagem, o movimento do equipamento que faz contato com o fundo (cabeça da draga), nem sempre é perceptível pelos animais, colocando em risco principalmente as tartarugas marinhas, que podem ser sugadas juntamente com o sedimento, notadamente em áreas onde os animais são mais abundantes (Dickerson et al., 1991; Banks & Alexander, 1994; Dickerson et al., 2004; Fitzpatrick et al., 2006).

Considerando o acima exposto torna-se indispensável a continuidade do monitoramento de cetáceos, quelônios e dos ruídos subaquáticos na região durante as obras.

5.11 CARACTERIZAÇÃO BIOTA AQUÁTICA – ENSEADA DE ITAPEMA

A elaboração do presente diagnóstico foi de responsabilidade técnica da empresa ASTROMAR ASSESSORIA AMBIENTAL. O relatório completo e consolidado, com campanhas realizadas em 2022 e 2024, pode ser verificado junto ao processo de licenciamento ambiental.

A malha amostral definida para a avaliação da biota aquática compreende um total de 10 pontos para monitoramento de invertebrados bentônicos (macrofauna bentônica), ictiofauna, carcinofauna, zooplâncton e fitoplâncton na porção infralitoral e 4 pontos amostrais para monitoramento de invertebrados bentônicos na porção praial (Figura 338).



Figura 338: Mapa da área de estudo com a localização dos pontos amostrais. Os pontos em azul foram coletadas amostras de macrofauna bentônica, ictiofauna/carcinofauna, zooplâncton e fitoplâncton. Os pontos em amarelo localizados no ambiente praial foram coletadas amostras de macrofauna bentônica.

A descrição dos pontos amostrais, coordenadas geográficas, localização, grupos da biota aquática coletados, metodologia de coleta aplicada e número de amostras coletadas encontram-se na Tabela 62.

Tabela 62: Pontos amostrais, coordenadas geográficas, localização, grupos da biota coletados, metodologia e número de amostras.

Ponto Amostral	Latitude	Longitude	Grupos Coletados	Justificativa	Observação	Metodologia
#P1	-27 06' 12,68724''	-48 36' 45,11005''	Macrofauna Bentônica Praial	Ambiente praial a norte da área de engordamento. Poderá ser utilizada como área controle.	O grupo bentônico sofre influência direta no ambiente arenoso por estar diretamente ligado a ele. Neste ponto não é esperada alteração significativa para este grupo.	MACROFAUNA BENTÔNICA PRAIAL: Coletada em triplicata nos estratos seco e molhado, com auxílio de um corer de área 0,04m².
#P2	-27 07' 14,85709''	-48 36' 17,16990''	Macrofauna Bentônica Praial	Ambiente praial na área de engordamento. Sofrerá impactos diretos da atividade.	O grupo bentônico sofre influência direta no ambiente arenoso por estar diretamente ligado a ele. Neste ponto é esperada alteração significativa para este grupo, podendo ser momentânea ou permanente, a depender de fatores físico-químicos que atuarão durante e após o engordamento.	MACROFAUNA BENTÔNICA PRAIAL: Coletada em triplicata nos estratos seco e molhado, com auxílio de um corer de área 0,04m².
#P3	-27 08' 09,24847''	-48 35' 35,42216''	Macrofauna Bentônica Praial	Ambiente praial na área de engordamento. Sofrerá impactos diretos da atividade.	O grupo bentônico sofre influência direta no ambiente arenoso por estar diretamente ligado a ele. Neste ponto é esperada alteração significativa para este grupo, podendo ser momentânea ou permanente, a depender de fatores físico-químicos que atuarão durante e após o engordamento.	MACROFAUNA BENTÔNICA PRAIAL: Coletada em triplicata nos estratos seco e molhado, com auxílio de um corer de área 0,04m².
#P4	-27 08' 53,20647''	-48 34' 41,92154''	Macrofauna Bentônica Praial	Ambiente praial a sul da área de engordamento. Poderá ser utilizada como área controle.	O grupo bentônico sofre influência direta no ambiente arenoso por estar diretamente ligado a ele. Neste ponto não é esperada alteração significativa para este grupo.	MACROFAUNA BENTÔNICA PRAIAL: Coletada em triplicata nos estratos seco e molhado, com auxílio de um corer de área 0,04m².

Ponto Amostral	Latitude	Longitude	Grupos Coletados	Justificativa	Observação	Metodologia
#I1	-27 06' 03,36943''	-48 36' 30,24133''	Macrofauna Bentônica, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiofauna e Carcinofauna	Ambiente infralitoral a norte do engordamento. Distanciado 500 metros da praia. Fora da área de influência do engordamento.	Os grupos biológicos estudados não devem sofrer alterações em curto prazo durante o engordamento. O ponto pode servir como controle. Alterações podem ocorrer a depender da permanência de modificações físico-químicas no ambiente.	ICTIOFAUNA e CARCINOFAUNA: Coletada com rede de arrasto de fundo com dimensões aproximadas de abertura de boca de até 15 metros e malha do ensacador de 2cm entrenós opostos arrastada por 5 minutos. MACROFAUNA BENTÔNICA: Coletada em triplicata com auxílio de draga Van-Veen de área 0,04m², lançada de embarcação. ZOOPLÂNCTON: Coletado com auxílio de rede de plâncton de 200µm e fluxômetro arrastada em subsuperfície por 2 minutos. FITOPLÂNCTON: Coletada com auxílio de rede de plâncton de 20µm arrastada em subsuperfície por 2 minutos e coleta direta com garrafa ambar de 250ml em subsuperfície
#I2	-27 07' 00,01819''	-48 36' 05,86939''	Macrofauna Bentônica, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiofauna e Carcinofauna	Ambiente infralitoral em frente a área de engordamento. Distanciado 500 metros da praia. Dentro da área de influência do engordamento.	Os grupos biológicos estudados devem sofrer alterações em curto prazo devido a proximidade com a praia. Organismos bentônicos podem ser os principais afetados. Ictiofauna e plâncton podem sofrer alterações de curto prazo durante o engordamento.	ICTIOFAUNA e CARCINOFAUNA: Coletada com rede de arrasto de fundo com dimensões aproximadas de abertura de boca de até 15 metros e malha do ensacador de 2cm entrenós opostos arrastada por 5 minutos. MACROFAUNA BENTÔNICA: Coletada em triplicata com auxílio de draga Van-Veen de área 0,04m², lançada de embarcação. ZOOPLÂNCTON: Coletado com auxílio de rede de plâncton de 200µm e fluxômetro arrastada em subsuperfície por 2 minutos. FITOPLÂNCTON: Coletada com auxílio de rede de plâncton de 20µm arrastada em subsuperfície por 2 minutos e coleta direta com garrafa ambar de 250ml em subsuperfície
#I3	-27 07' 49,48120''	-48 35' 29,99639''	Macrofauna Bentônica, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiofauna e Carcinofauna	Ambiente infralitoral em frente a área de engordamento. Distanciado 500 metros da praia. Dentro da área de influência do engordamento.	Os grupos biológicos estudados devem sofrer alterações em curto prazo devido a proximidade com a praia. Organismos bentônicos podem ser os principais afetados. Ictiofauna e plâncton podem sofrer alterações de curto prazo durante o engordamento.	ICTIOFAUNA e CARCINOFAUNA: Coletada com rede de arrasto de fundo com dimensões aproximadas de abertura de boca de até 15 metros e malha do ensacador de 2cm entrenós opostos arrastada por 5 minutos. MACROFAUNA BENTÔNICA: Coletada em triplicata com auxílio de draga Van-Veen de área 0,04m², lançada de embarcação. ZOOPLÂNCTON: Coletado com auxílio de rede de plâncton de 200µm e fluxômetro arrastada em subsuperfície por 2 minutos. FITOPLÂNCTON: Coletada com auxílio de rede de plâncton de 20µm arrastada em subsuperfície por 2 minutos e coleta direta com garrafa ambar de 250ml em subsuperfície

Ponto Amostral	Latitude	Longitude	Grupos Coletados	Justificativa	Observação	Metodologia
#I4	-27 08' 32,80881''	-48 34' 44,38444''	Macrofauna Bentônica, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiofauna e Carcinofauna	Ambiente infralitoral em frente a área de engordamento. Distanciado 500 metros da praia. Dentro da área de influência do engordamento.	Os grupos biológicos estudados devem sofrer alterações em curto prazo devido a proximidade com a praia. Organismos bentônicos podem ser os principais afetados. Ictiofauna e plâncton podem sofrer alterações de curto prazo durante o engordamento.	ICTIOFAUNA e CARCINOFAUNA: Coletada com rede de arrasto de fundo com dimensões aproximadas de abertura de boca de até 15 metros e malha do ensacador de 2cm entrenós opostos arrastada por 5 minutos. MACROFAUNA BENTÔNICA: Coletada em triplicata com auxílio de draga Van-Veen de área 0,04m², lançada de embarcação. ZOOPLÂNCTON: Coletado com auxílio de rede de plâncton de 200µm e fluxômetro arrastada em subsuperfície por 2 minutos. FITOPLÂNCTON: Coletada com auxílio de rede de plâncton de 20µm arrastada em subsuperfície por 2 minutos e coleta direta com garrafa ambar de 250ml em subsuperfície
#I5	-27 09' 06,97498''	-48 33' 43,96730''	Macrofauna Bentônica, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiofauna e Carcinofauna	Ambiente infralitoral a sul do engordamento. Distanciado 500 metros da praia. Fora da área de influência do engordamento.	Os grupos biológicos estudados não devem sofrer alterações em curto prazo durante o engordamento. O ponto pode servir como controle. Alterações podem ocorrer a depender da permanência de modificações físico-químicas no ambiente.	ICTIOFAUNA e CARCINOFAUNA: Coletada com rede de arrasto de fundo com dimensões aproximadas de abertura de boca de até 15 metros e malha do ensacador de 2cm entrenós opostos arrastada por 5 minutos. MACROFAUNA BENTÔNICA: Coletada em triplicata com auxílio de draga Van-Veen de área 0,04m², lançada de embarcação. ZOOPLÂNCTON: Coletado com auxílio de rede de plâncton de 200µm e fluxômetro arrastada em subsuperfície por 2 minutos. FITOPLÂNCTON: Coletada com auxílio de rede de plâncton de 20µm arrastada em subsuperfície por 2 minutos e coleta direta com garrafa ambar de 250ml em subsuperfície
#I6	-27 05' 35,41334''	-48 35' 45,63926''	Macrofauna Bentônica, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiofauna e Carcinofauna	Ambiente infralitoral a norte do engordamento. Distanciado 2000 metros da praia. Fora da área de influência do engordamento.	Os grupos biológicos estudados não devem sofrer alterações em curto prazo durante o engordamento. O ponto pode servir como controle. Alterações podem ocorrer a depender da permanência de modificações físico-químicas no ambiente.	ICTIOFAUNA e CARCINOFAUNA: Coletada com rede de arrasto de fundo com dimensões aproximadas de abertura de boca de até 15 metros e malha do ensacador de 2cm entrenós opostos arrastada por 5 minutos. MACROFAUNA BENTÔNICA: Coletada em triplicata com auxílio de draga Van-Veen de área 0,04m², lançada de embarcação. ZOOPLÂNCTON: Coletado com auxílio de rede de plâncton de 200µm e fluxômetro arrastada em subsuperfície por 2 minutos. FITOPLÂNCTON: Coletada com auxílio de rede de plâncton de 20µm arrastada em subsuperfície por 2 minutos e coleta direta com garrafa ambar de 250ml em subsuperfície

Ponto Amostral	Latitude	Longitude	Grupos Coletados	Justificativa	Observação	Metodologia
#I7	-27 06' 32,06216''	-48 35' 21,26109''	Macrofauna Bentônica, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiofauna e Carcinofauna	Ambiente infralitoral em frente a área de engordamento. Distanciado 2000 metros da praia. Dentro da área de influência do engordamento.	Os grupos biológicos estudados podem sofrer algum tipo de alteração em curto prazo, porém não é esperado devido a distância com a praia. Alterações podem ocorrer a depender da permanência de modificações físico-químicas no ambiente.	ICTIOFAUNA e CARCINOFAUNA: Coletada com rede de arrasto de fundo com dimensões aproximadas de abertura de boca de até 15 metros e malha do ensacador de 2cm entrenós opostos arrastada por 5 minutos. MACROFAUNA BENTÔNICA: Coletada em triplicata com auxílio de draga Van-Veen de área 0,04m², lançada de embarcação. ZOOPLÂNCTON: Coletado com auxílio de rede de plâncton de 200µm e fluxômetro arrastada em subsuperfície por 2 minutos. FITOPLÂNCTON: Coletada com auxílio de rede de plâncton de 20µm arrastada em subsuperfície por 2 minutos e coleta direta com garrafa ambar de 250ml em subsuperfície
#I8	-27 07' 21,52523''	-48 34' 45,38264''	Macrofauna Bentônica, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiofauna e Carcinofauna	Ambiente infralitoral em frente a área de engordamento. Distanciado 2000 metros da praia. Dentro da área de influência do engordamento.	Os grupos biológicos estudados podem sofrer algum tipo de alteração em curto prazo, porém não é esperado devido a distância com a praia. Alterações podem ocorrer a depender da permanência de modificações físico-químicas no ambiente.	ICTIOFAUNA e CARCINOFAUNA: Coletada com rede de arrasto de fundo com dimensões aproximadas de abertura de boca de até 15 metros e malha do ensacador de 2cm entrenós opostos arrastada por 5 minutos. MACROFAUNA BENTÔNICA: Coletada em triplicata com auxílio de draga Van-Veen de área 0,04m², lançada de embarcação. ZOOPLÂNCTON: Coletado com auxílio de rede de plâncton de 200µm e fluxômetro arrastada em subsuperfície por 2 minutos. FITOPLÂNCTON: Coletada com auxílio de rede de plâncton de 20µm arrastada em subsuperfície por 2 minutos e coleta direta com garrafa ambar de 250ml em subsuperfície
#I9	-27 08' 04,85288''	-48 33' 59,76591''	Macrofauna Bentônica, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiofauna e Carcinofauna	Ambiente infralitoral em frente a área de engordamento. Distanciado 2000 metros da praia. Dentro da área de influência do engordamento.	Os grupos biológicos estudados podem sofrer algum tipo de alteração em curto prazo, porém não é esperado devido a distância com a praia. Alterações podem ocorrer a depender da permanência de modificações físico-químicas no ambiente.	ICTIOFAUNA e CARCINOFAUNA: Coletada com rede de arrasto de fundo com dimensões aproximadas de abertura de boca de até 15 metros e malha do ensacador de 2cm entrenós opostos arrastada por 5 minutos. MACROFAUNA BENTÔNICA: Coletada em triplicata com auxílio de draga Van-Veen de área 0,04m², lançada de embarcação. ZOOPLÂNCTON: Coletado com auxílio de rede de plâncton de 200µm e fluxômetro arrastada em subsuperfície por 2 minutos. FITOPLÂNCTON: Coletada com auxílio de rede de plâncton de 20µm arrastada em subsuperfície por 2 minutos e coleta direta com garrafa ambar de 250ml em subsuperfície

Ponto Amostral	Latitude	Longitude	Grupos Coletados	Justificativa	Observação	Metodologia
#I10	-27 08' 39,18683''	-48 32' 59,61272''	Macrofauna Bentônica, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiofauna e Carcinofauna	Ambiente infralitoral a sul do engordamento. Distanciado 2000 metros da praia. Fora da área de influência do engordamento.	Os grupos biológicos estudados não devem sofrer alterações em curto prazo durante o engordamento. O ponto pode servir como controle. Alterações podem ocorrer a depender da permanência de modificações físico-químicas no ambiente.	ICTIOFAUNA e CARCINOFAUNA: Coletada com rede de arrasto de fundo com dimensões aproximadas de abertura de boca de até 15 metros e malha do ensacador de 2cm entrenós opostos arrastada por 5 minutos. MACROFAUNA BENTÔNICA: Coletada em triplicata com auxílio de draga Van-Veen de área 0,04m², lançada de embarcação. ZOOPLÂNCTON: Coletado com auxílio de rede de plâncton de 200µm e fluxômetro arrastada em subsuperfície por 2 minutos. FITOPLÂNCTON: Coletada com auxílio de rede de plâncton de 20µm arrastada em subsuperfície por 2 minutos e coleta direta com garrafa ambar de 250ml em subsuperfície

5.11.1 MÉTODOS

5.11.1.1 Coleta de Dados

5.11.1.1.1 Fauna Demersal: Ictiofauna e Carcinofauna

A fauna demersal foi coletada no dia 10 de fevereiro de 2022 e no dia 09 de julho de 2024 nos pontos I01, I02, I03, I04, I05, I06, I07, I08, I09 e I10, totalizando 10 amostras por campanha.

Em cada ponto foi utilizada uma rede de arrasto com malha de três centímetros entre nós opostos na manga e dois centímetros entre nós opostos no ensacador e abertura de boca de 8 metros, arrastada sobre o fundo por aproximadamente 5 minutos em velocidade constante. Foram coletadas uma amostra por ponto. O material para análise foi acondicionado em sacos plásticos e armazenado em isopores contendo gelo (Figura 339). Posteriormente foram enviadas ao laboratório e congeladas.



Figura 339: Coleta de ictiofauna e carcinofauna com rede de arrasto. Superior=Lançamento e recolhimento da rede de arrasto. Inferior=Abertura do ensacador e amostra coletada.

5.11.1.1.2 Macrofauna Bentônica de Substrato Inconsolidado

A macrofauna bentônica de substrato inconsolidado foi coletada no dia 10 de fevereiro de 2022 e no dia 09 de julho de 2024 nos pontos I01, I02, I03, I04, I05, I06, I07, I08, I09 e I10. Em cada ponto foi utilizada uma draga do tipo Van-Veen com área amostral de 0,04m² lançada da embarcação. Foram coletadas três amostras em cada ponto, totalizando 30 amostras. As amostras foram acondicionadas em sacos de tela com abertura de malha de 0,5mm e devidamente etiquetadas, lacradas e armazenadas em bombonas contendo solução salina de formol 4% e enviadas ao laboratório (Figura 340).



Figura 340: Coleta de macrofauna bentônica de substrato inconsolidado. Draga Van-Veen e amostras coletadas.

5.11.1.1.3 Macrofauna Bentônica Praial

A macrofauna bentônica praial foi coletada no dia 10 de fevereiro de 2022 e no dia 09 de julho de 2024 nos pontos P01, P02, P03 e P04. Cada um dos pontos foi dividido em mesolitoral e infralitoral e, em cada um destes estratos foram coletadas três amostras com auxílio de um Corer de área 0,04m², contabilizando um total de seis amostras por ponto amostral e 24 amostras por campanha. As amostras foram acondicionadas em sacos de tela com abertura de malha de 0,5mm e devidamente etiquetadas, lacradas e armazenadas em bombonas contendo solução salina de formol 4% e enviadas ao laboratório (Figura 341).



Figura 341: Coleta de macrofauna bentônica praial. Corer utilizado para amostragem e amostras coletadas.

5.11.1.1.4 Plâncton

Zooplâncton

O zooplâncton foi coletado no dia 10 de fevereiro de 2022 e no dia 09 de julho de 2024 nos pontos I01, I02, I03, I04, I05, I06, I07, I08, I09 e I10, totalizando 10 amostras. Em cada ponto foi utilizada uma rede de plâncton 200µm arrastada em sub superfície por dois minutos com um fluxômetro acoplado em sua boca para cálculo do volume de água filtrado. Foi coletada uma amostra por ponto. O material para análise foi armazenado em potes plásticos com solução salina de formol 4% (Figura 342).

Fitoplâncton

O fitoplâncton foi coletado no dia 10 de fevereiro de 2022 e no dia 09 de julho de 2024 nos pontos I01, I02, I03, I04, I05, I06, I07, I08, I09 e I10, totalizando 10 amostras. Em cada ponto foi utilizada uma rede de plâncton 20µm arrastada em sub superfície por dois minutos. Foi coletada uma amostra por ponto, subdivida em quali e quantitativa. O material para análises quantitativas foi armazenado em vidro âmbar com solução salina de lugol 2%. O material para análises qualitativas foi armazenado em potes plásticos com solução salina de formol 4%. Na campanha de 09/07/2024 foram ainda coletadas amostras de sedimento para avaliação de dinoflagelados. Cada amostra foi coletada com o auxílio de uma draga Van-Veen, aproximadamente 40g de sedimento foram separadas em um frasco plástico, identificadas e armazenadas em gelo (Figura 342).

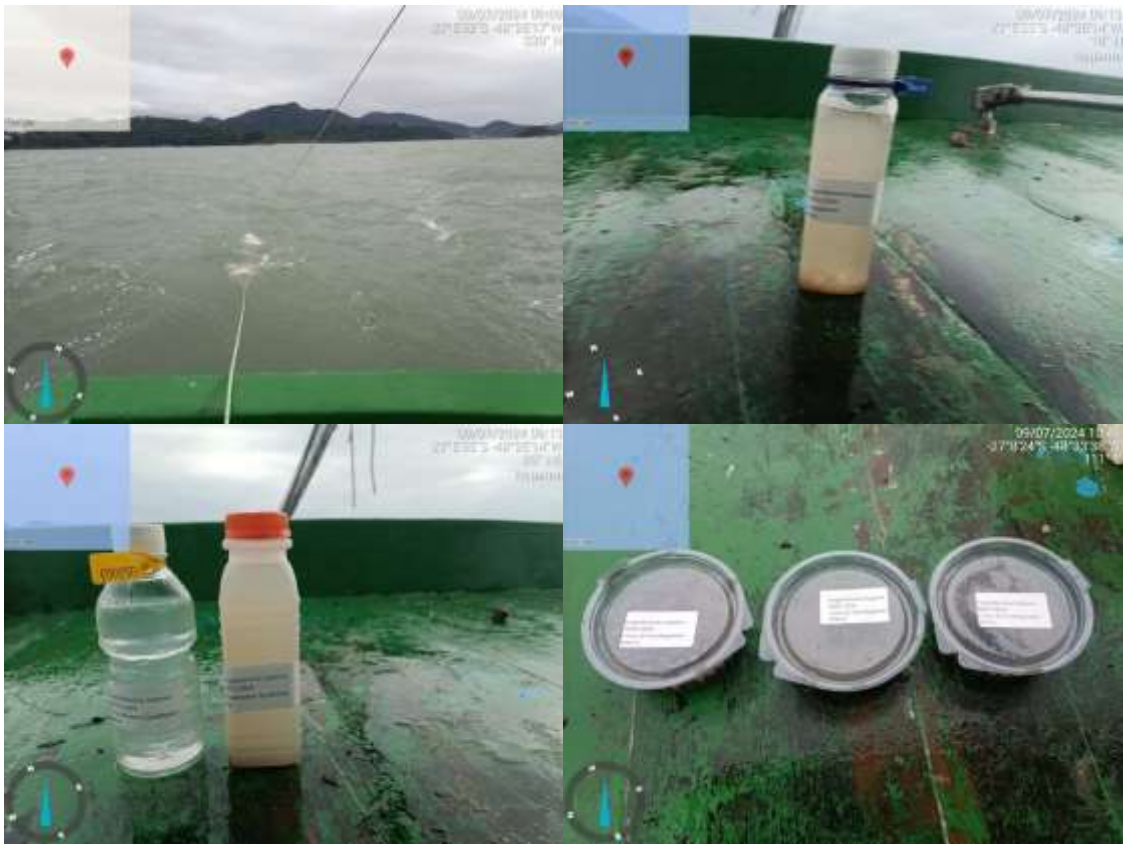


Figura 342: Coleta de zooplâncton e fitoplâncton. Superior=Lançamento das redes de zooplâncton e fitoplâncton e amostra de zooplâncton. Inferior=Amostras de fitoplâncton e cistos de dinoflagelados coletadas.

5.11.1.2 Procedimentos Laboratoriais

5.11.1.2.1 Fauna Demersal: Ictiofauna e Carcinofauna

As amostras de ictiofauna e carcinofauna encaminhadas ao laboratório foram identificadas ao menor nível taxonômico possível utilizando guias de identificação especializados i.e. Barletta & Corrêa (1992); Carpenter, 2002; Figueredo & Menezes (1978); Figueredo & Menezes (1980); Figueredo & Menezes (2000); Jereb & Roper, 2010; Menezes & Figueredo (1980); Menezes & Figueredo (1985); Melo, 1996; Pomory, 2004, sendo estas agrupadas dentro de suas respectivas ordens e famílias.

Após a identificação, para peixes ósseos e elasmobrânquios, foi medido o comprimento total (CT) em milímetros com auxílio de ictiômetro. Para os crustáceos, foi obtida a largura da carapaça (Wid) também em milímetros ao nível do primeiro par de pereiópodos. Para todos os organismos presentes nas amostras foi registrado o peso total em gramas utilizando uma balança eletrônica de 0,01g de precisão.

5.11.1.2.2 Macrofauna Bentônica

As amostras foram lavadas em peneiras de 0,5mm de abertura de malha para retenção da macrofauna. O material foi triado sob microscópio estereoscópico e os organismos encontrados foram separados e posteriormente identificados, etiquetados e armazenados em eppendorfs com solução alcoólica 70%.

5.11.1.2.3 Plâncton

Zooplâncton

As análises qualitativas e quantitativas do zooplâncton foram realizadas em câmaras de contagem tipo Bogorov, sob microscópio estereoscópico óptico, nos aumentos de 40x e 80x. Foram observadas as características morfológicas e morfométricas dos organismos e os mesmos foram identificados utilizando-se bibliografia especializada. Para a análise quantitativa foram triadas alíquotas que variaram em cerca de 10 a 30% da amostra (Boltovskoy, 1981) e foram contabilizados o total de organismos encontrados na câmara inteira (UNESCO, 1968).

Fitoplâncton

Análises qualitativas: A observação qualitativa do fitoplâncton, para obtenção da lista de espécies, foi realizada em microscópio óptico invertido, equipado com ocular de medição. Os organismos foram identificados analisando-se as suas características morfológicas e morfométricas, utilizando-se bibliografia especializada.

Análises quantitativas: A contagem do fitoplâncton foi feita utilizando-se câmaras de sedimentação de Utermöhl (Utermöhl, 1958) em microscópio invertido com aumento de 200 vezes após um tempo de sedimentação mínimo de 12 horas. O procedimento de contagem escolhido foi o dos campos aleatórios descritos por Uehlinger (1964). O critério utilizado para determinação do número de campos a serem contados foi o que procura alcançar 100 células do segundo táxon mais abundante (Lund et al., 1958).

5.11.1.3 Análise de Dados

5.11.1.3.1 Fauna Demersal: Ictiofauna e Carcinofauna

Todos exemplares coletados foram medidos, sendo: comprimento total para peixes; largura da carapaça para siris e comprimento do cefalotorax e abdômen para camarões e ermitões (Figura 343, Figura 344 e Figura 345).

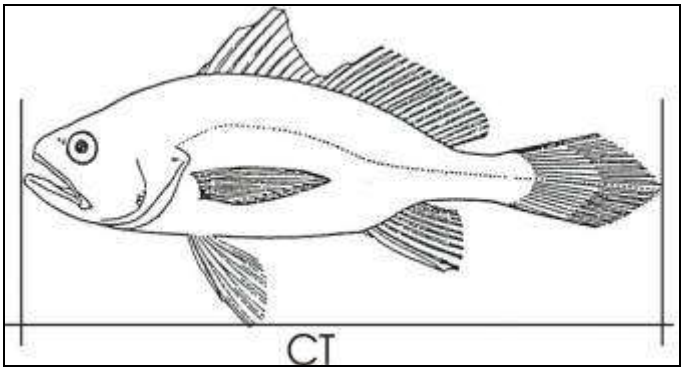


Figura 343: Ilustração das medidas que foram obtidas para a ictiofauna (CT= Comprimento Total).

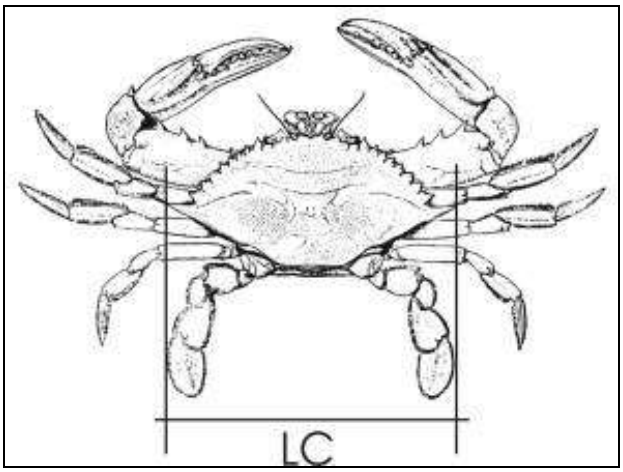


Figura 344: Ilustração das medidas que foram obtidas para a carcinofauna (siris e caranguejos) (LC= Largura da carapaça).

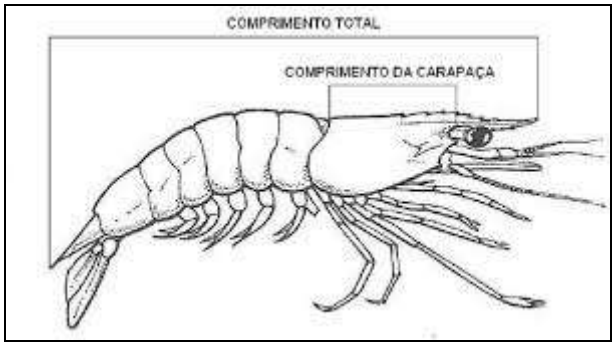


Figura 345: Ilustração das medidas que foram obtidas para a carcinofauna (camarões) (CT = Comprimento Total).

Para análise de dados ecológicos, foram utilizados os índices de Shannon-Wiener e Simpson. O índice de Shannon-Wiener (H') para a diversidade específica que é dado pela equação:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (pi) \ln(pi)$$

e índice de Simpson (D') é calculado pela equação:

$$D = \sum_{i=1}^{S} (pi)^2$$

onde pi é igual à proporção (em peso e número) de cada espécie de peixe na amostra e S é o número total de espécies na comunidade. Para índice de equitabilidade foi utilizado o índice de Pielou (J') que é dada pela equação:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

A riqueza de espécies foi calculada através do índice de Margalef (LUDWING & REYNOLDS, 1988), onde:

$$d = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

5.11.1.3.2 Macrofauna Bentônica

A estrutura de cada ponto amostral foi avaliada através da densidade total (N, número de indivíduos/0,04m².), riqueza de espécies (S, número de espécies), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H', calculado com logaritmo natural). Foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) sobre os descritores ecológicos avaliados, que levou em consideração o fator ponto amostral. A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Bartlett, respectivamente, ambos aceitos se p>0,05 (Underwood, 1997).

Uma matriz de dados contendo as espécies estruturadas amostradas nos pontos amostrais em cada campanha foi utilizada para calcular o número total de indivíduos (N) em cada ponto. As espécies que acumularam 90% da abundância numérica

foram selecionadas e uma nova matriz foi gerada dividindo cada somatório pelo número total de organismos. Com essa nova matriz, agora padronizada, uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis foi calculada. Esta matriz de dissimilaridade foi utilizada para identificar padrões espaciais e temporais na ocorrência dos organismos através de uma análise de agrupamento pelo Método de Ward, que se baseia no ajuste de modelos lineares por mínimos quadrados possibilitando identificar grupos similares pela minimização da soma do quadrado dos resíduos em cada grupo (Borcard et al., 2011). Os grupos identificados na análise de agrupamento foram através de uma análise de similaridade (ANOSIM) com base na matriz de dissimilaridade utilizando 1000 permutações. Com base nas espécies encontradas em cada ponto amostral e nas variáveis ambientais mensuradas, uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis foi construída, e a relação entre as espécies e as variáveis foi testada em uma análise de escalonamento multidimensional não métrica (NMDS) com 1000 permutações. Esta análise permitiu a identificação de grupos de espécies em relação a setorização da área de estudo. A significância de cada variável ambiental para este agrupamento foi determinada a partir da distância calculada. Variáveis não significativas foram excluídas.

5.11.1.3.3 Plâncton

Zooplâncton

A estrutura de cada ponto amostral foi avaliada através da densidade total (células/L), riqueza de espécies (S, número de espécies), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H', calculado com logaritmo natural). Utilizando a matriz de similaridade de Bray-Curtis uma análise de escala multidimensional não paramétrica (nMDS) (Clarke & Warwick, 2001) foi aplicada para analisar a similaridade na composição de espécies entre as amostras. Para minimizar erros causados pelo excesso de zeros e reduzir o peso dado às espécies dominantes, uma variável dummy foi inserida na análise (Clarke et al., 2006).

Fitoplâncton

A estrutura de cada ponto amostral foi avaliada através da densidade total (células/L), riqueza de espécies (S, número de espécies), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H', calculado com logaritmo natural). Utilizando a matriz de similaridade de Bray-Curtis uma análise de escala multidimensional não paramétrica (nMDS) (Clarke & Warwick, 2001) foi aplicada para analisar a similaridade na composição de espécies entre as amostras. Para minimizar erros causados pelo excesso de zeros e reduzir o peso dado às espécies dominantes, uma variável dummy foi inserida na análise (Clarke et al., 2006).

5.11.2 RESULTADOS

5.11.2.1 Fauna Demersal: Carcinofauna e Ictiofauna

5.11.2.1.1 Introdução

Ambientes costeiros, como estuários, lagoas e baías são essenciais ao desenvolvimento dos recursos pesqueiros de importância econômica e ambiental, tendo em vista o seu papel no desempenho dos ciclos biológicos, atuando como berçários, tanto de espécies características desses ambientes como de outras marinhas que migram para essas áreas durante a fase reprodutiva. Fauna e flora associadas a esses ecossistemas constituem significativa fonte de alimentos para as populações humanas, onde os peixes desempenham um dos papéis mais significativos no balanço energético desses ecossistemas (RODRIGUEZ-ROMERO et al., 1994; SANTOS, 2001).

Os peixes possuem um pouco mais da metade do número de espécies de todos os vertebrados vivos descritos. Atualmente, são reconhecidas aproximadamente vinte e cinco mil espécies de peixes e o número de novas espécies de peixes descritas anualmente excede o número de novas espécies de tetrápodes (anfíbios, répteis,

aves e mamíferos). As espécies de peixes vivos compõem 57 ordens, sendo que 21 são exclusivamente marinhas, com 1.638 espécies, e 10 ordens são exclusivamente de água doce, com 4.320 espécies. Ao todo, estima-se que existem cerca de 15.000 espécies marinhas. A ordem Perciforme é mais numerosa entre os vertebrados do planeta e possui cerca de 9.300 espécies, ou seja, 19% de todos os vertebrados vivos. Das 482 famílias de peixes com espécies vivas, as oito maiores possuem mais de 400 espécies cada, representando 33% do total de espécies (i.e. Ciprinidae, Gobiidae, Cichlidae, Characidae, Loricariidae, Labridae, Balitoridae e Serranidae) (PAES, 2002; BUCKUP, 2007).

Os peixes são criaturas componentes das comunidades marinhas nectônicas, encontradas em todos os tipos de ambientes aquáticos, tais como recifes de coral, estuários, lagoas costeiras, cânions submarinos, ambientes epipelágicos e mesopelágicos e de profundezas abissais. Em alguns casos, a distinção entre peixes que habitam a coluna d'água (pelágicos) e o fundo (demersais e bentônicos) é difícil de ser estabelecido devido, principalmente, à grande mobilidade e capacidade das espécies em ocuparem múltiplos habitats (PAES, 2002).

Os peixes marinhos podem ser separados em três grupos taxonômicos não monofiléticos, sendo eles: Agnatha, Chondrichthyes e Osteichthyes. Os Agnatha (lampreias e feiticeiras) compreendem os peixes vivos mais primitivos, os quais surgiram há cerca de 550 milhões de anos e atualmente compreendem 84 espécies. A classe Chondrichthyes (peixes cartilaginosos), também é um grupo primitivo que surgiu há cerca de 450 milhões de anos, contando atualmente com 850 espécies, das quais 37 podem ser encontrados em água doce. Os tubarões e raias, pertencentes à subclasse Elasmobrachi, são as espécies mais importantes, mais diversificadas e mais conhecidas desta classe. Os peixes da divisão Teleostei constituem mais de 99% de todas as espécies incluídas na classe Osteichthyes. Os teleósteos são os mais evoluídos e surgiram há 200 milhões de anos, no Mesozóico, na mesma época de aparecimento dos mamíferos. Os teleósteos ocorrem em uma grande diversidade de habitats marinhos e, consequentemente, constituem um grupo extremamente heterogêneo em termos de anatomia, comportamento e ecologia (PAES, 2002).

Segundo GUIDETTI et al. 2002, estudos de caracterização de comunidades ictiológicas para acompanhamento das “respostas” dos organismos a influências antrópicas compreendem: diversidade, abundância, padrões de agregação, estruturas da comunidade, mortalidade, fecundidade, e susceptibilidade a infecções. As vantagens de se usar peixes para esse tipo de estudo são que existem poucos problemas quanto à taxonomia e identificação das espécies em relação à outros organismos e o tempo de reação dos componentes da fauna sobre a influência estudada é muito importante para o monitoramento da estrutura da assembleia faunística. Por apresentar boa mobilidade, a ictiofauna responde rapidamente a modificações no ambiente, tanto com respostas imediatas, quanto com respostas mais longas no caso de reestruturações populacionais.

A principal característica das espécies de peixes de praias arenosas consiste na importância que estes ambientes têm como locais de cria e recria. Como é salientado por BROWN E MCLACHLAN (1990), os ambientes arenosos são extensivamente utilizados por várias espécies nos seus estádios juvenis e muitas fases larvais igualmente abundantes nestes locais. Em águas temperadas do Atlântico e do Pacífico boreais, muitas espécies de pleuronctiformes, por exemplo, recriam em baías abrigadas e pouco profundas de substrato arenoso após uma fase larval mais profunda e uma migração bêntica primaveril até se completar a metamorfose no verão (POXTON & NASIR, 1985).

As comunidades ictiológicas mudam ao longo do tempo através de mecanismos de sucessão ecológica ou de mudanças ambientais. Através de mecanismos, predominantemente abióticos, de curto e médio prazo, que provocam ciclos sazonais, mensais ou diárias. Estas variações são particularmente importantes nas variações temporais que são observadas na ictiofauna, sobretudo em praias arenosas (BARREIROS,et al. 2003).

Muitas espécies de peixes ocorrem em praias arenosas nas suas fases adultas. As principais populações encontradas correspondem a pequenas espécies pelágicas fortemente gregárias, sobretudo das famílias Clupeidae e Engraulidae. Espécies das famílias Carangidae, Mugilidae, Mullidae, Sciaenidae, Sparidae, Synodontidae, Tetraodontidae bem como muitos Pleuronectiformes são também muito comuns e

compõe as comunidades pelágicas e bênticas das praias arenosas (BROWN & MCLACHLAN, 1990).

As comunidades de peixes que habitam praias arenosas caracterizam-se, sobretudo, pela sua grande variabilidade, tanto na ocupação do espaço como ao longo do tempo, pelo seu comportamento alimentar marcadamente oportunista e generalista, e pela elevada proporção de larvas e de juvenis presentes (BROWN & MCLACHLAN, 1990). Estes autores ainda agrupam as comunidades de peixes de praias arenosas de acordo com a sua idade: juvenis e adultos; associações temporais: residentes, migratórios sazonais e ocasionais: dieta: bentívoros, planctívoros, piscívoros e onívoros e de acordo com o seu habitat: pelágicas, bênticas e demersais.

5.11.2.1.2 Ictiofauna

Os resultados obtidos durante nas amostragens realizadas nas datas 10/02/2022 (Fev/2022) e 09/07/2024 (Jul/2024) para a ictiofauna realizadas na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC), em dez (10) pontos de coleta, resultaram na identificação de 37 espécies (Tabela 63). Foram capturados num total de 640 indivíduos distribuídos em vinte e duas (22) famílias, sendo que as principais famílias foram Sciaenidae e Paralichthyidae (Figura 346).

Na campanha realizada em fevereiro de 2022 as principais espécies foram *Stellifer rastrifer* (n= 83, 35,02%) e *Stellifer brassiliensi* (n=43, 18,14%) (Figura 347). Referente a biomassa coletada foram 3.202,57 gramas, sendo que as principais espécies foram *Stellifer rastrifer* (467,35 g, 14,59%) e *Diapterus rhombeus* (399,42 g, 12,47%) (Figura 349).

Na campanha realizada em julho de 2024 as principais espécies foram *Stellifer* rastrifer (n= 196, 48,64%) e *Pellona harroweri* (n=59, 14,64%) (Figura 348). Referente a biomassa coletada foram 7.009,00 gramas, sendo que as principais espécies foram *Stellifer rastrifer* (1.828,00 g, 26,08%) e *Genidens genidens* (1.707,00 g, 24,35%) (Figura 350).

Na análise espacial para a campanha de fevereiro 2022 os pontos #I09 e #I01 apresentou o maior número de indivíduos capturados, referente a biomassa os pontos #I01 e #I09 apresentaram os maiores valores (Figura 351 e Figura 353). Enquanto para a campanha de julho de 2024 os pontos #I04 e #I02 foram os mais representativos em números de indivíduos e os pontos #I04 e #I09 para biomassa conforme Figura 352 e Figura 354.

Tabela 63: Lista das espécies da ictiofauna coletada durante as amostragens de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

Família	Espécie	Nome Comum	10/02/2022	09/07/2024	Total
RAJIDAE	*Rioraja agassizii* (Müller & Henle, 1841)	Raia-Santa		1	**1**
ACHIRIDAE	*Achirus lineatus* (Linnaeus,1758)	Linguado		10	**10**
ARIIDAE	*Genidens genidens* (Cuvier, 1829)	Bagre	6	25	**31**
BELONIDAE	*Ablennes hians (Valenciennes, 1846)*	Agulha	1		**1**
CLUPEIDAE	*Pellona harroweri* (Fowler, 1917)	Sardinha	2	59	**61**
	Chirocentrodon bleeckerianus (Poey 1867)	Sardinha	1		**1**
CARANGIDAE	*Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766)	Palombeta	15	2	**17**
	Selene vomer (Linnaeus, 1758)	Peixe-galo-de-penacho	2		**2**
	Selene setapinnis (Mitchill, 1815)	Peixe-galo		1	**1**
CYNOGLOSSIDADE	*Symphurus tessellatus* (Quoy & Gaimard, 1824)	Linguado		4	**4**
DIODONTIDAE	*Chilomycterus spinosus* (Linnaeus,1758)	Baiacu-de-espinho		1	**1**
ENGRAULIDAE	*Cetengraulis edentulus* (Cuvier,1828)	Manjuba-boca torta	7		**7**
EPHIPPIDIDAE	*Chaetodipterus faber* (Broussonet, 1782)	Enxada	1		**1**
GERREIDAE	*Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829)	Carapeba	5	2	**7**
HAEMULIDAE	*Pomadasys corvinaeformis* (Steindachner,1868)	Coró	5	2	**7**
	Conodon nobilis (Linnaeus, 1758)	Roncador	14	3	**17**
MONACANTHIDAE	*Cantherhines pullus* (Ranzani,1842)	Peixe-porco		2	**2**
PARALICHTHYIDAE	*Citharichthys spilopterus* Günther, 1862	Linguado	1	5	**6**
	Etropus crossotus (Jordan & Gilbert, 1882)	Linguado	10	21	**31**
	Syacium papillosum (Linnaeus, 1758)	Linguado	1		**1**
POLYNEMIDAE	*Polydactylus virginicus* (Linnaeus, 1758)	Parati-barbudo		1	**1**
POMATOMIDAE	*Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766)	Enchova		4	**4**

Família	Espécie	Nome Comum	10/02/2022	09/07/2024	Total
SCIAENIDAE	*Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823)	Corvina	3	9	**12**
	Stellifer rastrifer (Jordan, 1889)	Cangoá	83	196	**279**
	Stellifer brasiliensis (Schultz, 1945)	Cangoá	43		**43**
	Menticirrhus americanus (Linnaeus,1758)	Papa-terra	3	6	**9**
	Paralonchurus brasiliensis (Steindachner, 1875)	Maria-Luísa	7	5	**12**
	Isopisthus parvipinnis (Cuvier, 1830)	Pescadinha	12	6	**18**
	Larimus breviceps (Cuvier, 1830)	Pescada-boca-torta	3	20	**23**
	Umbrina coroides (Cuvier, 1830)	Castanha	1		**1**
	Cynoscion leiarchus (Cuvier, 1830)	Pescada-branca		1	**1**
SERRANIDAE	*Diplectrum radiale* (Quoy & Gaimard, 1824)	Michole-da-areia	2	1	**3**
SYNODONTIDAE	*Synodus foetens* (Linnaeus, 1766)	Peixe-largato		2	**2**
TETRAODONTIDAE	*Sphoeroides testudineus* (Linnaeus,1758)	Baiacu	5	4	**9**
	Lagocephalus laevigatus (Linnaeus,1766)	Baiacu	1	1	**2**
TRICHIURIDAE	*Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758	Peixe-espada	1	3	**4**
TRIGLIDAE	*Prionotus punctatus* (Bloch, 1797)	Cabrinha	2	6	**8**
Total			**237**	**403**	**640**

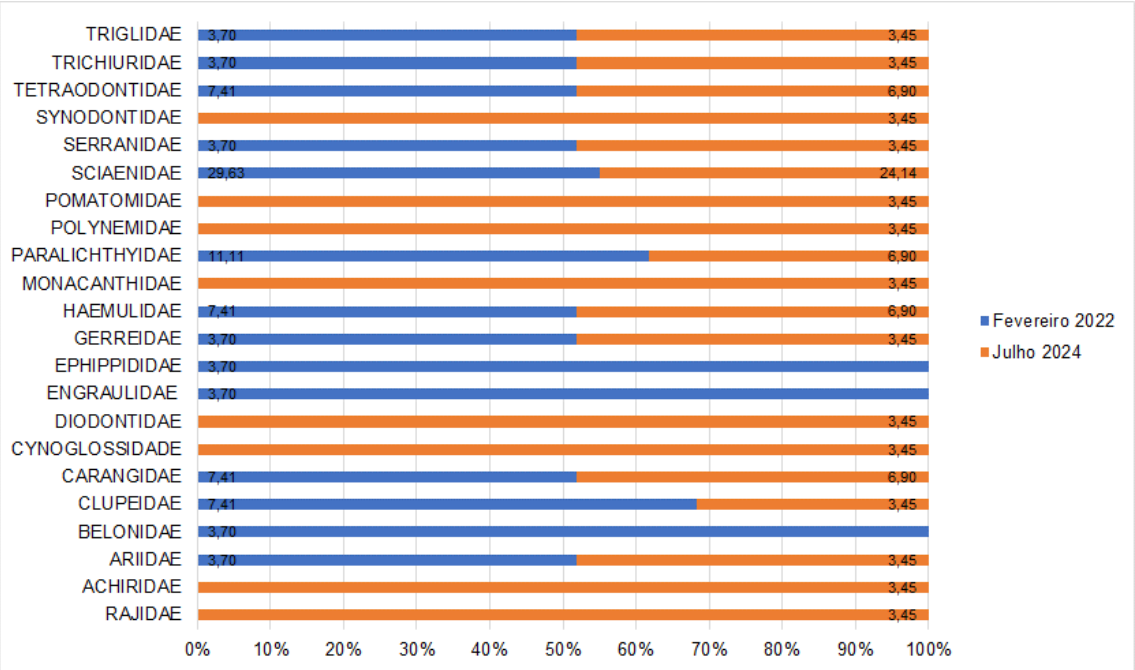


Figura 346: Distribuição das principais famílias de peixes coletados na data de 10/02/2022 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

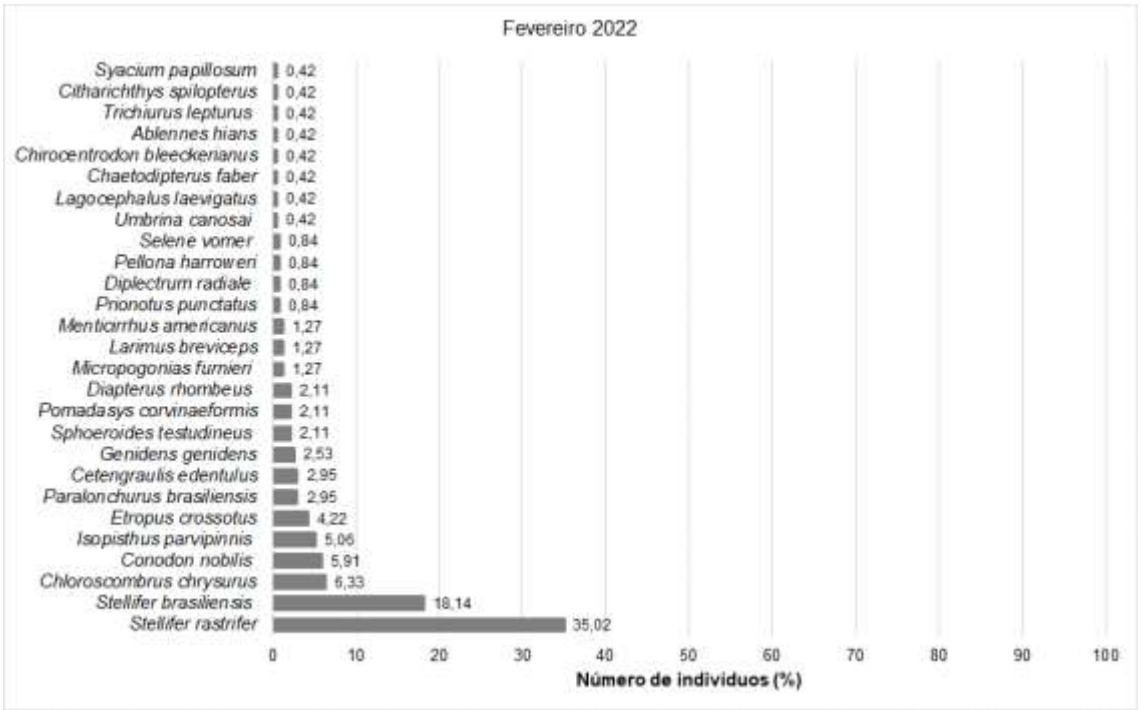


Figura 347: Porcentagem numérica da ictiofauna coletados na amostragem de 10/02/2022 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

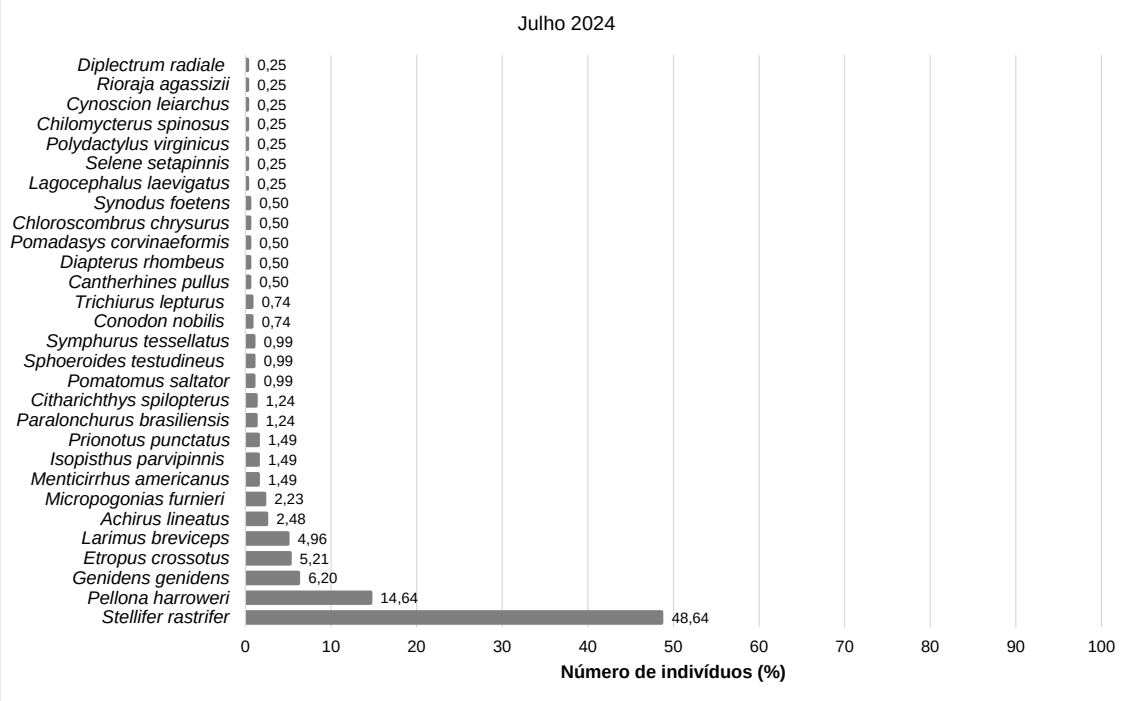


Figura 348: Porcentagem numérica da ictiofauna coletados em 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes.

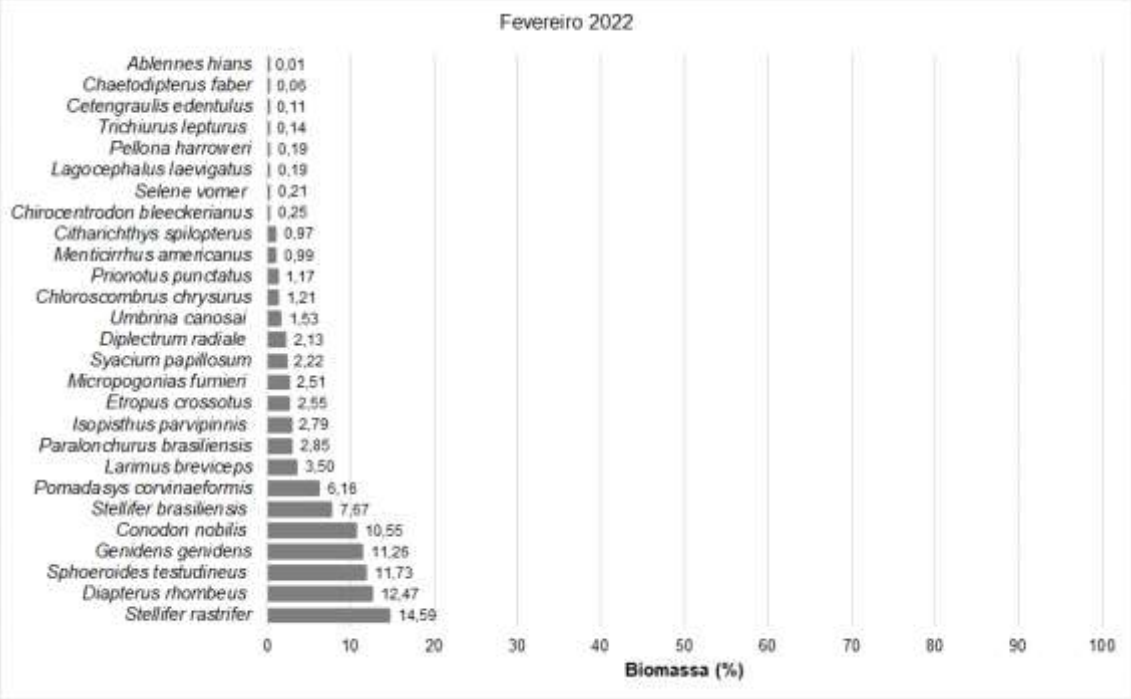


Figura 349: Biomassa (%) da ictiofauna coletados na amostragem de 10/02/2022 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

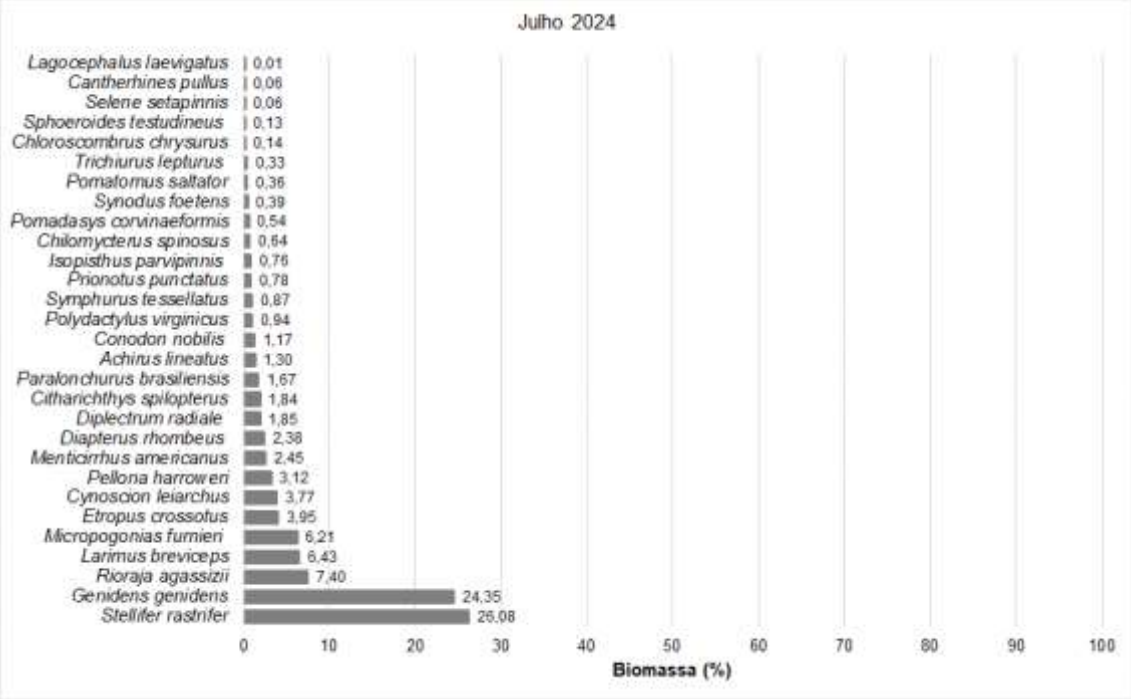


Figura 350: Biomassa (%) da ictiofauna coletados na amostragem de 09/07/2024 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

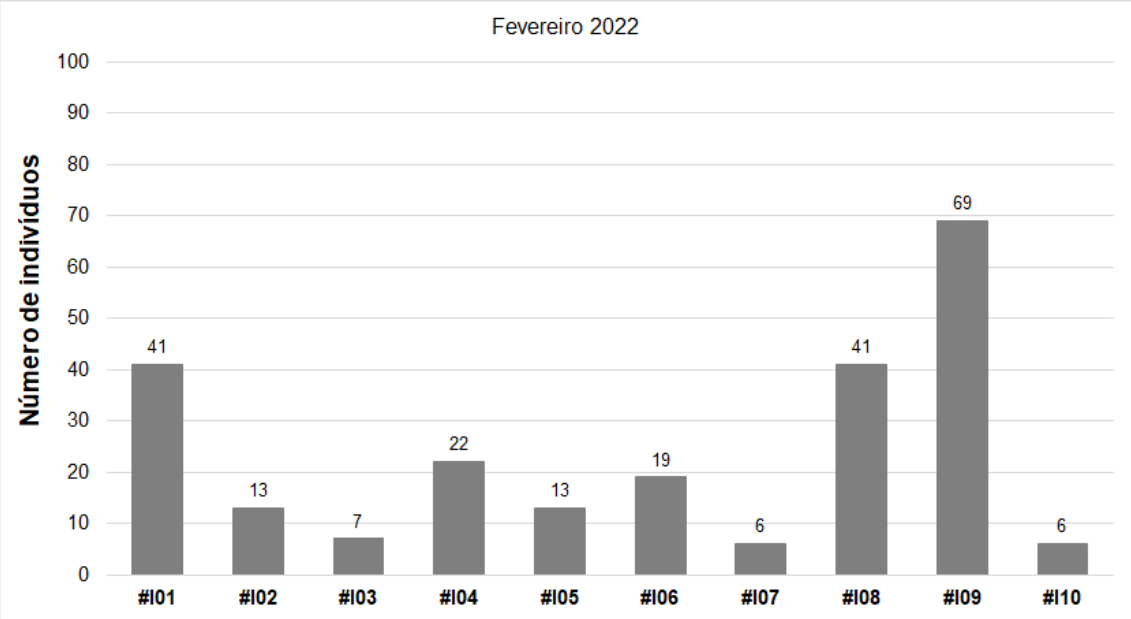


Figura 351: Número de indivíduos da ictiofauna coletados por ponto amostral durante a data de 10/02/2012 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

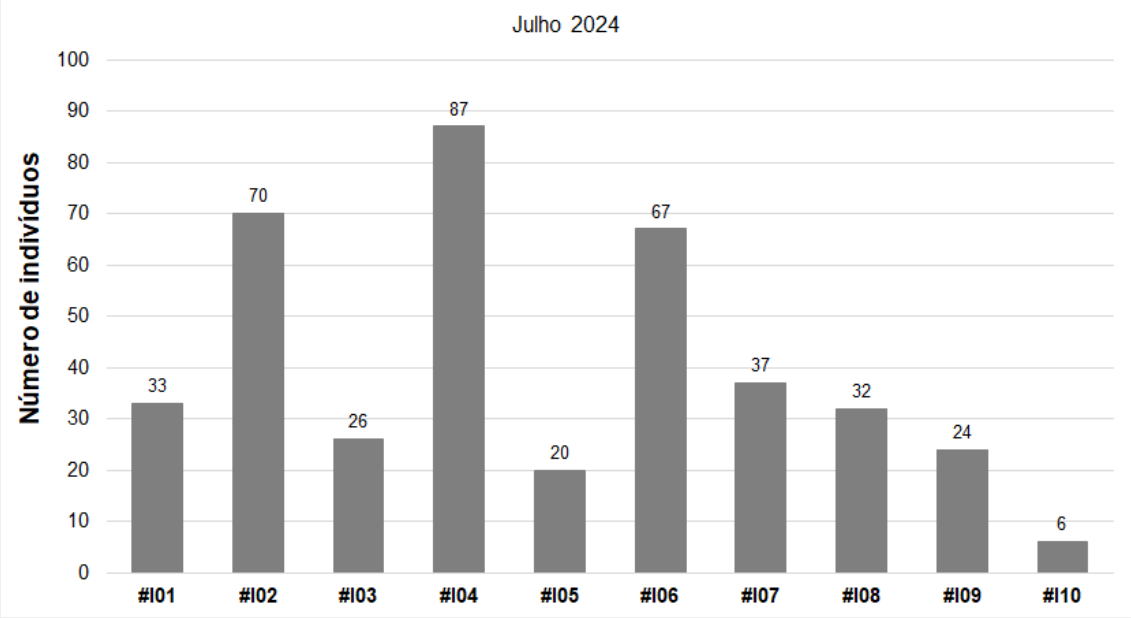


Figura 352: Número de indivíduos da ictiofauna coletados por ponto amostral durante a data de 09/07/2024 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

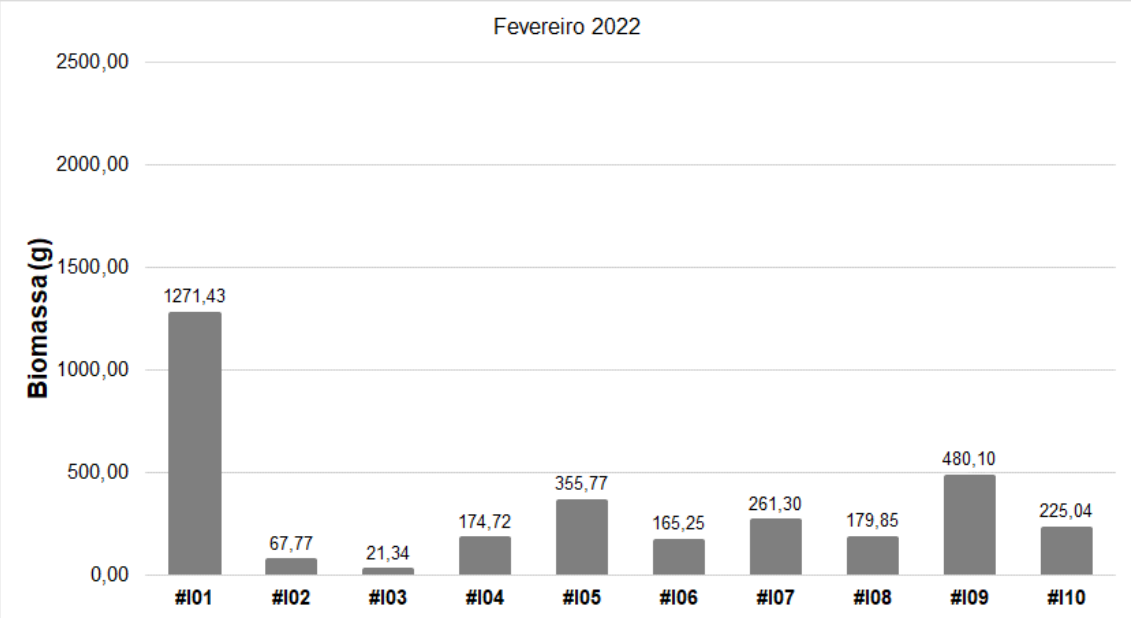


Figura 353: Biomassa da ictiofauna coletados por ponto amostral durante a data de 10/02/2012 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

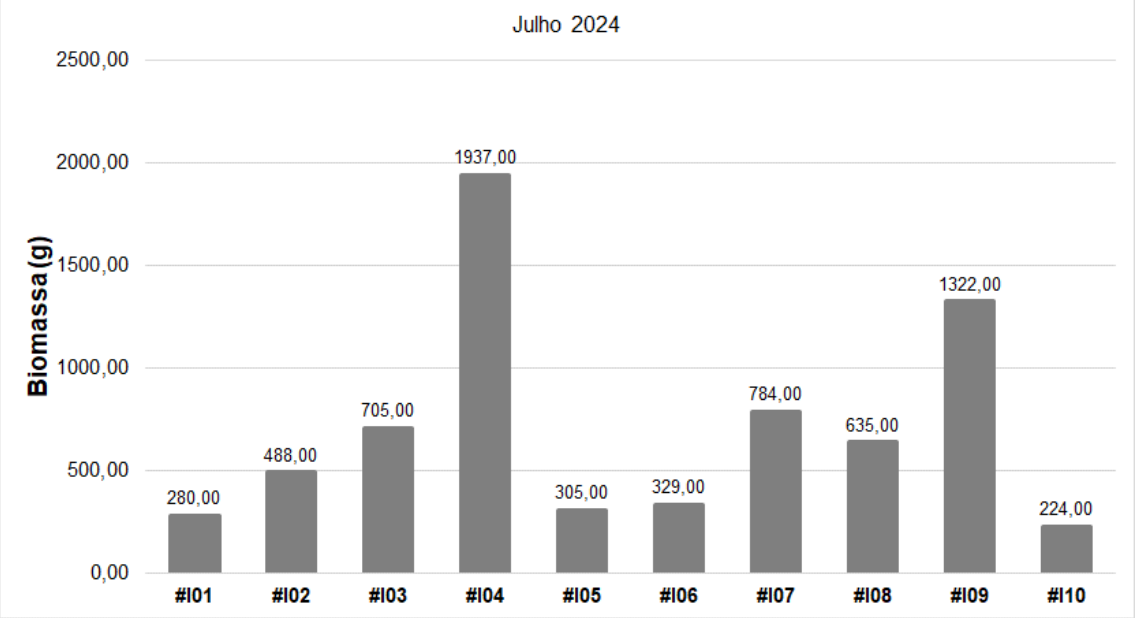


Figura 354: Biomassa da ictiofauna coletados por ponto amostral durante a data de 09/07/2024 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

Nas análises de diversidade de espécies coletadas realizadas em fevereiro de 2022 observou que os pontos #I01 e #I05, apresentaram os maiores valores tanto para o índice de Simpson como Shannon-Wiener (Figura 355). Na riqueza de espécie, que descreve a abundância com o número de espécies, os mesmos pontos importantes para diversidade (#I01 e #I05) apresentaram como os melhores valores, sendo que o #I01 apresentou o maior valor (3,50) (Figura 356). Em relação a análise de equitabilidade, os pontos #I01, #I05, #I06, #I07 e #I10 foram com os melhores resultados conforme Figura 357, todos com valores acima 0,90.

Nas análises de diversidade de espécies coletadas realizadas em julho de 2024 verificou-se que os pontos #I09 e #I04, apresentaram os maiores valores tanto para o índice de Simpson como Shannon-Wiener (Figura 355). Na riqueza de espécie, que descreve a abundância com o número de espécies, os mesmos pontos importantes para diversidade (#I09 e #I04) apresentaram como os melhores valores, sendo que o #I09 apresentou o maior valor (3,15) (Figura 356). Em relação a análise de equitabilidade, os pontos #I09 e #I10 foram com os melhores resultados conforme Figura 357.

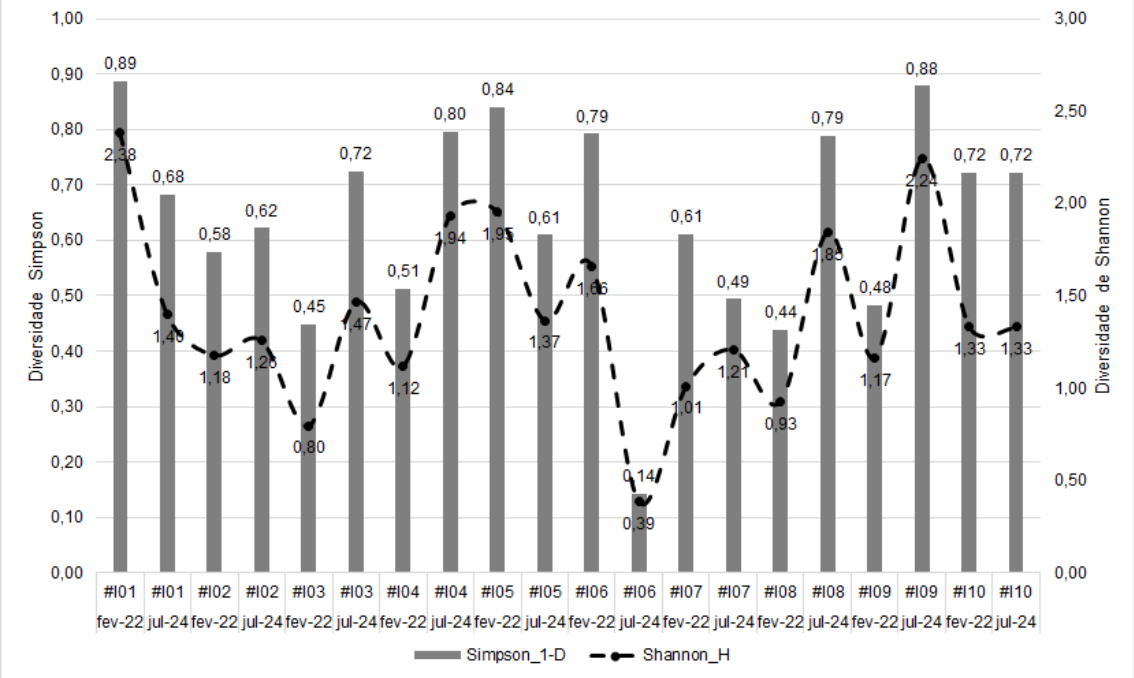


Figura 355: Variação da diversidade da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

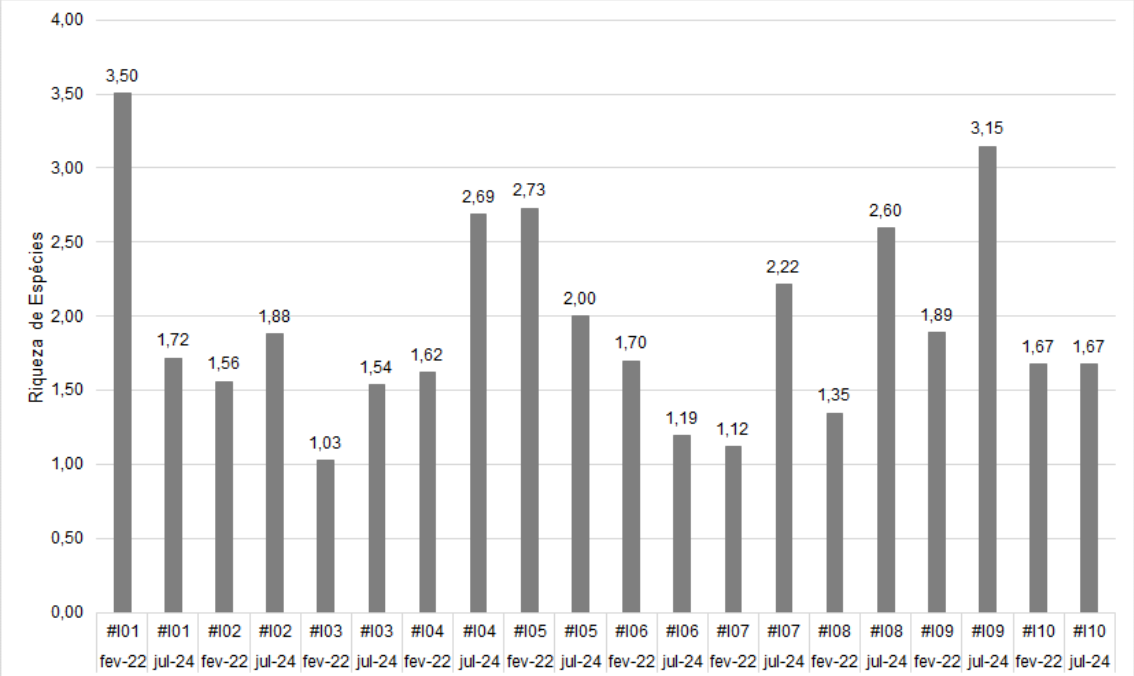


Figura 356: Variação da riqueza de espécies da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

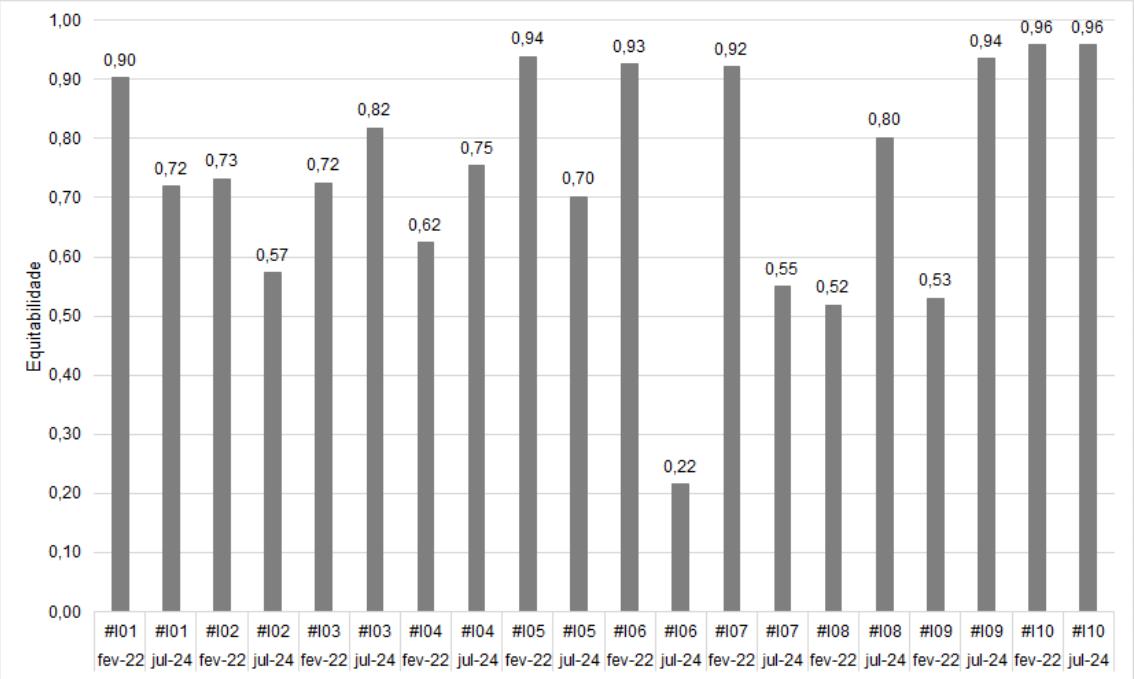


Figura 357: Variação de equitabilidade de espécies da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

5.11.2.1.3 Carcinofauna

Na amostragem da carcinofauna e fauna acompanhante na Praia de Itapema e regiões costeiras, durante o mesmo período que foi realizado da ictiofauna, identificou a presença de dezoito (18) *taxa* neste ecossistema identificados (Tabela 64). Um total de 481 indivíduos foram analisados (Figura 358). A espécie predominante na amostragem de fevereiro de 2022 foi *Astropecten sp.* (29,47%, n= 61) e *Callinectes danae* (25,60%, n=53) (Figura 359). As espécies *Callinectes danae* e *Callinectes ornatus*, foram que apresentaram os maiores valores de biomassa capturada (Figura 361).

Referente a amostragem de julho de 2024 as espécies com maior número de indivíduos capturados foram *Xiphopenaeus kroyeri.* (42,91%, n= 119) e *Astropecten marginatus* (34,18 %, n=94) (Figura 360). As espécies Callinectes ornatus, Astropecten marginatus e *Xiphopenaeus kroyeri*, foram que apresentaram os maiores valores de biomassa capturada (Figura 362).

Em termos de variação espacial da abundância da carcinofauna e fauna acompanhante para fevereiro de 2022 foi evidenciado que a região dos pontos #I08 e #I06 apresentou os maiores valores, sendo que os pontos #I01 e #I08 apresentaram os maiores valores de biomassa capturados durante as duas amostragens (Figura 363 e Figura 365).

Na variação espacial da abundância da carcinofauna e fauna acompanhante para julho de 2024 foi evidenciado que a região dos pontos #I01 e #I07 apresentou os maiores valores em número de indivíduos e biomassa capturadas (Figura 364 e Figura 366).

Tabela 64: Lista das espécies da carcinofauna coletada durante as amostragens de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

Família	Espécie	Nome Comum	10/02/2022	09/07/2024	Total
PENAEIDAE	*Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936)	Camarão-branco	2		**2**
	Xiphopenaeus kroyeri (Heller, 1862)	Camarão-sete-barbas	31	118	**149**
SICYONIIDAE	*Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878	Camarão-rocha	2		**2**
PORTUNIDAE	*Callinectes ornatus* Ordway,1863	Siri	7	17	**24**
	Callinectes danae Smith, 1869	Siri	53	4	**57**
	Callinectes sapidus Rathbun, 1896	Siri		1	**1**
	Portunus spinimanus Latreille 1819	Siri	2		**2**
	Arenaeus cribarius (Lamarck, 1818)	Siri-Pintado	1		**1**
CALAPPIDAE	*Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785)	Caranguejo	5	3	**8**
MAJIDAE	*Libinia ferreirae* Brito Capello, 1871	Caranguejo		1	**1**
LUIDIIDAE	*Luidia senegalensis* (Lamarck, 1816)	Estrela-do-mar	12	14	**26**
LOLIGINIDAE	*Lolliguncula brevis* (Blainville 1823)	Lula	1	23	**24**
PAGURIDAE	*Pagurus* sp.	Ermitão	1		**1**
STROMBIDAE	*Strombus* sp. Linnaeus, 1758	-	4		**4**
LEUCOSSIDAE	*Persephona punctata* (Linnaeus, 1758)	Caranguejo-relógio	3		**3**
RENILLIDAE	*Renilla* sp. Lamarck, 1816	-	21		**21**
ASTROPECTINIDAE	*Astropecten* sp. Gray, 1840	Estrela-do-mar	61		**61**
	Astropecten marginatus Gray, 1840	Estrela-do-mar		94	**94**
Total			**206**	**275**	**481**

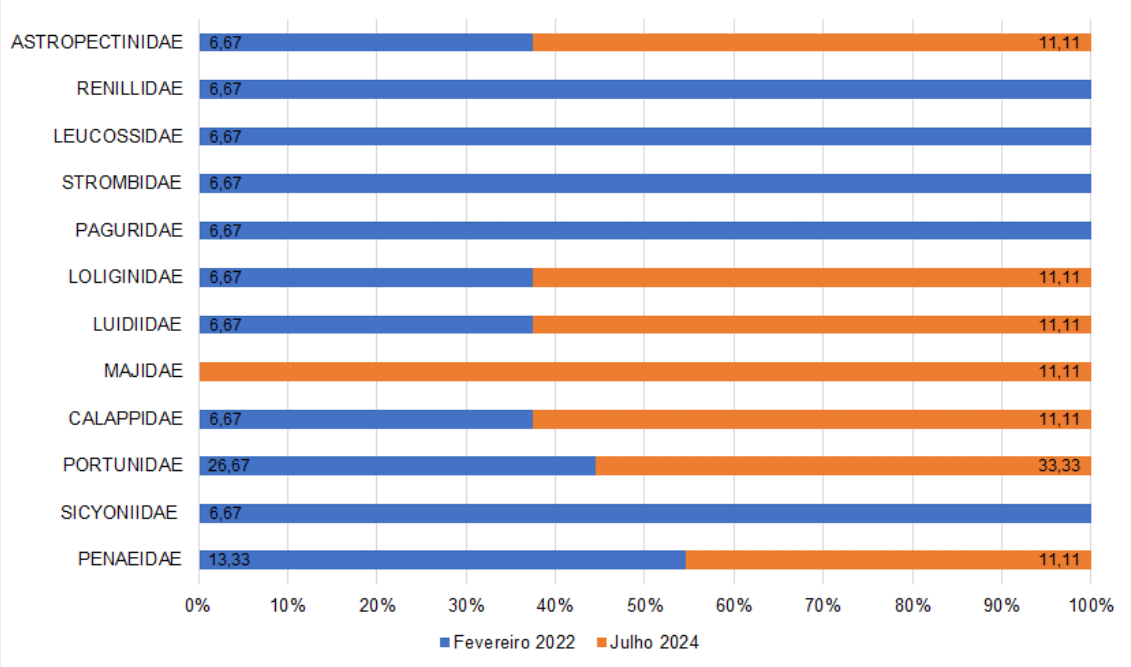


Figura 358: Distribuição das principais famílias de crustáceos e fauna acompanhante coletados nas datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

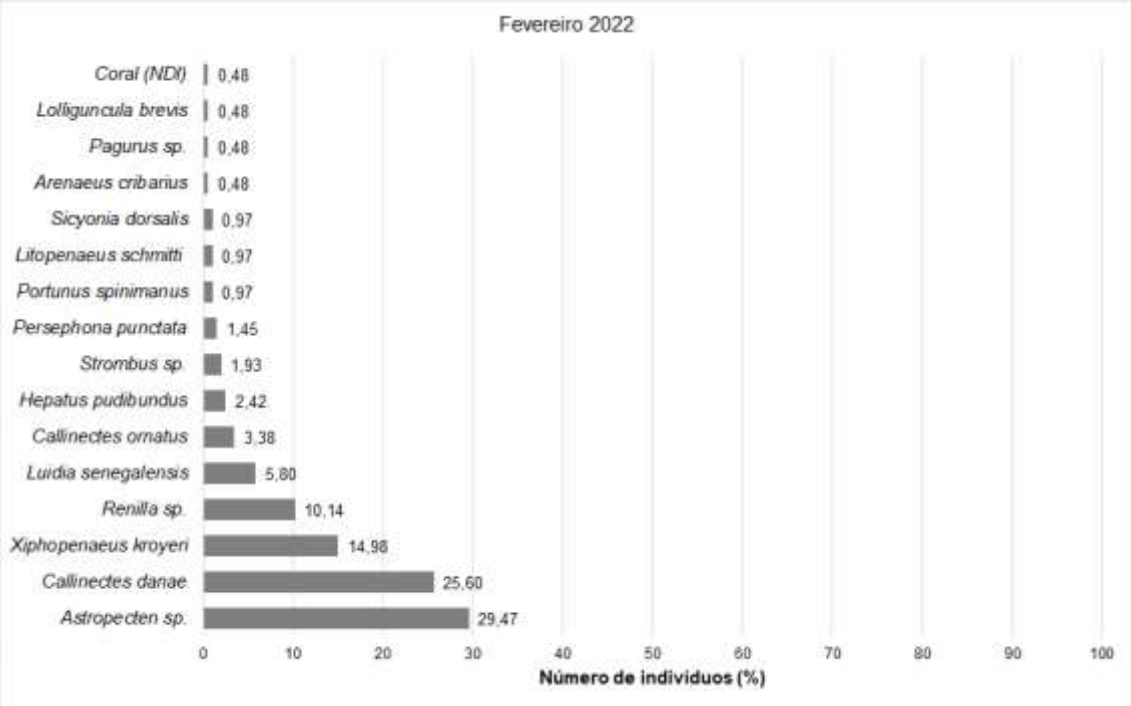


Figura 359: Porcentagem numérica da carcinofauna coletados na amostragem de 10/02/2022 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

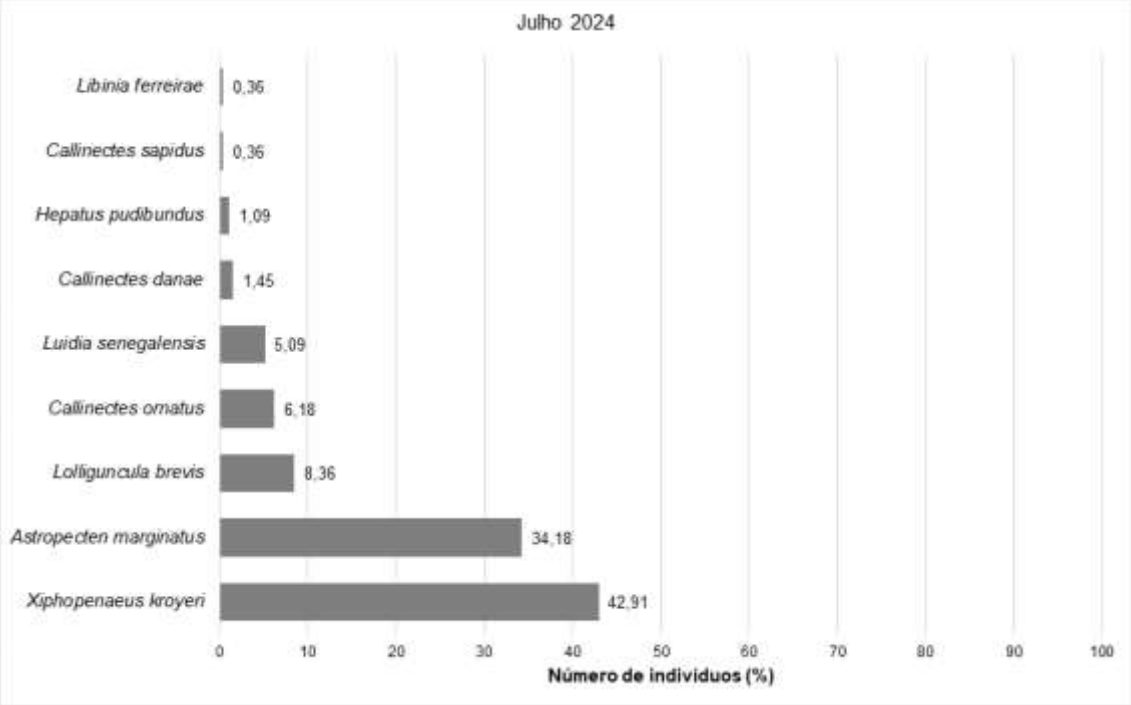


Figura 360: Porcentagem numérica da carcinofauna coletados na amostragem de 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

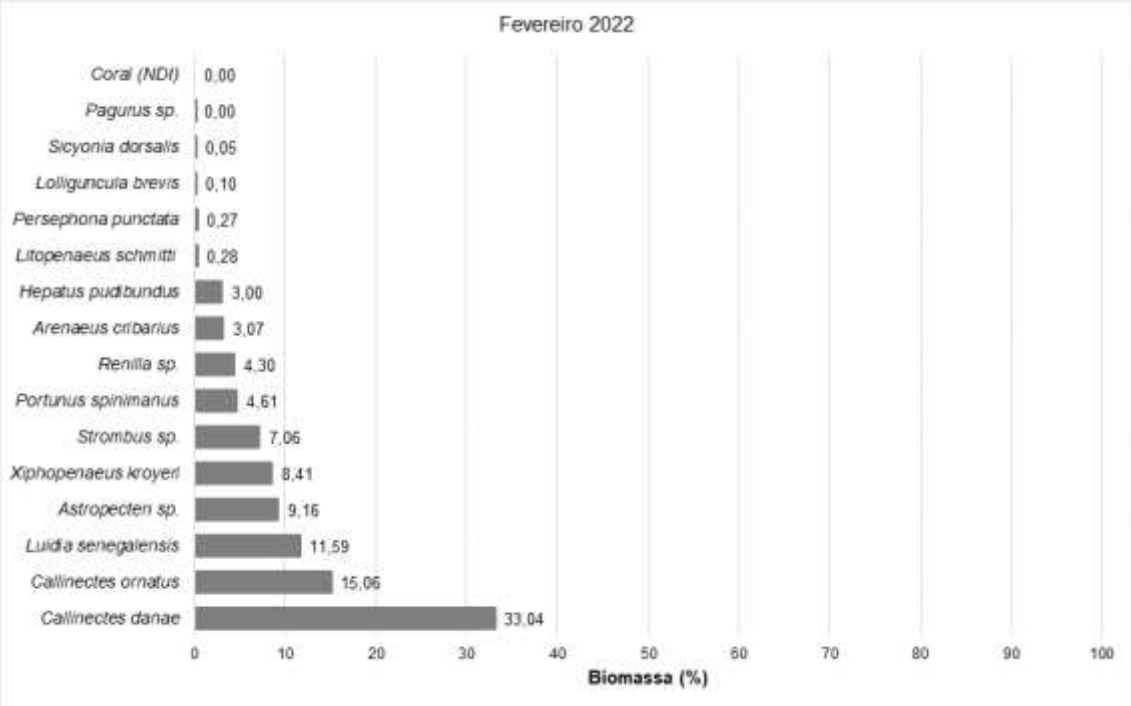


Figura 361: Biomassa (%) da carcinofauna coletados na amostragem de 10/02/2012 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

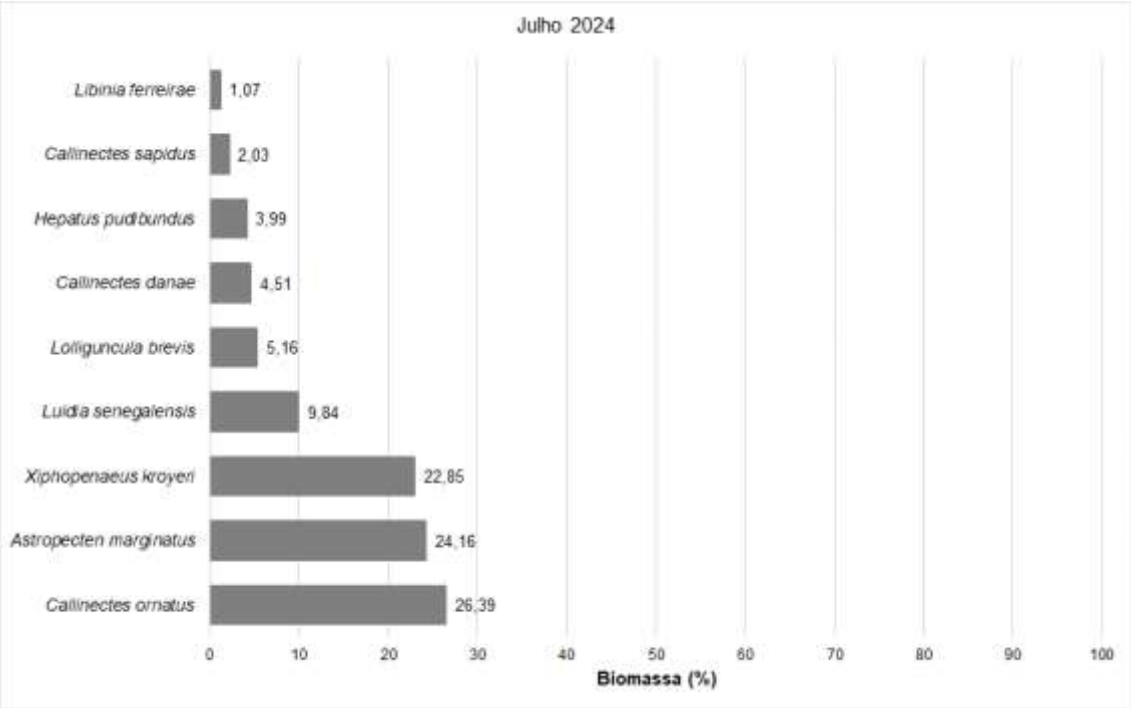


Figura 362: Biomassa (%) da carcinofauna coletados na amostragem de 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

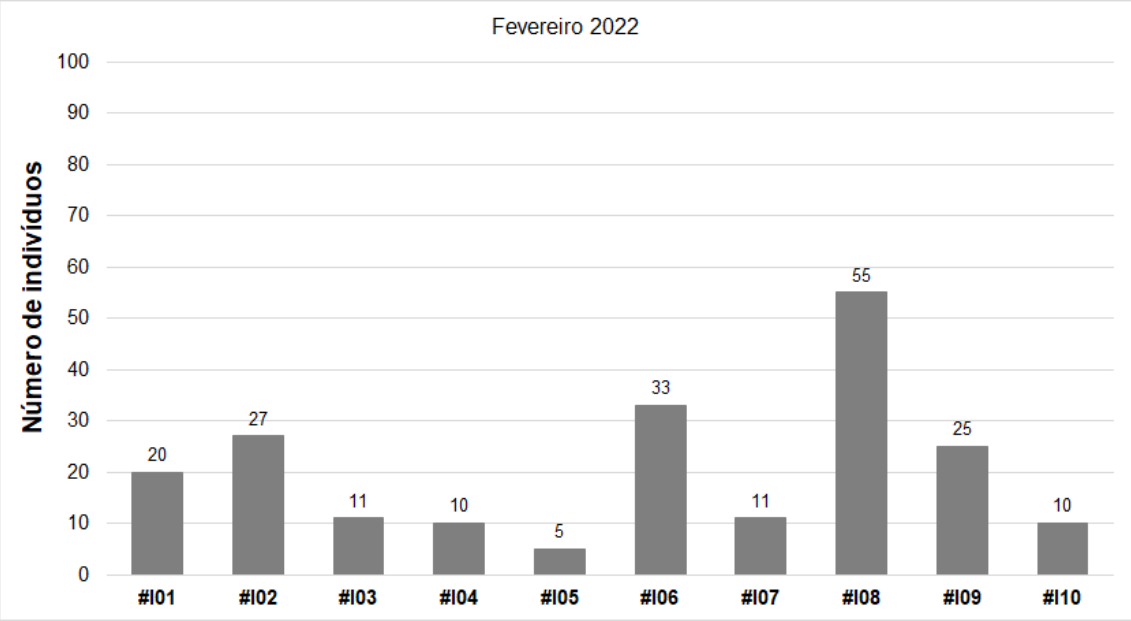


Figura 363: Número de indivíduos da carcinofauna coletados por ponto amostral durante a data de 10/02/2012 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

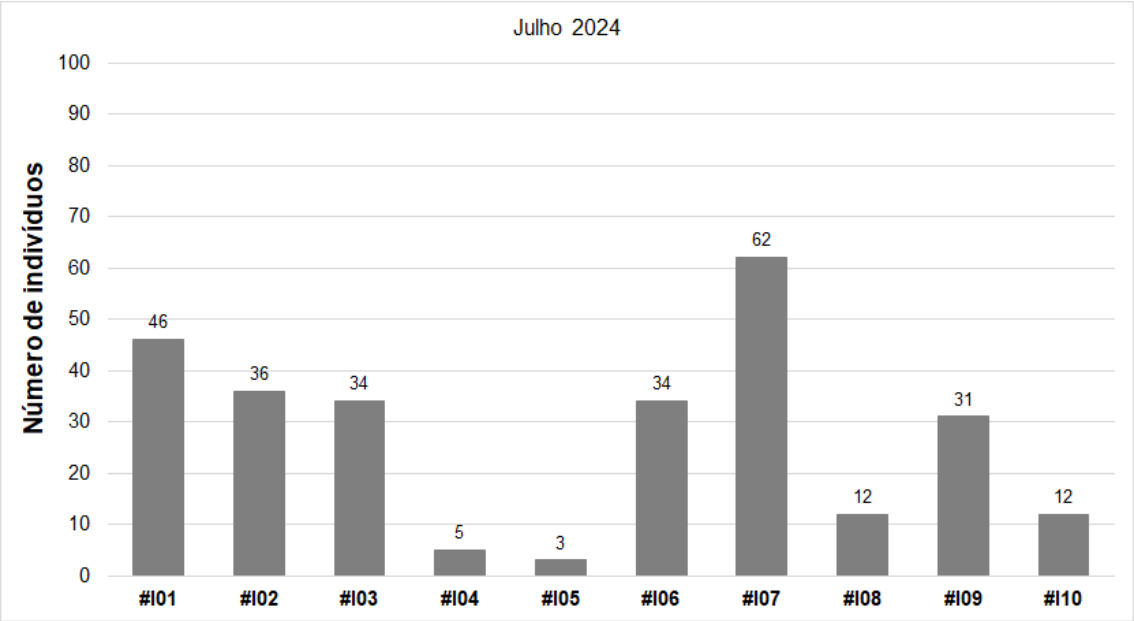


Figura 364: Número de indivíduos da carcinofauna coletados por ponto amostral durante a data de 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

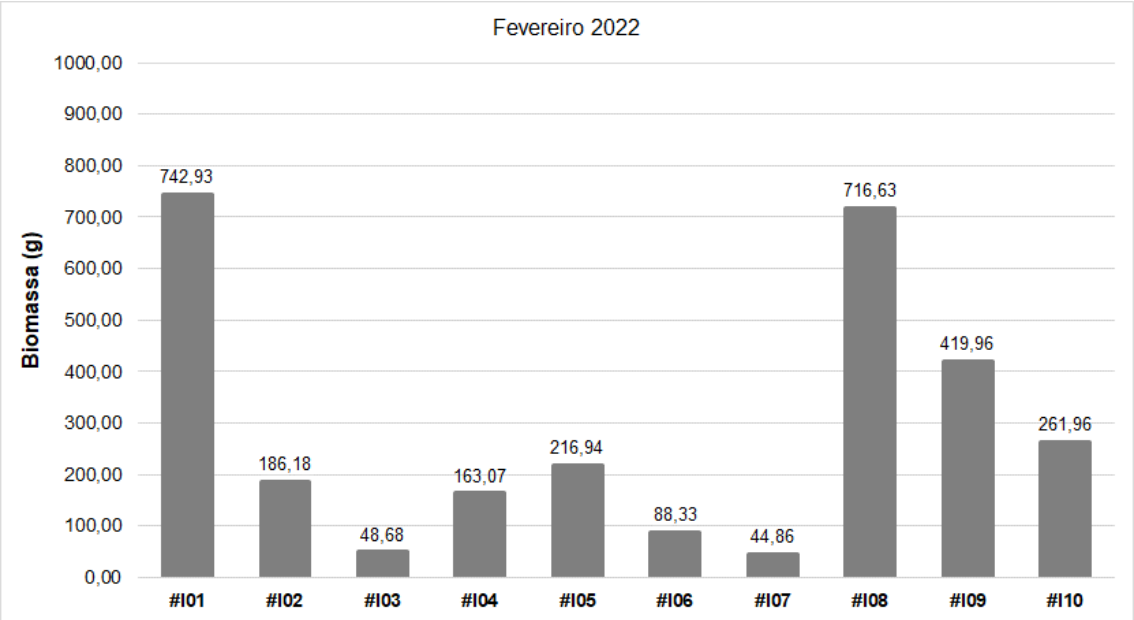


Figura 365: Biomassa da carcinofauna coletados por ponto amostral durante a data de 10/02/2012 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

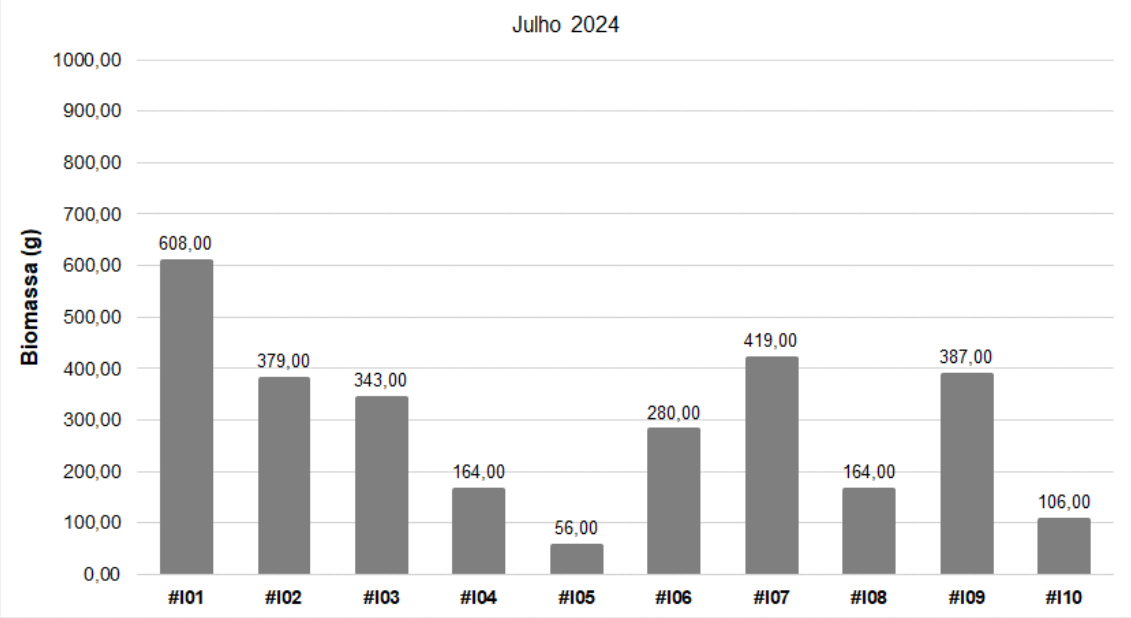


Figura 366: Biomassa da carcinofauna coletados por ponto amostral durante a data de 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

Na analises dos índices ecológicos para fevereiro de 2022, a diversidade da carcinofauna, baseada nos índices de Simpson e Shannon e riqueza de espécies, mostra que a estações amostral #I08, #I09, #I10 e #I04 apresentaram os melhores resultados, sendo que para a análise de equitabilidade os pontos #I05, #I04, e #I10 apresentaram os melhores resultados para o presente estudo (Figura 367, Figura 368 e Figura 369).

A diversidade da carcinofauna, baseada nos índices de Simpson e Shannon, mostra que a estações amostral #I01 e #I03 apresentaram maiores valores nos resultados, enquanto para riqueza de espécies foram os pontos #I06 e #I04, sendo os mais representativos para campanha. Sendo que para a análise de equitabilidade os pontos #I05 e #I08 apresentaram os melhores resultados para o presente estudo (Figura 367, Figura 368 e Figura 369).

Na Figura 370 e Figura 371 estão o acervo fotográfico das espécies da carcinofauna e fauna acompanhante catalogadas na amostragem realizada em 10/02/2012.

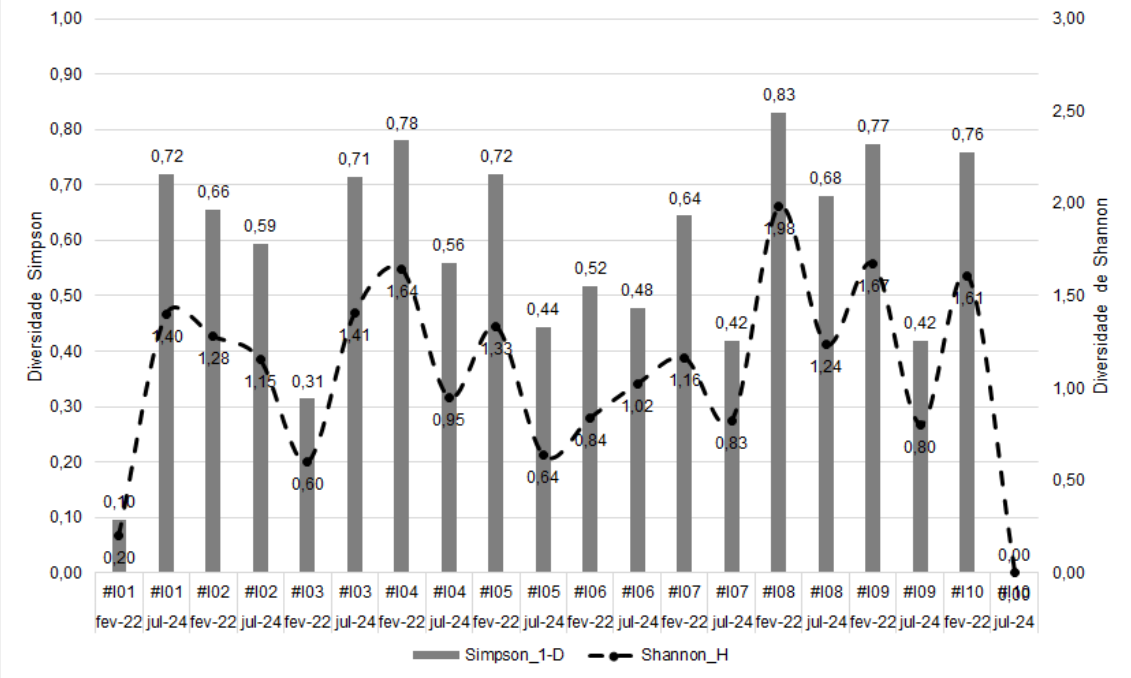


Figura 367: Variação da diversidade da carcinofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

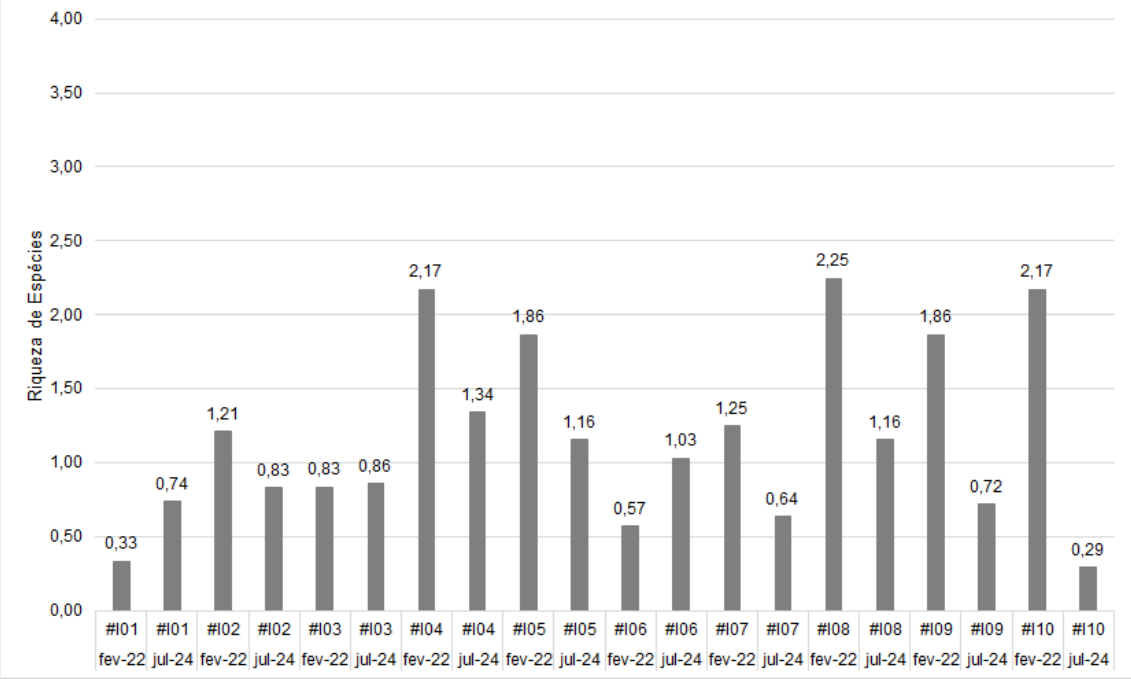


Figura 368: Variação da riqueza de espécies da carcinofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

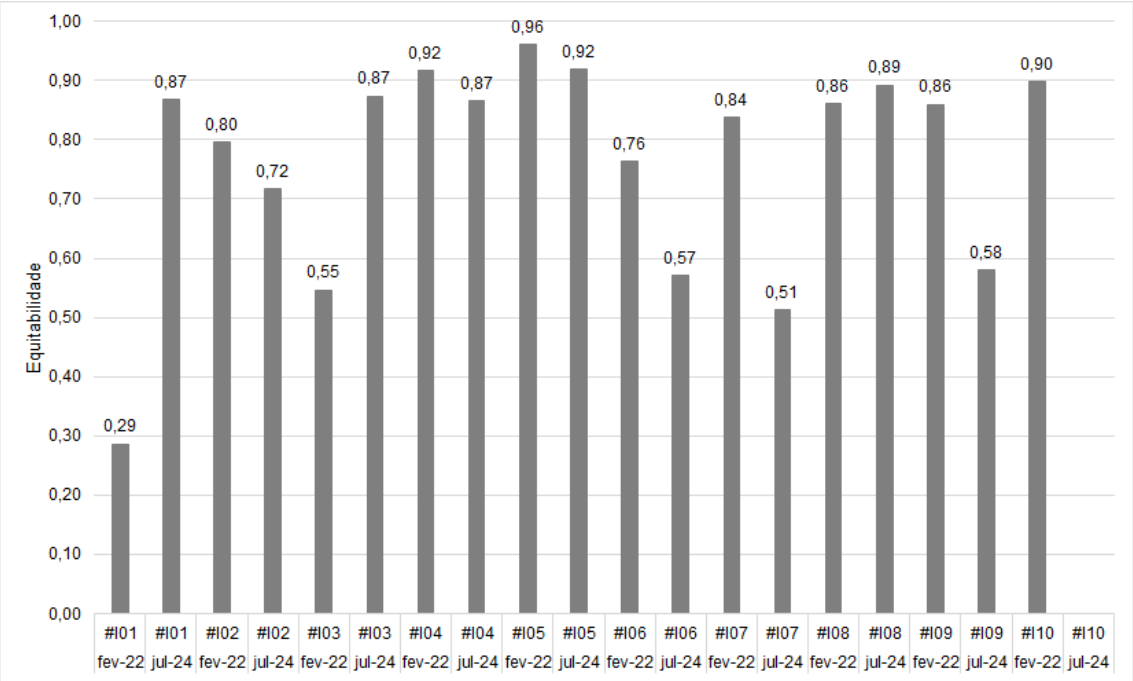


Figura 369: Variação de equitabilidade de espécies da carcinofauna por ponto amostral durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

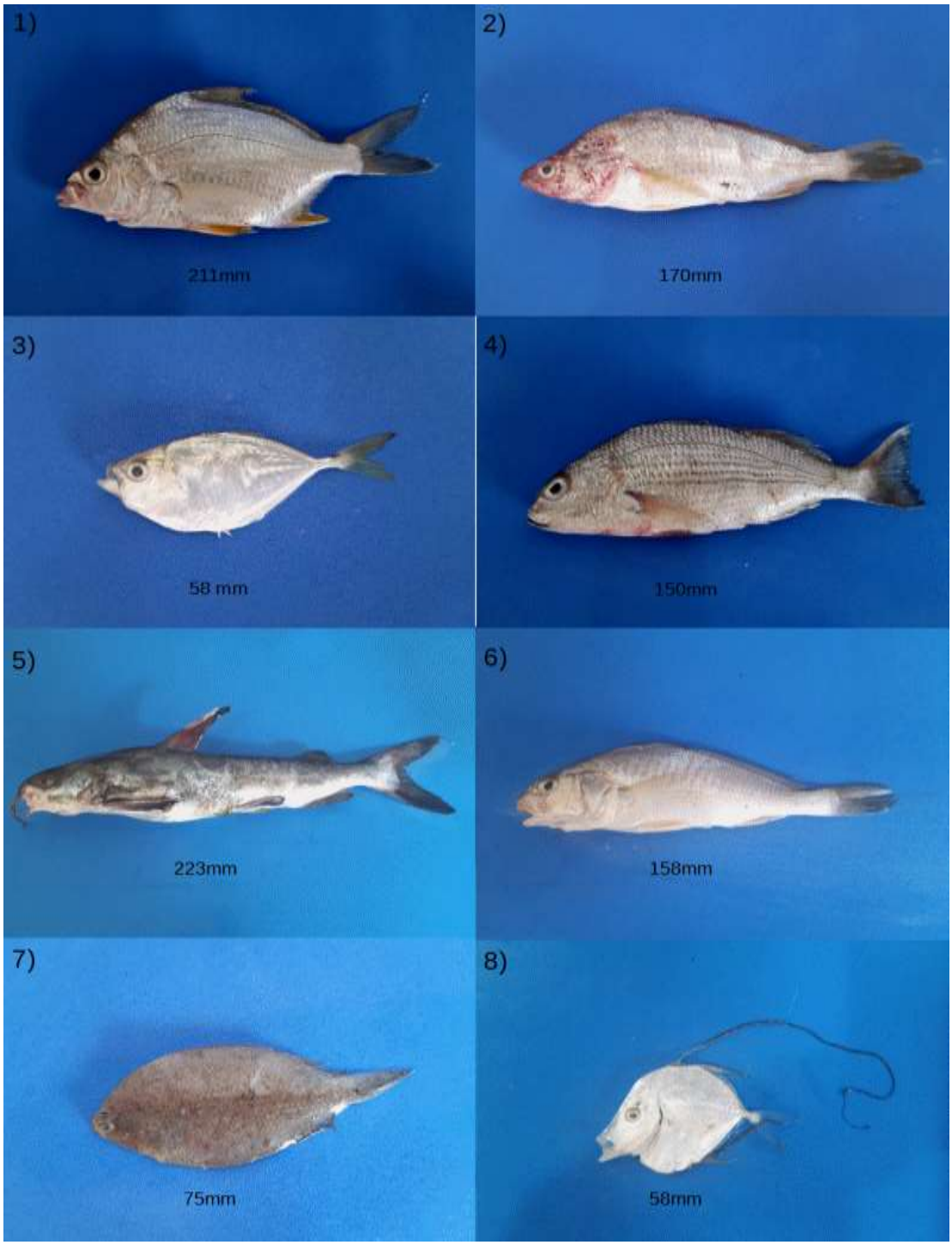


Figura 370: Espécies da ictiofauna e carcinofauna capturadas durante amostragem da comunidade de peixes coletados durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). (1. *Diapterus rhombeus*, 2., 3. Chloroscombrus *chrysurus*, 4. *Pomadasys corvinaeformis*, 5. *Genidens genidens*, 6. *Micropogonias furnieri*, 7. *Etropus crossotus*, 8. *Selene vomer*)



Figura 371: Espécies da ictiofauna e carcinofauna capturadas durante amostragem da comunidade de peixes coletados durante as datas de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). (9. *Hepatus pudibundus*, 10. *Arenaeus cribarius*, 11. *Portunus spinimanus.*, 12. *Lolliguncula brevis*, 13. *Callinectes danae*, 30. *Litopenaeus schmitti*, 31. *Strombus* sp., 32. *Luidia senegalensis*).

Durante os períodos amostrados, poucas espécies dominaram tanto em número quanto em peso. Esta pouca dominância também foi observada nas

assembleias de peixes demersais da plataforma continental brasileira (FAGUNDES NETTO & GAELZER, 1991; ROSSI-WONGTSCHOWSKI & PAES, 1993; HAIMOVICI *et al.*, 1994, 1996; HAIMOVICI, 1998; ROCHA & ROSSIWONGTSCHOWSKI, 1998; MUTO *et al.*, 2000) e em estuários e baías da região sudeste-sul do Brasil (PEREIRA, 1994; ARAÚJO *et al.*, 1998; CHAVES & BOUCHEREAU, 1999).

No caso destas amostragens as espécies mais abundantes não apresentaram a maior biomassa, sendo que estas mesmas espécies foram capturadas nos pontos mais próximo da praia, e as espécies com maiores biomassas foram coletadas na parte mais externa. Uma contribuição diferenciada para a estrutura em número e peso também foi observada em áreas costeiras expostas (HAIMOVICI *et al.*, 1996; ROCHA & ROSSIWONGTSCHOWSKI,1998; MUTO *et al.*, 2000) e em outras áreas mais protegidas (ARAÚJO *et al.*, 1998; CHAVES & BOUCHEREAU, 1999).

É aconselhável a padronização de métodos de amostragem que permitam minimizar as tendências associadas com as técnicas de coleta na comparação da composição e do padrão de abundância entre os diferentes ecossistemas. Contribuem para a subestimação da abundância peixes maiores e mais ativos, adultos agregados em cardumes, que evitam redes de arrasto, como as redes de porta e a exclusão de pequenos adultos e juvenis pela malha da rede (YOKLAVICH *et al.*, 1991). Mesmo sendo diferentes as metodologias de coleta aplicadas na região sudeste sul do Brasil, o que poderia estar contribuindo para as dissimilaridades observadas, uma maior similaridade ictiofaunística ocorre entre a Praia de Itapema e as áreas costeiras de São Paulo e do Rio de Janeiro (ARAÚJO *et al.*, 1998; ROCHA & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1998; MUTO *et al.,* 2000) e até mesmo com o litoral de Pernambuco e Alagoas (SANTOS *et al*., 1998). São grandes as diferenças na composição e abundância da ictiofauna demersal, ao compararmos os resultados do presente trabalho com os levantamentos realizados em áreas mais ao sul, algumas até mais próximas da praia de Canasvieiras (HAIMOVICI e*t al.*, 1994, 1996; PEREIRA, 1994).

Todavia um impacto moderado pode aumentar a diversidade, retirando as espécies dominantes e aumentando a quantidade de nichos e assim abrir espaço para um maior número de espécies ocuparem a mesma área. Por outro lado, se o impacto é intenso ocorre uma grande redução no número de espécies (CONNELL, 1978). A retirada do substrato de fundo nas obras de dragagem pode afetar os peixes demersais devido à remoção dos organismos bentônicos que representam uma importante fonte de alimento (DAAN et al., 1990). Uma das dificuldades para se avaliar alterações causadas por atividades como as dragagens é a inexistência de dados pretéritos. Na maioria dos casos os estudos ocorrem apenas após um impacto. Desta forma, não se conhece o estado natural do local, o que dificulta avaliar se ocorreu uma real alteração do ambiente.

5.11.2.1.4 Espécies Ameaçadas, Endêmicas, de Distribuição Restrita, de Interesse Econômico e Exóticas

Na Tabela 65 e Tabela 66 estão listadas as espécies da ictiofauna, carcinofauna e fauna acompanhante com interesse Econômico tanto na escala industrial e artesanal que foram capturadas no presente estudo.

Tabela 65: Lista das espécies de peixes com importância econômica capturada data de 10/02/2012 e 09/07/2024 e na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

Família	Espécie	Nome Comum	10/02/2022	09/07/2024	Interesse comercial
RAJIDAE	*Rioraja agassizii* (Müller & Henle, 1841)	Raia-Santa/Emplasto		X	SIM
ACHIRIDAE	*Achirus lineatus* (Linnaeus,1758)	Linguado		X	SIM
ARIIDAE	*Genidens genidens* (Cuvier, 1829)	Bagre	X	X	SIM
BELONIDAE	*Ablennes hians (Valenciennes, 1846)*	Agulha	X		SIM
CLUPEIDAE	*Pellona harroweri* (Fowler, 1917)	Sardinha	X	X	SIM
	Chirocentrodon bleeckerianus (Poey 1867)	Sardinha	X		NÃO
CARANGIDAE	*Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766)	Palombeta	X	X	SIM
	Selene vomer (Linnaeus, 1758)	Peixe-galo-de-penacho	X		SIM
	Selene setapinnis (Mitchill, 1815)	Peixe-galo		X	SIM
CYNOGLOSSIDADE	*Symphurus tessellatus* (Quoy & Gaimard, 1824)	Linguado		X	SIM
DIODONTIDAE	*Chilomycterus spinosus* (Linnaeus,1758)	Baiacu-de-espinho		X	NÃO
ENGRAULIDAE	*Cetengraulis edentulus* (Cuvier,1828)	Manjuba-boca torta	X		SIM
EPHIPPIDIDAE	*Chaetodipterus faber* (Broussonet, 1782)	Enxada	X		NÃO
GERREIDAE	*Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829)	Carapeba	X	X	SIM
HAEMULIDAE	*Pomadasys corvinaeformis* (Steindachner,1868)	Coró	X	X	SIM
	Conodon nobilis (Linnaeus, 1758)	Roncador	X	X	SIM
MONACANTHIDAE	*Cantherhines pullus* (Ranzani,1842)	Peixe-porco		X	SIM
PARALICHTHYIDAE	*Citharichthys spilopterus* Günther, 1862	Linguado	X	X	SIM
	Etropus crossotus (Jordan & Gilbert, 1882)	Linguado	X	X	SIM
	Syacium papillosum (Linnaeus, 1758)	Linguado	X		SIM
POLYNEMIDAE	*Polydactylus virginicus* (Linnaeus, 1758)	Parati-barbudo		X	SIM

Família	Espécie	Nome Comum	10/02/2022	09/07/2024	Interesse comercial
POMATOMIDAE	*Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766)	Enchova		X	SIM
SCIAENIDAE	*Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823)	Corvina	X	X	SIM
	Stellifer rastrifer (Jordan, 1889)	Cangoá	X	X	NÃO
	Stellifer brasiliensis (Schultz, 1945)	Cangoá	X		NÃO
	Menticirrhus americanus (Linnaeus,1758)	Papa-terra	X	X	SIM
	Paralonchurus brasiliensis (Steindachner, 1875)	Maria-Luísa	X	X	SIM
	Isopisthus parvipinnis (Cuvier, 1830)	Pescadinha	X	X	SIM
	Larimus breviceps (Cuvier, 1830)	Pescada-boca-torta	X	X	NÃO
	Umbrina coroides (Cuvier, 1830)	Castanha	X		SIM
	Cynoscion leiarchus (Cuvier, 1830)	Pescada-branca		X	SIM
SERRANIDAE	*Diplectrum radiale* (Quoy & Gaimard, 1824)	Michole-da-areia	X	X	NÃO
SYNODONTIDAE	*Synodus foetens* (Linnaeus, 1766)	Peixe-largato		X	NÃO
TETRAODONTIDAE	*Sphoeroides testudineus* (Linnaeus,1758)	Baiacu	X	X	NÃO
	Lagocephalus laevigatus (Linnaeus,1766)	Baiacu	X	X	NÃO
TRICHIURIDAE	*Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758	Peixe-espada	X	X	SIM
TRIGLIDAE	*Prionotus punctatus* (Bloch, 1797)	Cabrinha	X	X	SIM

Tabela 66: Lista das espécies da carcinofauna e fauna acompanhante com importância econômica capturada data de 10/02/2012 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC).

Família	Espécie	Nome Comum	10/02/2022	09/07/2024	Interesse comercial
PENAEIDAE	*Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936)	Camarão-branco	X		SIM
	Xiphopenaeus kroyeri (Heller, 1862)	Camarão-sete-barbas	X	X	SIM
SICYONIIDAE	*Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878	Camarão-rocha	X		NÃO
PORTUNIDAE	*Callinectes ornatus* Ordway,1863	Siri	X	X	NÃO
	Callinectes danae Smith, 1869	Siri	X	X	NÃO
	Callinectes sapidus Rathbun, 1896	Siri		X	NÃO
	Portunus spinimanus Latreille 1819	Siri	X		NÃO
	Arenaeus cribarius (Lamarck, 1818)	Siri-Pintado	X		NÃO
CALAPPIDAE	*Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785)	Caranguejo	X	X	NÃO
MAJIDAE	*Libinia ferreirae* Brito Capello, 1871	Caranguejo		X	NÃO
LUIDIIDAE	*Luidia senegalensis* (Lamarck, 1816)	Estrela-do-mar	X	X	NÃO
LOLIGINIDAE	*Lolliguncula brevis* (Blainville 1823)	Lula	X	X	NÃO
PAGURIDAE	*Pagurus* sp.	Ermitão	X		NÃO
STROMBIDAE	*Strombus* sp. Linnaeus, 1758	-	X		NÃO
LEUCOSSIDAE	*Persephona punctata* (Linnaeus, 1758)	Caranguejo-relógio	X		NÃO
RENILLIDAE	*Renilla* sp. Lamarck, 1816	-	X		NÃO
ASTROPECTINIDAE	*Astropecten* sp. Gray, 1840	Estrela-do-mar	X		NÃO
	Astropecten marginatus Gray, 1840	Estrela-do-mar		X	NÃO

Para as áreas onde foram realizadas nas amostragens de 10/02/2022 e 09/07/2024 na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes, foi identificado uma espécie que consta **Lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (Instrução Normativa MMA nº 3/2003)**, na **Lista de espécies de invertebrados aquáticos e carcinofauna ameaçadas de extinção (Instrução Normativa MMA nº 5/2004) ou no Livro Vermelho de Espécies Ameaçadas de Extinção** (ROSA & LIMA, 2008). Também foi identificado na **Resolução CONSEMA Nº 002, de 06 de dezembro de 2011,** reconhece a Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências e na **Portaria MMA Nº 445, de 17 de dezembro de 2014** conforme Tabela 67.

Tabela 67: Lista das espécies ameaçadas de extinção registradas nas coletas realizadas na coleta de 10/02/2022 e 09/07/2024, na Praia de Itapema e regiões costeiras adjacentes no município de Itapema (SC). (CR – Estado Crítico; VU – Vulnerável)

Ordem/Família/Espécie	**Nome popular**	**Status de conservação**		
		SC*	**BR****	**IUCN**
PAXILLOSIDA				
LUIDIIDAE				
Luidia senegalensis (Lamarck, 1816)	Estrela-do-mar	VU	VU	VU

*RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 002, de 06 de dezembro de 2011. Reconhece a Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências.
**Machado, A. B. M., Drummond, G. M., & Paglia, A. P. (2008). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. MMA; Fundação Biodiversitas.
**Portaria MMA 445/2014.

Dentre as espécies que compõe a ictiofauna, carcinofauna e fauna acompanhante coletadas neste estudo, algumas apresentam interesse econômico e são utilizadas como alimento, embora a abundância dos indivíduos não representa um estoque pesqueiro expressivo (Tabela 65 e Tabela 66). Por fim, nenhuma das espécies diagnosticada neste estudo é considerada rara ou de distribuição restrita para esta região.

5.11.2.2 Macrofauna Bentônica

5.11.2.2.1 Introdução

A distribuição, ocorrência e abundância dos organismos da macrofauna bentônica dependem muito das características ambientais predominantes, principalmente quanto às características do substrato, disponibilidade de alimento, estabilidade e características físico-químicas (Giménez et al., 2005; Gray, 1974). Desempenham importante papel na estrutura de seus habitats e de processos nas comunidades e no ecossistema (Thrush & Dayton, 2002). Sua caracterização é uma importante etapa no processo de avaliação e monitoramento dos ambientes naturais (Clarke & Warwick, 2001).

Em regiões estuarinas e na plataforma continental, a macrofauna bentônica constitui a mais importante ligação entre os produtores primários, como o fitoplâncton e a vegetação costeira, com os produtores secundários e terciários, como peixes e crustáceos (Bemvenuti et al., 1978). São elos da cadeia alimentar marinha, provendo alimento para uma grande variedade de espécies (Andersen & Kristensen, 1992; Rosa & Bemvenuti, 2006), muitas com relevante interesse econômico (Bornatowski et al., 2004). Os organismos bentônicos têm o papel de converter a matéria orgânica em biomassa animal, que servirá de alimento para peixes demersais (Amaral & Migotto, 1980; Kawakami & Amaral, 1983; Soares et al., 1993; Amaral et al., 1994).

5.11.2.2.2 Resultados e Discussão - Substrato Inconsolidado

Na campanha de fevereiro de 2022 foram coletados um total de 257 organismos, divididos em 4 filos e 43 taxa. O filo com maior densidade foi Mollusca, representado por 148 organismos (58% da fauna total). Foi seguido por Arthropoda com um total de 57 organismos (22% do total), Annelida com 30 organismos (12%) e Echinodermata com apenas 22 organismos (8% do total).

Na campanha de julho de 2024 a densidade foi consideravelmente mais elevada, com um total de 16415 organismos coletados, divididos em 10 filos e 62 taxa. O filo com maior densidade foi Mollusca, representado por 11776 organismos (72% da fauna total). Foi seguido por Annelida com 4208 organismos (26% do total) e Arthropoda com 324 organismos (2% do total). Os demais taxa somados representaram menos de 1% do total (Figura 372). Na campanha de fevereiro de 2022 o organismo com maior densidade foi Bivalvia N.Det., com um total de 50 indivíduos (19,5% do total), seguido por *Donax* sp. com um total de 26 indivíduos (10,1% do total), Ophiuroidea com 21 indivíduos (8,2% do total), e Spionidae com 19 indivíduos (7,4% do total). Já na campanha de julho de 2024 o taxa com maior densidade foi *Donax* sp. com um total de 11345 indivíduos (69,1% do total), seguido por Spionidae com um total de 3497 indivíduos (21,3% do total) (Tabela 68).

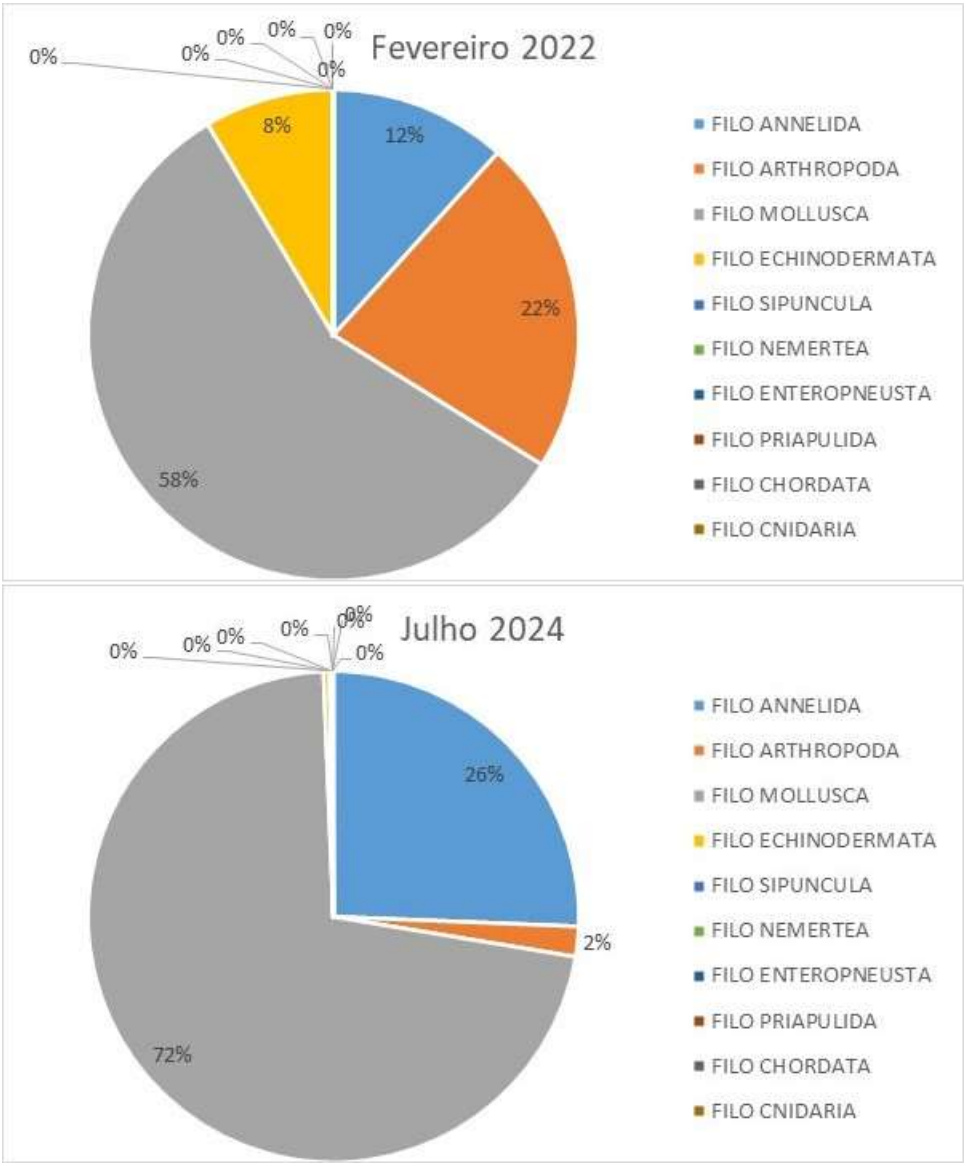


Figura 372: Contribuição de cada filo encontrado na área de estudo.

Tabela 68: Densidade dos organismos encontrados na área de estudo por ponto ambiente, total e contribuição (%).

Taxa	Fevereiro 2022		Julho 2024		Total	Contribuição (%)
	Infralitoral	Praial	Infralitoral	Praial		
FILO ANNELIDA						
CLASSE POLYCHAETA						
Ampharetidae	0	0	2	2	4	0,02%
Capitellidae	0	1	16	0	17	0,10%
Chaetopteridae	0	0	1	0	1	0,01%
Cirratulidae	1	0	12	0	13	0,08%
Flabelligeridae	1	0	23	0	24	0,14%
Goniadidae	1	0	17	0	18	0,11%

Taxa	Fevereiro 2022		Julho 2024		Total	Contribuição (%)
	Infralitoral	Praial	Infralitoral	Praial		
Glyceridae	0	2	0	2	4	0,02%
Hesionidae	0	0	1	0	1	0,01%
Longosomatidae	0	0	2	0	2	0,01%
Lumbrineridae	0	0	25	0	25	0,15%
Magelonidae	1	0	166	0	167	1,00%
Maldanidae	0	0	5	0	5	0,03%
Nephtyidae	0	0	0	2	2	0,01%
Nereididae	0	0	12	3	15	0,09%
Onuphidae	0	0	136	1	137	0,82%
Ophellidae	0	0	3	11	14	0,08%
Orbiniidae	0	0	4	8	12	0,07%
Oweniidae	0	0	45	1	46	0,28%
Paraonidae	0	0	18	0	18	0,11%
Pectinariidae	0	0	6	0	6	0,04%
Phyllodocidae	0	0	1	0	1	0,01%
Pilargidae	2	0	140	0	142	0,85%
Poecilochaetidae	0	0	7	0	7	0,04%
Polynoidae	0	0	26	0	26	0,16%
Sigalionidae	0	0	8	1	9	0,05%
Spionidae	1	18	263	3234	3516	21,09%
Syllidae	1	0	3	1	5	0,03%
Terebellidae	1	0	0	0	1	0,01%
FILO ARTHROPODA						
CLASSE MALACOSTRACA						
Albunea sp.	0	2	0	0	2	0,01%
Amphipoda	16	0	259	0	275	1,65%
Brachyura	18	0	20	0	38	0,23%
Cirolanidae	0	0	0	1	1	0,01%
Cumacea	5	0	22	0	27	0,16%
Decapoda	1	0	11	0	12	0,07%
Emerita sp.	0	0	0	2	2	0,01%
Isopoda	3	0	2	0	5	0,03%
Lepidopa sp.	0	0	0	1	1	0,01%
Paguroidea	0	0	3	0	3	0,02%
Tanaidacea	6	5	3	0	14	0,08%
CLASSE PYCNOGONIDA						
Pycnogonida	1	0	0	0	1	0,01%
FILO MOLLUSCA						
CLASSE BIVALVIA						
Bivalvia (n.det.)	47	3	0	0	50	0,30%
Abra sp.	2	0	358	0	360	2,16%

Taxa	Fevereiro 2022		Julho 2024		Total	Contribuição (%)
	Infralitoral	Praial	Infralitoral	Praial		
Adrana sp.	1	0	0	0	1	0,01%
Anadara sp.	0	0	1	0	1	0,01%
Arcidae	0	0	6	0	6	0,04%
Barbatia sp.	0	0	1	0	1	0,01%
Chione sp.	6	0	0	0	6	0,04%
Corbula sp	1	0	22	0	23	0,14%
Crenella sp.	0	0	3	0	3	0,02%
Ctena sp.	0	0	1	0	1	0,01%
Donax sp.	0	26	1	11344	11371	68,20%
Dosinia sp.	0	0	7	0	7	0,04%
Felaniella sp.	6	0	0	0	6	0,04%
Mactridae	1	0	0	0	1	0,01%
Mactra sp.	4	0	0	0	4	0,02%
Mulinia *sp.*	1	0	0	0	1	0,01%
Nucula sp.	9	0	4	0	13	0,08%
Solen sp.	4	0	1	0	5	0,03%
Strigilla sp.	2	2	0	0	4	0,02%
Tellina sp.	13	0	8	0	21	0,13%
Ungulinidae	1	0	0	0	1	0,01%
CLASSE GASTROPODA						
Calyptraea	0	0	1	0	1	0,01%
Collumbelidae	0	0	1	0	1	0,01%
Cylichna sp.	2	0	0	0	2	0,01%
Eulima sp.	0	1	0	0	1	0,01%
Hastula sp.	0	3	0	2	5	0,03%
Natica sp.	3	0	7	1	11	0,07%
Olivella sp.	1	0	0	0	1	0,01%
Terebra sp.	7	0	4	0	11	0,07%
Vitrinellidae	1	0	0	0	1	0,01%
CLASSE SCAPHOPODA						
Scaphopoda	1	0	3	0	4	0,02%
FILO ECHINODERMATA						
Echinoidea	1	0	0	0	1	0,01%
Ophiuroidea	21	0	66	0	87	0,52%
FILO SIPUNCULA						
Sipuncula	0	0	5	0	5	0,03%
FILO NEMERTEA						
Nemertea	0	0	17	0	17	0,10%
FILO ENTEROPNEUSTA						
Enteropneusta	0	0	7	0	7	0,04%
FILO PRIAPULIDA						

Taxa	Fevereiro 2022		Julho 2024		Total	Contribuição (%)
	Infralitoral	Praial	Infralitoral	Praial		
Priapulida	0	0	6	0	6	0,04%
FILO CHORDATA						
Branchiostoma	0	0	5	0	5	0,03%
FILO CNIDARIA						
Anthozoa	0	0	1	0	1	0,01%
Total	194	63	1798	14617	16672	100%

A análise de variância (ANOVA) aplicada sobre o fator ponto amostral, apresentou padrão muito distinto entre os pontos localizados no infralitoral e na praia. De modo geral, todos os descritores amostrais foram mais elevados no infralitoral. Já entre as campanhas, houve clara distinção, onde a campanha de julho de 2024 apresentou valores mais elevados para todos os descritores. Na campanha de fevereiro de 2022 a riqueza de taxa variou entre 2±0,6 no ponto #I06 até 5±1,7 no ponto #I04, enquanto no ambiente praial variou entre 0,3±0,3 em #P3-M (meso) até 2,6±1,6 em #P1-I (infra). Já na campanha de julho de 2024 a riqueza de taxa variou entre 12±4,04 em #I07 até 20±1,73 em #I10, enquanto no ambiente praial variou entre 1±0 em #P1-M até 5,6±1,2 em #P3-I. A densidade na campanha de fevereiro de 2022 variou entre 3±0,5 em #I06 até 11±4 em #I05 no infralitoral e no ambiente praial variou entre 0,3±0,3 em #P3-M até 4,3±0,3 em #P1-I; enquanto na campanha de julho de 2024 variou entre 8,6±3,4 em #I01 até 93,3±10,9 em #I03 no ambiente infralitoral e entre 2±0,5 em #P2-S até 2047±385,5 em #P3-I. Equitabilidade apresentou valores elevados em todos os pontos do infralitoral, variando entre 0,57±0,28 em #I05 até 0,97±0,02 em #I08 (fevereiro de 2022) e 0,70±0,03 em #I06 até 0,92±0,03 em #I01 (julho de 2024), enquanto no ambiente praial variou entre 0 nos pontos #P1-M, #P2-M, #P2-I e #P3-M até 1 em #P4-M até 0,90±0,09 em #P1-I (fevereiro de 2022) e 0 em #P1-M e #P1-I até 0,81±0,06 em #P2-M (julho de 2024). Diversidade se comportou da mesma forma, no ambiente infralitoral variou entre 0,59±0,32 em #I06 até 1,50±0,21 em #I08 (fevereiro de 2022) e 1,4±0,4 em #I01 até 2,5±0,06 em #I09 (julho de 2024), enquanto no ambiente praial variou entre 0 nos pontos #P1-M, #P2-M, #P2-I e #P3-M até 0,85#P1-M,

#P2-M, #P2-I e #P3-M até 0,26 em #P1-I (fevereiro de 2022) e 0 em #P1-M e P1-I até 0,6±0,04 em #P2-M (Figura 373).



Figura 373: Valores médios dos descritores ecológicos de riqueza de taxa (S), densidade (ind./0,04m²), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H') para o infralitoral (gráfico superior) e ambiente praial (gráfico inferior).

A análise de escala multidimensional não paramétrica (nMDS) indicou distinções muito claras entre as campanhas (fevereiro de 2022 e julho de 2024) e os ambientes (infralitoral e praial). No ambiente praial ainda é possível verificar a distinção entre os estratos supralitoral, mesolitoral e infralitoral (Figura 374). No ambiente infralitoral os organismos que mais contribuíram com a similaridade foram *Abra* sp., Spionidae e Amphipoda. No ambiente praial, os estratos supra e mesolitoral foram representados principalmente por Spionidae, enquanto o infralitoral foi representado por Spionidae e *Donax* sp.

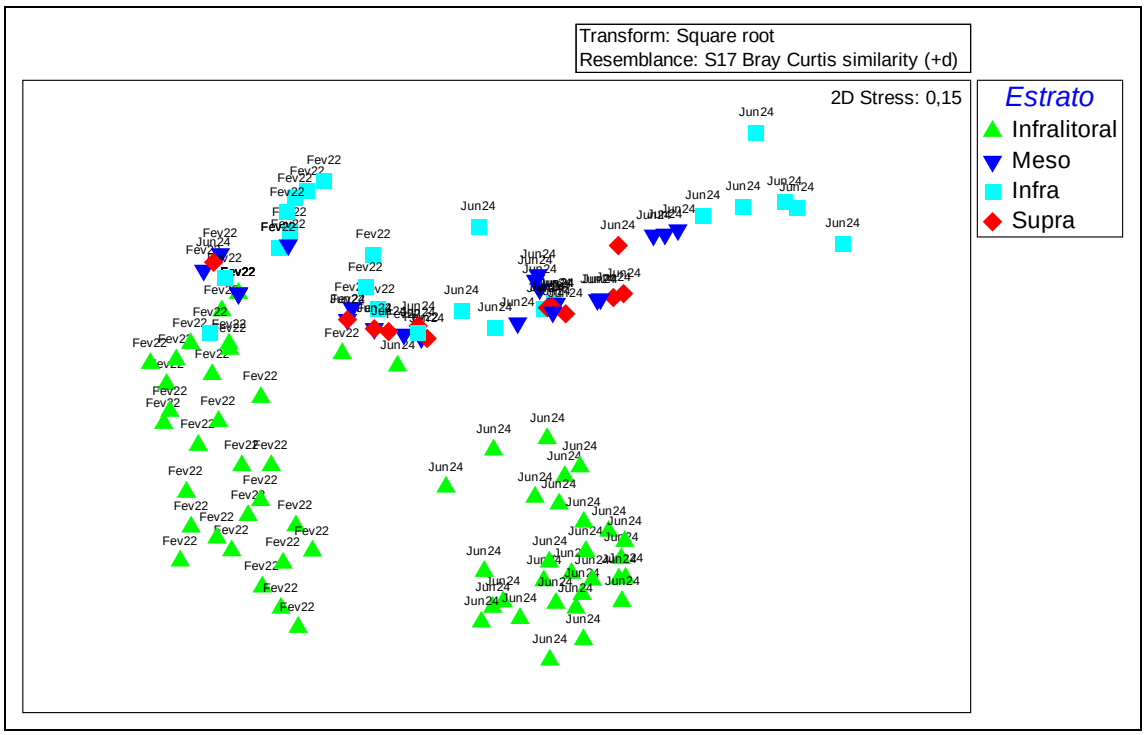


Figura 374: Análise de escala multidimensional não paramétrica (nMDS) indicando a formação de dois grupos.

No substrato inconsolidado a estrutura dos descritores ecológicos da comunidade bentônica, principalmente no que diz respeito à riqueza de espécies e abundância, sofre influência direta das condições ambientais. No ambiente praial a influência é mais dinâmica, e condições distintas de maré alteram a distribuição da biota constantemente, enquanto no ambiente infralitoral fatores como salinidade e temperatura são os fatores que mais

influenciam, porém em maior escala temporal. Outro fator que parece estar afetando diretamente a estrutura e composição da fauna bentônica de substrato inconsolidado é o tipo de substrato, variando entre arenoso no ambiente praial e lamoso na maior parte dos pontos do ambiente infralitoral. Os pontos mais rasos, localizados principalmente próximos da Ilha João da Cunha e do canto sul da praia de Itapema apresentam composição arenosa, enquanto os pontos um pouco mais profundos apresentam composição lamosa, cuja tendência é de apresentar maiores concentrações de matéria orgânica.

Cabe ressaltar que a área de estudo apresentou características ambientais similares na região estudada, principalmente no que diz respeito ao substrato e profundidade. Em relação a profundidade os pontos variaram entre 4 metros (com as características do substrato arenosas) até aproximadamente 6 metros (com as características do substrato lamosas). Estes fatores podem estar influenciando diretamente nas características da comunidade macrobentônica. Devido a menor densidade e dominância que ocorreu nos pontos arenosos, estes apresentaram maior equitabilidade, padrão que não foi visto para a diversidade.

Em estudo realizado na Baia de Schelde, localizado entre a Holanda e Bélgica, Ysebaert *et al.* (1990) encontrou padrão de distribuição muito semelhante ao encontrado no estudo atual. Seu desenho amostral foi composto por 50 pontos distribuídos ao longo da baia desde a sua porção marinha até em locais oligohalinos. No interior da baia a riqueza e diversidade foram bastante reduzidas, sendo os pontos localizados na porção oligohalina representados por apenas uma ou duas espécies, enquanto havia aumento gradativo destes descritores até a porção marinha. A abundância não apresentou padrão muito claro, mas houve tendência a ter valores mais baixos na porção marinha e mais elevados nas porções mesohalina e oligohalina, indicando maior dominância no interior da baía. Os autores afirmam que o principal fator responsável por esta distribuição da estrutura e composição está ligada ao gradiente de salinidade na área, onde as espécies respondem a este gradiente e também as características predominantes do sedimento.

Hoey *et al*. (2003) realizou um estudo na plataforma continental rasa na Bélgica para avaliar a relação entre as variáveis ambientais e a distribuição da macrofauna bentônica. Foram encontrados quatro grandes grupos, com fauna e estrutura completamente distinta um do outro. Os grupos foram formados devido principalmente às suas características granulométricas. Elevada riqueza e abundância foram encontradas em sedimentos finos arenosos, com presença de lama. Sedimentos grosseiros e com baixa concentração de lama ou matéria orgânica geralmente apresentaram baixa riqueza e abundância.

Em Caeté, no Amazonas, Rosa Filho *et al*. (2011) identificou os padrões de distribuição da macrofauna bentônica nas estações secas e chuvosas da área. Foram encontrados padrões claros de distribuição, um claro gradiente faunístico onde na estação chuvosa a salinidade e matéria orgânica explicaram a maior parte da variação da macrofauna, enquanto na estação seca a salinidade e o tamanho médio de grão foram os parâmetros mais importantes. Na estação seca a riqueza e diversidade aumentaram quanto mais próximo do baixo estuário, enquanto a densidade não variou significativamente. Na estação chuvosa todos os valores dos descritores ecológicos foram mais elevados no médio estuário.

Nota-se com os estudos citados acima que a distribuição e composição da macrofauna bentônica está relacionada primariamente principalmente com a distribuição da salinidade e as características do sedimento e presença de matéria orgânica. Fatores secundários como profundidade, presença de metais e sazonalidade também são importantes e exercem influência, mas com menor escala. Outro fator importante a ser levado em consideração é a presença humana e a influência de atividades antrópicas exercidas. Na baía de Itapema a variação de salinidade não é tão marcada e não apresenta flutuações diárias, sendo possivelmente as características do substrato e profundidade a maior influência na distribuição da macrofauna. No ambiente praial, além da pressão humana ocupando o espaço, há ainda a grande instabilidade do ambiente, que dificulta o estabelecimento de um número elevado de espécies.

O impacto das atividades antrópicas no ecossistema, principalmente os relacionados a poluição, são particularmente difíceis de avaliar devido ao elevado grau de variabilidade natural no tempo e espaço e devido a elevada dinâmica do ambiente físico. É particularmente difícil separar a variação natural dos impactos antrópicos nestas comunidades bentônicas também pelo fato de uma série de possíveis contaminantes (como fósforo, nitrogênio e carbono orgânico) apresentarem o mesmo gradiente de distribuição no ambiente que a salinidade e a porcentagem de sedimentos finos e grosseiros. De qualquer forma, existem evidências suficientes de que a distribuição da macrofauna bentônica, principalmente no que diz respeito a sua composição e estrutura sofrem influência direta de atividades antrópicas. Estes impactos tendem a ser distribuídos de forma quase homogênea por toda a extensão da área de estudo, uma vez que é um ambiente de baixa renovação de massa d'água, permitindo a acumulação de nutrientes e contaminantes como o fósforo e nitrogênio no seu interior.

Os poliquetas encontrados no substrato inconsolidado foram em sua grande maioria infaunais, de corpo relativamente pequeno, reprodução e crescimento rápido e acentuado. Segundo Fauchaud & Jumars (1979), Cirratulidae e Spionidae alimentam-se capturando partículas flutuantes através de seus palpos e são organismos não seletivos, ingerindo desde sedimentos ricos em matéria orgânica até microorganismos presentes na água. Estes organismos são muito comuns em toda a plataforma continental (Amaral & Rossi-Wongtchowski, 2004), bastante adaptados às características sedimentares das regiões que habitam.

Os anfípodas foram presentes na área de estudo. São organismos predominantemente marinhos frequentemente utilizados em estudos de avaliação de impactos ambientais e biomonitoramentos, relacionados aos distúrbios causados por ações antropogênicas ou naturais (Shyamasundari, 1973; Kahle & Zauke, 2003; Cesar *et al.*, 2004). Dentre os Crustacea, são considerados ideais para biomonitoramentos devido sua abundância, alta diversidade e inexistência de estágio larval (Biernbaum, 1979). Também são

fortemente recomendados por responderem rapidamente a alterações ocorridas no ambiente, sendo um dos primeiros organismos da macrofauna a se deslocarem do ambiente afetado (McCaulley *et al*., 1977), podendo retornar quando o mesmo voltar ao equilíbrio.

5.11.2.3 Plâncton

A plataforma continental Sudeste Sul é definida como a porção da plataforma continental Sul Atlântica que se estende ao longo da costa brasileira desde o Cabo Frio, no Estado do Rio de Janeiro, até o Chuí no Estado do Rio Grande do Sul. A região é banhada por massas de água oriundas da mistura de aportes continentais com massas de água transportadas por duas grandes correntes, destacando-se como principal a Corrente do Brasil (CB) que flui de norte para sul, a partir da latitude 10°S, transportando em suas camadas, a Água Tropical (AT) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS) (Castro et al., 2006, Godoi, 2005). Essas massas de água determinam a estrutura termohalina da região junto com os aportes continentais provenientes dos rios e influenciam diretamente a estrutura das comunidades planctônicas.

5.11.2.3.1 Zooplâncton

Introdução

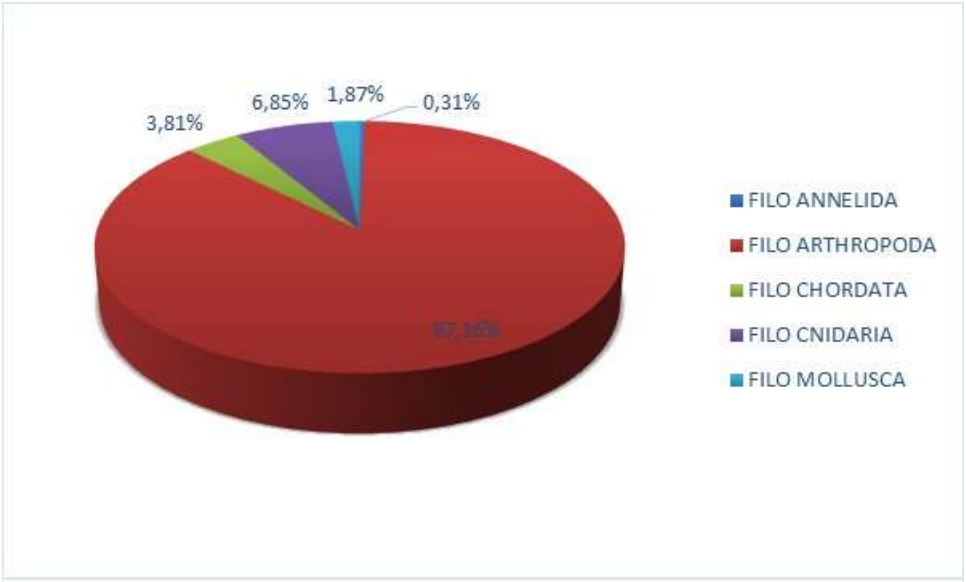
Toda a cadeia energética que alimenta pescarias em todo ambiente marinho esta baseada em processos planctônicos. A comunidade planctônica representa a base da teia alimentar pelágica nos oceanos, sendo formada por diversos grupos taxonômicos, onde o tamanho dos organismos pode variar em geral entre 0,2 e 20 mm (Brandini et al., 1997). A comunidade planctônica é constituída por plantas (fitoplâncton), animais (zooplâncton), protistas e

organismos procariontes autótrofos e heterótrofos (Brandini et al., 1997). O Zooplâncton marinho é formado por um conjunto altamente diversificado de organismos, incluindo protistas até animais de maior porte como cifomedusas e eufasiáceos (Lopes et al., 2006). Como os organismos planctônicos são transportados passivamente pela circulação marinha, sua distribuição espacial está intimamente relacionada à posição geográfica e dinâmica das massas de água (Lopes et al., 2006; Omori & Ikeda, 1984). Mudanças na comunidade planctônica ocasionam profundas modificações estruturais em todos os níveis tróficos do ecossistema marinho, pois seu caráter dinâmico com elevadas taxas reprodutivas e perdas, tem o comportamento de responder rapidamente a mudanças físico-químicas do meio aquático (Brandini et al., 1997).

Resultados e Discussão

Na campanha de fevereiro de 2022 foram coletados um total de 131188 organismos, divididos em 6 filos e 32 taxa. O filo Arthropoda foi o mais representativo, com um total de 114358 organismos (87% da densidade total). Foi seguido por Chordata com um total de 9959 organismos (8% do total), Cnidaria com um total de 3160 organismos (2% do total), Chaetognatha com um total de 2135 organismos (1% do total), Mollusca com 1054 organismos (<1% do total) e Annelida com 521 organismos (<1% do total). Na campanha de julho de 2024 foram coletados um total de 40970 organismos, divididos em 6 filos e 27 taxa. O filo Arthropoda foi o mais representativo, com um total de 38522 organismos (94% da densidade total). Foi seguido por Chordata com um total de 1317 organismos (3% do total), Cnidaria com um total de 526 organismos (1% do total), Chaetognatha com um total de 303 organismos (1% do total), Mollusca com um total de 172 organismos (1% do total) e Annelida com um total de 130 organismos (<1% do total) (Figura 375). Em ambas as campanhas a taxa com maior densidade foi Acartia lilljeborgii com um total de 38280 indivíduos na campanha de fevereiro de 2022 e 14453 indivíduos na

campanha de julho de 2024, representando 29,2% e 35,3% da densidade total, respectivamente. Outros organismos representativos na campanha de fevereiro de 2022 foram Acartia sp. com um total de 17592 indivíduos (13,4% do total) e Temora turbinata com um total de 16334 indivíduos (12,5% do total), enquanto na campanha de julho de 2024 outros organismos representativos foram Temora turbinata com 6724 indivíduos (16,6% do total), Acartia sp. com 5586 indivíduos (13,6% do total) e Paracalanus sp. com 4454 indivíduos (10,9% do total) (Tabela 69 e Tabela 70).



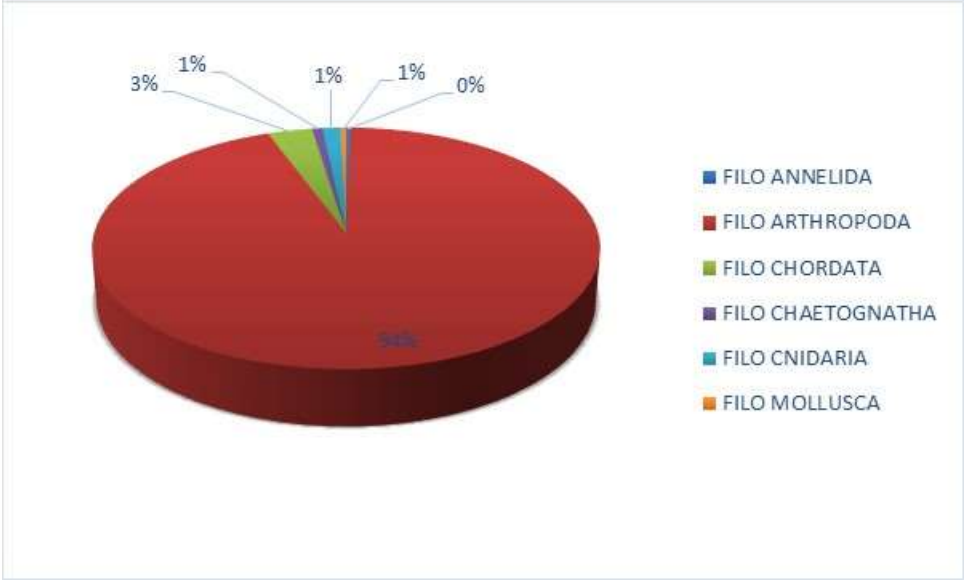


Figura 375: Densidade dos filos do zooplâncton encontrados na área de estudo na campanha de fevereiro de 2022 (superior) e julho de 2024 (inferior).

Tabela 69: Densidade dos organismos zooplânctonicos por ponto amostral, densidade total e contribuição (%). Campanha fevereiro 2022.

Taxa	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	Total	Contribuição (%)
FILO ANNELIDA												
CLASSE POLYCHAETA												
Polychaeta	0	182	0	144	0	0	0	0	195	0	521	0,4%
FILO ARTHROPODA												
SUBFILO CRUSTACEA												
CLASSE BRANCHIOPODA												
ORDEM DIPLOSTRACA												
FAMÍLIA PODONIDAE												
Pseudevadne tergestina	0	0	0	0	255	0	0	186	0	0	440	0,3%
FAMÍLIA SIDIDAE												
Penilia avirostris	0	0	409	793	764	0	0	186	584	188	2924	2,2%
CLASSE HEXANAUPLIA												
SUBCLASSE COPEPODA												
Copepodito	0	0	0	0	509	105	0	0	195	0	809	0,6%
ORDEM CALANOIDA												
FAMÍLIA ACARTIIDAE												
Acartia (Odontacartia) lilljeborgii	7174	6197	2319	3459	11080	944	769	3899	1233	1206	38280	29,2%
Acartia sp.	969	1641	500	360	3821	1189	476	854	5709	2073	17592	13,4%
FAMÍLIA CENTROPAGIDAE												
Centropages sp.	0	0	0	0	0	105	73	0	0	75	254	0,2%
FAMÍLIA PARACALANIDAE												
P*aracalanus quasimodo*	840	0	455	1369	637	210	439	0	908	0	4858	3,7%
Paracalanus sp.	1357	729	1546	2378	1910	0	1427	186	2271	565	12370	9,4%
FAMÍLIA TEMORIDAE												
Temora sp.	711	911	0	649	509	175	0	0	0	716	3671	2,8%
Temora turbinata	194	1519	682	2234	6240	629	695	446	1168	2526	16334	12,5%
ORDEM CYCLOPOIDA												
FAMÍLIA CORYCAEIDAE												
Corycaeus (Onchocorycaeus) giesbrechti	969	729	455	1153	2674	0	183	408	714	188	7474	5,7%
Corycaeus sp.	0	243	0	288	0	175	0	0	0	0	706	0,5%
Farranula gracilis	517	0	0	0	382	0	0	0	0	0	899	0,7%
ORDEM POECILOSTOMATOIDA												
FAMÍLIA SAPPHIRINIDAE												

Taxa	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	Total	Contribuição (%)
Copilia sp.	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	110	0,1%
CLASSE MALACOSTRACA												
ORDEM AMPHIPODA												
Amphipoda	0	182	0	216	0	0	0	0	0	0	398	0,3%
ORDEM DECAPODA												
Megalopa	0	0	0	0	0	35	0	0	0	75	110	0,1%
Protozoea	0	0	136	288	0	70	0	0	130	188	813	0,6%
Zoea	0	61	45	144	637	35	73	149	0	75	1219	0,9%
FAMÍLIA LUCIFERIDAE												
Belzebub faxoni	0	0	0	0	255	0	0	0	0	75	330	0,3%
CLASSE TECOSTRACA												
SUBCLASSE CIRRIPEDIA												
Naupliu Cirripedia	0	0	0	0	1656	769	952	0	973	415	4764	3,6%
FILO CHORDATA												
CLASSE ACTINOPTERI												
SUBCLASSE TELEOSTEI												
Teleostei	646	1033	500	360	1146	1189	403	705	908	716	7608	5,8%
CLASSE APPENDICULARIA												
ORDEM COPELATA												
FAMÍLIA OIKOPLEURIDAE												
Oikopleura (Vexillaria) dioica	194	304	91	144	0	0	110	0	130	0	972	0,7%
Oikopleura sp.	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	0,1%
FAMÍLIA FRITILLARIIDAE												
FritillariIdae	582	243	0	360	0	0	0	0	0	0	1185	0,9%
FILO CHAETOGNATHA												
CLASSE SAGITTOIDEA												
ORDEM APHRAGMOPHORA												
FAMÍLIA SAGITTIDAE												
Parasagitta tenuis	259	61	0	0	637	35	73	0	130	0	1194	0,9%
Parasagitta sp.	0	365	0	144	255	0	0	0	65	113	941	0,7%
FILO CNIDARIA												
CLASSE HYDROZOA												
Hydrozoa	323	365	91	0	764	175	0	0	130	226	2074	1,6%
Siphonophorae	194	0	91	0	0	175	0	111	130	0	701	0,5%

Taxa	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	Total	Contribuição (%)
ORDEM LIMNOMEDUSAE												
FAMÍLIA GERYONIIDAE												
Liriope tetraphylla	129	0	0	0	0	70	0	111	0	75	386	0,3%
FILO MOLLUSCA												
CLASSE BIVALVIA												
Veliger Bivalvia	0	122	0	144	0	0	110	111	130	75	692	0,5%
ORDEM THECOSOMATA												
FAMILIA CAVOLINIIDAE												
Creseis acicula	0	122	0	0	127	0	0	0	0	113	362	0,3%
Total	15252	15008	7321	14630	34259	6085	5893	7352	15700	9688	131188	100%

Tabela 70: Densidade dos organismos zooplânctonicos por ponto amostral, densidade total e contribuição (%). Campanha julho de 2024.

Taxa	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	Total	Contribuição (%)
FILO ANNELIDA												
CLASSE POLYCHAETA												
Polychaeta	0,00	25,71	0,00	33,99	0,00	45,84	24,07	0,00	0,00	0,00	129,61	0%
FILO ARTHROPODA												
SUBFILO CRUSTACEA												
CLASSE HEXANAUPLIA												
SUBCLASSE COPEPODA												
Copepodito	44,27	0,00	37,55	0,00	116,09	0,00	16,05	83,34	0,00	0,00	297,29	1%
ORDEM CALANOIDA												
FAMÍLIA ACARTIIDAE												
Acartia (Odontacartia) lilljeborgii	516,45	1439,78	225,32	2022,23	7661,72	756,35	144,41	520,88	844,18	321,65	14452,98	35%
Acartia sp.	88,53	745,60	732,30	526,80	1509,13	458,39	120,34	854,24	76,74	474,02	5586,10	14%
FAMÍLIA CENTROPAGIDAE												
Centropages sp.	0,00	0,00	0,00	16,99	0,00	45,84	0,00	0,00	30,70	0,00	93,53	0%

Taxa	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	Total	Contribuição (%)
FAMÍLIA PARACALANIDAE												
P*aracalanus quasimodo*	73,78	282,81	0,00	0,00	232,17	252,12	144,41	270,86	76,74	440,16	1773,05	4%
Paracalanus sp.	280,36	694,18	337,99	135,95	193,48	527,15	264,76	1208,44	506,51	304,72	4453,53	11%
FAMÍLIA TEMORIDAE												
Temora sp.	162,31	128,55	93,88	0,00	0,00	114,60	152,44	229,19	46,05	253,94	1180,95	3%
Temora turbinata	1121,44	848,44	1258,06	254,90	425,65	435,47	272,78	312,53	659,99	1134,25	6723,52	16%
ORDEM CYCLOPOIDA												
FAMÍLIA CORYCAEIDAE												
Corycaeus (Onchocorycaeus) giesbrechti	59,02	128,55	206,55	67,97	425,65	183,36	32,09	354,20	168,84	152,36	1778,59	4%
Corycaeus sp.	44,27	308,52	93,88	0,00	0,00	68,76	0,00	41,67	0,00	50,79	607,89	1%
Farranula gracilis	0,00	0,00	0,00	33,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,99	0%
ORDEM POECILOSTOMATOIDA												
FAMÍLIA SAPPHIRINIDAE												
Copilia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,02	0,00	0,00	0,00	8,02	0%
CLASSE MALACOSTRACA												
ORDEM AMPHIPODA												
Amphipoda	0,00	25,71	93,88	33,99	193,48	45,84	8,02	20,84	30,70	50,79	503,24	1%
ORDEM DECAPODA												
Protozoea	29,51	0,00	37,55	50,98	193,48	45,84	32,09	41,67	46,05	33,86	511,03	1%
Zoea	14,76	0,00	56,33	16,99	193,48	0,00	0,00	41,67	30,70	0,00	353,93	1%
FAMÍLIA LUCIFERIDAE												
Belzebub faxoni	0,00	0,00	18,78	0,00	77,39	0,00	0,00	20,84	30,70	16,93	164,63	0%
FILO CHORDATA												
CLASSE ACTINOPTERI												
SUBCLASSE TELEOSTEI												
Teleostei	73,78	77,13	37,55	101,96	154,78	137,52	0,00	62,51	46,05	50,79	742,06	2%

Taxa	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	Total	Contribuição (%)
CLASSE APPENDICULARIA												
ORDEM COPELATA												
FAMÍLIA OIKOPLEURIDAE												
Oikopleura (Vexillaria) dioica	59,02	51,42	18,78	0,00	77,39	22,92	0,00	62,51	0,00	0,00	292,04	1%
Oikopleura sp.	0,00	0,00	18,78	0,00	0,00	22,92	0,00	0,00	30,70	0,00	72,39	0%
FAMÍLIA FRITILLARIIDAE												
FritillariIdae	29,51	51,42	0,00	0,00	0,00	114,60	0,00	0,00	15,35	0,00	210,88	1%
FILO CHAETOGNATHA												
CLASSE SAGITTOIDEA												
ORDEM APHRAGMOPHORA												
FAMÍLIA SAGITTIDAE												
Parasagitta tenuis	29,51	51,42	0,00	0,00	0,00	45,84	8,02	0,00	0,00	33,86	168,65	0%
Parasagitta sp.	29,51	0,00	56,33	16,99	0,00	0,00	16,05	0,00	15,35	0,00	134,23	0%
FILO CNIDARIA												
CLASSE HYDROZOA												
Hydrozoa	14,76	51,42	0,00	33,99	38,70	45,84	8,02	0,00	0,00	16,93	209,65	1%
Siphonophorae	29,51	0,00	37,55	0,00	38,70	22,92	0,00	62,51	30,70	0,00	221,88	1%
ORDEM LIMNOMEDUSAE												
FAMÍLIA GERYONIIDAE												
Liriope tetraphylla	14,76	0,00	37,55	0,00	0,00	0,00	0,00	41,67	0,00	0,00	93,98	0%
FILO MOLLUSCA												
CLASSE BIVALVIA												
Veliger Bivalvia	0,00	0,00	56,33	0,00	116,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,42	0%
Total	2715,06	4910,67	3454,96	3347,72	11647,37	3392,10	1251,58	4229,55	2686,02	3335,04	40970,07	100%

Os descritores ecológicos de riqueza de taxa, densidade, equitabilidade e diversidade não apresentaram nenhum padrão evidente entre os pontos amostrais e foram, de modo geral, muito semelhantes, indicando bastante homogeneidade na área de estudo. Já entre as campanhas amostrais o único descritor que apresentou distinção clara foi a densidade, que foi maior na campanha de fevereiro de 2022. A riqueza de taxa apresentou valores muito similares, de 12 a 19 na campanha de fev/22 e 14 a 19 na campanha de jul/24. Densidade foi de 5893 a 34259 ind./m³ na campanha de fev/22 e de 1251 a 11647 ind./m³ na campanha de jul/24. Equitabilidade apresentou valores elevados em todas as amostras, variando entre 0,68 a 0,84 na campanha de fev/22 e 0,50 até 0,81 na campanha de jul/24. A diversidade também apresentou valores elevados, de 1,68 a 2,36 na campanha de fev/24 e 1,43 até 2,40 na campanha de jul/24 (Figura 376).

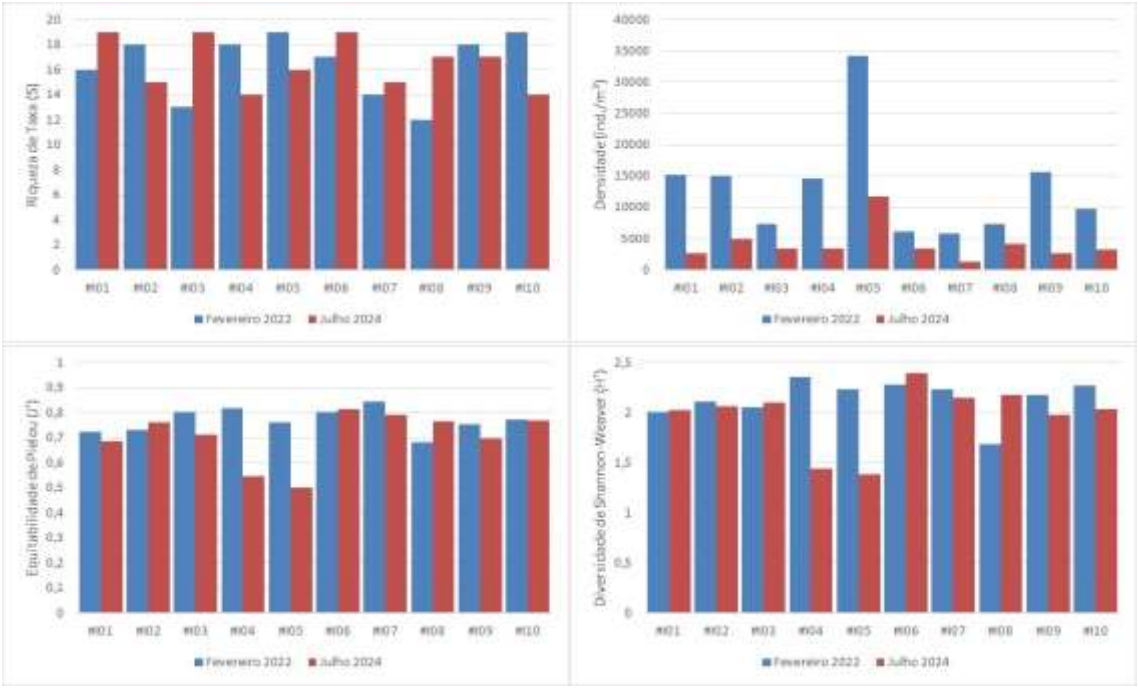


Figura 376: Valores de riqueza de taxa (S), densidade (ind./m³), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H') para o zooplâncton nas campanhas de fevereiro de 2022 e julho de 2024.

Os organismos pertencentes ao zooplâncton mais abundantes neste estudo foram *Acartia lilljeborgii, Acartia* sp., *Temora turbinata* e *Paracalanus* sp. em ambas as campanhas. Estes foram os organismos que caracterizaram área de estudo da enseada de Itapema.

A distribuição do zooplâncton foi bastante semelhante ao encontrado por Salvador, 2012 em área costeira na Baía de Paranaguá, onde as maiores abundâncias foram encontradas na região próxima ao porto de Paranaguá, local que corresponde a região polihalina do estuário, cuja salinidade apresenta grande variabilidade (entre 18<30). Esta abundancia mais elevada possivelmente esta relacionada a fatores como salinidade e nutrientes orgânicos, pois nesta região ocorre entrada de efluentes domésticos, o que eleva a presença de nutrientes orgânicos e consequentemente aumenta a abundância de organismos fitoplanctônicos e zooplanctônicos.

Padrão semelhante ao deste estudo foi encontrado também por Lopes *et al*. (1998), que realizou um estudo também na região de Paranaguá no inverno de 1993 e verão de 1994. Os gêneros mais abundantes e representativos encontrados foram *Acartia, Paracalanus, Parvocalanus, Temora, Pseudodiaptomus, Oithona* e *Euterpina*. *Acartia* e *Oithona* foram encontradas principalmente nos trechos intermediários do estuário, associadas a outras espécies que suportam maiores variações de salinidade. Espécies marinho-euhalinas como *Temora turbinata*, *Paracalanus quasimodo, Oithona simplex* e *Euterpina acutifrons* ocorreram em baixas salinidades, mas foram mais abundantes na área externa influenciadas pela água costeira. Do mesmo modo que no estudo atual, as maiores abundâncias ocorreram nos setores que correspondem a salinidade variando entre 15 a 30. Isso demostra a grande influência continental que ocorre na enseada de Itapema.

As espécies encontradas são tipicamente estuarinas, e neste estudo foram encontrados em toda a área. Este resultado está atrelado possivelmente a influência continental no ambiente.

O organismo *Temora turbinata* é uma espécie invasora e originária do hemisfério norte, teve seus primeiros registros nos anos 90 e acredita-se que chegou em águas brasileiras através de água de lastro. Foi encontrada neste estudo em todas as amostras e sempre em densidade elevada.

O predomínio de *Arcatia* sp., *Temora* sp. e *Paracalanus* sp*.* é característico da presença de AC. Lopes *et al.,* (2006) descreveram que *Paracalanus* sp*.* e *Arcatia* sp. são abundantes em regiões costeiras onde a drenagem de águas continentais favorecem seu desenvolvimento. A fauna foi composta por uma comunidade zooplanctônica que reflete a presença de massa de água costeira AC e forte influência de drenagem de aportes continentais. De modo geral, períodos mais quentes apresentaram abundância mais elevada do que nos meses frios. Essa diferença ocorre pelas condições climáticas dos períodos analisados, nos períodos quentes ocorre a maior incidência de luz e as temperaturas elevadas unidas a cargas de nutrientes de aportes continentais na região costeira, promove condições adequadas para uma elevada produção primária (fitoplâncton) e consequentemente pela disponibilidade de alimento uma maior produção secundária (zooplâncton) (Brandini *et al.,* 1997 e 2006; Lopes *et al.,* 2006; Braga & Niencheski *et al.,* 2006). Porém nos meses mais frios, a redução da intensidade luminosa, menores temperaturas d´água e alta turbulência gerada pela entrada de frentes frias reduz a produção primária e consequentemente a produção secundária no ambiente (Brandini *et al.,* 1997 e 2006; Lopes *et al.,* 2006; Braga & Niencheski *et al.,* 2006).

Nos meses mais quentes a comunidade zooplanctônica apresenta uma contribuição maior do meroplâncton e protozooplâncton bem como uma grande participação de copepoda, característico de condições hidrográficas de massas d'água costeira e onde há drenagem de águas continentais (Brandini *et al.,*1997; Lopes *et al.,* 2006). Segundo Lopes *et al.,* (2006) os Arthropoda encontrados são abundantes na região costeira em estuários da região sul e onde ocorre a presença da AC. Sua distribuição foi disposta por toda a área amostrada sendo o zooplâncton praticamente composto pelo filo Arthropoda.

Os demais filos do zooplâncton coletados foram poucos representativos em termos de concentração.

5.11.2.3.2 Fitoplâncton

Introdução

Por definição, fitoplâncton é o conjunto de micro-organismos fotossintetizantes adaptados a viverem suas vidas em parte ou continuamente no ambiente aquático (Reynolds, 2006). Estes vegetais flutuantes encontrados em lagos e oceanos variam em sua abundância e diversidade mesmo em localidades muito próximas (Fogg & Thake, 1987). No fitoplâncton incluem representantes de diversos grupos de algas e bactérias, e certos fungos em determinados estágios de vida (Reynolds, 1993).

Por serem produtores primários, que vivem suspensos na coluna d'água, são considerados a base dos ecossistemas aquáticos. Assim como os vegetais, os organismos do fitoplâncton possuem clorofila que lhes permite realizar fotossíntese. Apresentam também pigmentos que lhes conferem diferentes colorações (Willians et. al. 2002). São de vida unicelular vivendo isoladas, filamentosas unidas pelas extremidades e coloniais formando conglomerados. Em situações de estresse, esses organismos podem se comportar basicamente de duas maneiras: 1ª a diversidade de espécies será reduzida em um estado mínimo sustentável tanto em momentos de mínimo distúrbio quanto em situações de distúrbio intenso; 2ª a diversidade atingirá o máximo em situações intermediárias de distúrbio. Por estes motivos é difícil determinar as reais causas nas mudanças com relação à abundância e diversidade de espécies fitoplanctônicas (Olrik & Nauwerck, 1993).

Resultados e Discussão

Na campanha de fevereiro de 2022 foram coletadas um total de 33780697 células pertencentes ao fitoplâncton, divididas em 7 filos, 7 classes e 124 taxa. A classe que apresentou maior densidade foi Bacillariophyceae com um total de 32969845 células, representando 98% da densidade total. Foi seguida por Dinophyceae com um total de 684020 células, representando 2% do total. Chlorophyceae, Cyanophyceae, Chrysophyceae, Euglenophyceae e Ebriophyceae foram pouco representativas ou ocorreram apenas nas amostras qualitativas, todas com <1% da densidade total. Na campanha de julho de 2024 foram coletadas 1038000 células pertencentes ao fitoplâncton, divididas em 5 filos, 5 classes e 95 taxa. A classe que apresentou maior densidade foi Bacillariophyceae com um total de 1010100 células, representando 97% da densidade total. Foi seguida por Cyanophyceae, com um total de 21500 células (2% do total). Dinophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Euglenophyceae e Ebriophyceae foram pouco representativas ou ocorreram apenas nas amostras qualitativas, todas com <1% da densidade total (Figura 377). A espécie com maior densidade encontrada foi Skeletonema spp. em ambas as campanhas, com um total de 14596670 células na campanha de fevereiro de 2022 e 938900 células na campanha de julho de 2024. Outras espécies com maior densidade na campanha de fevereiro de 2022 foram Dactylosolen fragilissimus com um total de 4995108 células e Pseudo-nitzschia complexo delicatissima com um total de 3921441 células. Na campanha de julho de 2024 outras espécies com maior densidade foram Pseudo-nitzschia complexo delicatissima com 25300 células, Oscillatoria sp. com 10900 células e Johannesbaptistia pelucida com 10600 células (Tabela 71 e Tabela 72).

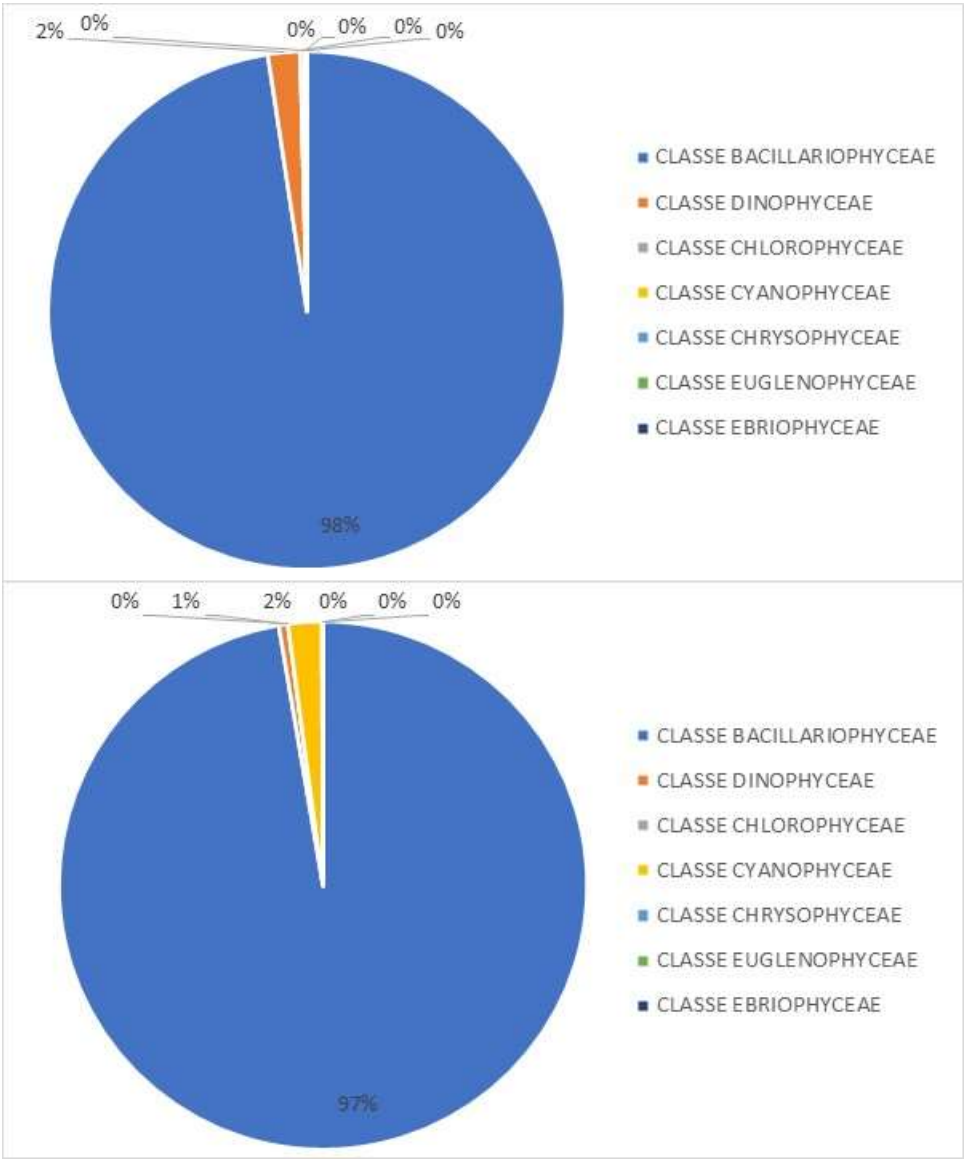


Figura 377: Densidade das classes pertencentes ao fitoplâncton encontradas na área de estudo. Superior campanha de fevereiro de 2022, inferior campanha de julho de 2024.

Tabela 71: Densidade das espécies pertencentes ao fitoplâncton para cada amostra (cél./L) e densidade total. Campanha de fevereiro de 2022.

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	
FILO OCHROPHYTA																					
CLASSE BACILLARIOPHYCEAE																					
ORDEM BACILLARIALES																					
FAMÍLIA BACILLARIACEAE																					
Cylindrotheca closterium	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20.580	1.800	2.200	8.232	41.600	30.727	4.749	28.495	600	400	139.383
Nitzschia closterium						x															
Nitzschia reversa	x	x	x	x	x	x				x	4.116	1.000	1.800	4.116	5.200	10.242	-	-	-	-	26.474
Pseudo-nitzschia complexo *seriata*		x								x	-	26.000	-	-	-	-	-	-	-	-	26.000
Pseudo-ntzschia complexo *delicatissima*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	284.004	286.000	355.800	432.180	603.200	532.606	351.443	508.168	370.440	197.600	3.921.441
ORDEM COSCINODISCALES																					
FAMÍLIA COSCINODISCACEAE																					
Coscinodiscus sp. 1						x															
Coscinodiscus sp. 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	200	100	-	200	333	-	-	200	-	1.033
Coscinodiscus sp. 3																					
Coscinodiscus wailesii	x		x	x	x	x	x	x	x		-	-	-	-	-	-	-	-	400	-	400
ORDEM CHAETOCEROTALES																					
FAMÍLIA CHAETOCEROTACEAE																					
Chaetoceros affinis	x		x	x						x	37.044	-	17.800	24.696	-	-	-	-	-	1.600	81.140
Chaetoceros castracanei	x		x	x			x		x		1.332	-	-	200	-	-	-	-	-	-	1.532
Chaetoceros curvisetus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	238.728	41.600	143.200	164.640	187.200	133.152	23.746	94.985	131.712	5.000	1.163.963
Chaetoceros compressus	x	x	x	x		x			x		53.508	2.000	3.200	1.600	-	79.443	-	-	4.000	-	143.751
Chaetoceros decipiens	x				x	x		x	x	x	6.660	-	-	-	104.000	30.727	-	1.000	2.600	20.800	165.787
Chaetoceros danicus	x					x	x				4.116	-	-	-	-	30.720	37.994	-	-	-	72.830
Chaetoceros didymus	x	x	x	x	x	x	x	x			61.740	26.000	25.600	20.580	12.800	61.455	37.994	28.495	-	-	274.664

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	
Chaetoceros laciniosus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	69.972	5.000	81.400	98.784	176.800	30.727	185.220	289.703	90.552	31.200	1.059.358
Chaetoceros laevis					x	x	x				-	-	-	-	57.200	2.664	1.600	-	-	-	61.464
Chaetoceros lorenzianus	x	x	x	x	x	x	x	x	x		8.232	5.400	11.400	12.432	140.400	40.970	42.743	14.248	32.928	-	308.753
Chaetoceros wighamii	x	x	x		x	x	x		x	x	49.392	10.400	8.600	-	114.400	81.939	14.248	-	24.696	41.600	345.275
Chaetoceros peruvianus		x	x	x	x	x	x		x	x	-	800	600	1.000	400	999	1.000	-	200	1.000	5.999
Chaetoceros socialis		x			x		x	x	x	x	-	31.200	-	-	197.600	-	47.492	37.994	1.200	26.000	341.486
Chaetoceros subtilis	x	x	x	x	x			x			12.348	15.600	16.800	28.812	83.200	-	-	14.248	-	-	171.008
Chaetoceros sp. 1										x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.600	14.600
ORDEM CYMATOSIRALES																					
FAMÍLIA CYMATOSIRACEAE																					
Campylosira cymbelliformis					x	x															
ORDEM FRAGILARIALES																					
FAMÍLIA FRAGILARIACEAE																					
Asterionellopsis glacialis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	271.656	291.200	197.600	156.408	280.800	460.909	213.715	128.229	214.032	72.800	2.287.349
ORDEM HEMIAULALES																					
FAMÍLIA HEMIAULACEAE																					
Cerataulina pelagica	x	x	x		x	x	x	x	x		8.232	10.400	-	-	20.800	10.242	9.498	4.749	1.000	-	64.921
Climacodium frauenfeldianum	x	x	x	x		x	x	x	x	x	-	1.800	-	-	-	999	-	-	-	-	2.799
Eucampia cornuta	x	x	x	x	x	x	x	x		x	4.116	600	400	800	10.400	2.331	800	1.200	-	400	21.047
Eucampia zodiacus		x	x		x	x	x	x	x	x	-	800	-	-	1.000	666	-	-	400	-	2.866
Hemiaulus hauckii	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2.664	15.600	23.200	37.044	41.600	20.485	23.746	52.242	16.464	10.400	243.445
Hemiaulus membranaceus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	666	800	100	200	800	333	400	1.400	800	1.000	6.499
Hemiaulus sinensis	x					x	x	x	x												
ORDEM LEPTOCYLINDRALES																					
FAMÍLIA LEPTOCYLINDRACEAE																					

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	
Leptocylindrus danicus	x	x	x	x	x	x		x	x	x	24.606	26.000	19.500	20.580	10.400	2.997	-	25.146	2.400	1.600	133.229
Leptocylindrus minimus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	57.624	135.200	121.300	107.016	197.600	573.576	289.703	132.978	214.032	57.200	1.886.229
ORDEM LITHODESMIALES																					
FAMÍLIA LITHODESMIACEAE																					
Ditylum brightwellii				x	x		x														
Helicotheca tamesi				x																	
ORDEM NAVICULALES																					
FAMÍLIA DIPLONEIDACEAE																					
Diploneis sp.			x	x																	
FAMÍLIA NAVICULACEAE																					
Haslea ostrearia	x	x	x					x	x		-	-	-	-	-	-	-	200	200	-	400
Haslea wawrikae	x				x	x	x	x	x		1.332	-	-	-	200	666	200	400	200	-	2.998
Meuniera membranacea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10.656	10.400	14.200	24.696	57.200	6.993	9.000	13.600	28.812	10.400	185.957
Navicula sp.					x	x		x			-	-	-	-	600	1.332	-	400	-	-	2.332
FAMÍLIA PLAGIOTROPIDACEAE																					
Tropidoneis sp.							x				-	-	-	-	-	-	200	-	-	-	200
FAMÍLIA PLEUROSIGMATACEAE																					
Gyrosigma sp.																					
Pleurosigma acutum	x	x	x	x	x	x		x			-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	200
Pleurosigma normanii	x	x	x	x	x	x	x	x	x		-	200	200	200	-	-	200	-	200	-	1.000
ORDEM PARALIALES																					
FAMÍLIA PARALIACEAE																					
Paralia sulcata		x			x	x	x				-	-	-	-	2.000	-	-	-	-	-	2.000
ORDEM RHIZOSOLENIALES																					
FAMÍLIA RHIZOSOLENIACEAE																					

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	
Dactyliosolen fragilissimus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	201.684	473.200	382.400	395.136	655.200	819.394	403.685	574.657	502.152	587.600	4.995.108
Dactyliosolen phuketensis	x	x	x	x	x	x	x		x		666	800	1.800	2.200	1.000	999	400	-	200	-	8.065
Dactyliosolen sp.	x		x	x	x		x	x		x	1.332	-	800	1.000	1.000	-	4.749	800	-	-	9.681
Guinardia flaccida	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1.332	400	-	-	200	-	800	600	800	1.000	5.132
Guinardia striata	x	x	x	x	x		x	x	x	x	12.348	7.200	6.400	7.800	12.000	-	4.400	9.498	8.800	9.600	78.046
Proboscia alata	x		x	x	x	x	x			x	-	-	100	200	5.200	-	-	-	-	-	5.500
Neocalyptrella robusta		x	x																		
Rhizosolenia cf. *imbricata*					x		x		x												
Rhizosolenia calcar-avis		x	x	x		x	x	x		x											
Rhizosolenia setigera			x	x	x			x	x	x	-	-	100	200	200	-	-	400	-	-	900
ORDEM THALASSIONEMATALES																					
FAMÍLIA THALASSIONEMATACEAE																					
Lioloma pacificum	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	666	1.400	800	200	1.000	1.665	400	600	600	600	7.931
Thalassionema bacillare		x	x	x		x	x	x	x	x											
Thalassionema frauenfeldii	x		x	x	x	x															
Thalassionema nitzschioides	x	x	x	x	x	x		x	x	x	1.332	31.200	7.900	200	1.200	1.998	-	800	800	1.000	46.430
ORDEM THALASSIOSIRALES																					
FAMÍLIA SKELETONEMATACEAE																					
Detonula pumila	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2.664	-	200	800	-	-	800	1.200	800	-	6.464
Skeletonema spp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1.313.004	1.164.800	1.286.400	1.201.872	1.814.800	4.271.091	1.391.525	1.101.822	786.156	265.200	14.596.670
FAMÍLIA STEPHANODISCACEAE																					
Cyclotella sp. 1				x	x	x		x	x		-	-	-	200	200	666	-	9.498	200	-	10.764
Cyclotella sp. 2						x	x														
FAMÍLIA THALLASSIOSIRACEAE																					
Thalassiosira rotula		x	x	x	x	x				x	-	10.400	100	200	1.000	10.242	-	-	-	200	22.142

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	
ORDEM TRICERATIALES																					
FAMÍLIA TRICERATIACEAE																					
Odontella mobiliensis		x				x	x		x		-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	200
Odontella sinensis						x															
FILO PYRROPHYCOPHYTA																					
CLASSE DINOPHYCEAE																					
ORDEM DINOPHYSIALES																					
FAMÍLIA DINOPHYSIACEAE																					
Dinophysis caudata				x																	
Dinophysis mitra				x																	
Dinophysis scrobiculata						x															
ORDEM GONYAULACALES																					
FAMÍLIA CERATIACEAE																					
Ceratium breve	x		x	x	x	x	x	x	x	x											
Ceratium fusus			x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400	400
Ceratium falcatum				x	x		x														
Ceratium hexacanthum				x			x														
Ceratium hircus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	1.000	800	600	200	999	1.200	800	4.000	1.000	10.599
Ceratium longipes							x	x	x	x											
Ceratium macroceros		x																			
Ceratium massiliense							x														
Ceratium trichoceros	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	400	200	200	800
Ceratium tripos			x	x	x	x	x		x	x											
FAMÍLIA CERATOCORYACEAE																					
Ceratocorys horrida							x														

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	
FAMÍLIA PYROPHACACEAE																					
Pyrophacus sp. 1	x	x	x	x	x	x			x	x	-	-	-	-	200	-	-	-	200	-	400
Pyrophacus sp. 2	x	x	x	x	x	x		x	x	x	-	-	-	-	200	-	-	400	200	-	800
FAMÍLIA GONIODOMATACEAE																					
Goniodoma polyedricum							x	x		x											
FAMÍLIA GONYAULACACEAE																					
Gonyaulax digitalis			x	x		x					-	-	100	200	-	-	-	-	-	-	300
Gonyaulax cf. *spinifera*					x			x			-	-	-	-	400	-	-	-	-	-	400
Schuettiella mitra	x				x				x												
ORDEM GYMNODINIALES																					
FAMÍLIA GYMNODINIACEAE																					
Gymnodinium sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8.232	20.800	18.700	20.580	31.200	20.485	18.997	33.245	8.232	400	180.871
Gyrodinium falcatum	x			x			x	x		x	666	-	-	800	-	-	-	-	-	200	1.666
Gyrodinium spirale	x	x	x		x			x	x	x	666	400	400	-	200	-	-	400	200	400	2.666
Gyrodinium sp.									x		-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	200
Karenia sp.		x									-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	200
ORDEM PERIDINIALES																					
FAMÍLIA PERIDINIACEAE																					
Minuscula bipes		x	x		x			x			-	5.200	-	-	5.200	-	-	800	-	-	11.200
Peridinium quinquecorne		x	x	x			x				-	15.600	13.200	8.232	-	-	200	-	-	-	37.232
Protoperidinium claudicans	x			x	x			x			-	-	-	400	-	-	-	-	-	-	400
Protoperidinium conicum	x	x	x		x	x		x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	200	-	-	200
Protoperidinium depressum			x	x	x																
Protoperidinium divergens	x	x	x	x	x		x				1.332	-	5.600	4.616	200	-	-	-	-	-	11.748
Protoperidinium excentricum	x	x	x	x	x	x		x	x		-	400	3.200	2.400	-	-	-	400	600	-	7.000

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	
Protoperidinium latissimum		x			x					x											
Protoperidinium oviforme		x						x													
Protoperidinium oblongum	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	200	600	-	800
Protoperidinium pyriforme		x	x	x	x	x		x	x		-	2.000	400	800	200	666	-	800	12.348	-	17.214
Protoperidinium cf. *pellucidum*				x	x			x	x	x	-	-	-	-	600	-	-	4.749	-	-	5.349
Protoperidinium steinii	x				x	x		x	x												
FAMÍLIA PODOLAMPACEAE																					
Podolampas palmipes				x	x				x												
ORDEM PROROCENTRALES																					
FAMÍLIA PROROCENTRACEAE																					
Prorocentrum compressum								x													
Prorocentrum micans	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5.448	-	2.000	3.000	200	999	600	18.997	1.400	600	33.244
Prorocentrum minimum	x	x	x	x	x	x	x	x		x	1.998	15.600	12.600	12.348	46.800	10.242	9.498	14.248	-	15.600	138.934
Prorocentrum sigmoides			x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	100	200	-	333	-	-	200	200	1.033
Prorocentrum scutellum				x					x	x	-	-	-	200	-	-	-	-	-	200	400
Procentrum rostratum				x							-	-	-	200	-	-	-	-	-	-	200
Prorocentrum triestinum			x	x	x	x		x	x		-	-	9.800	12.348	1.200	1.665	-	23.746	600	-	49.359
ORDEM PYROCYSTALES																					
FAMÍLIA PYROCYSTACEAE																					
Pyrocystis fusiformis				x																	
Pyrocystis robusta					x																
ORDEM THORACOSPHAERALES																					
FAMÍLIA THORACOSPHAERACEAE																					
Scrippsiella trochoidea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20.580	78.000	28.400	20.580	10.400	4.329	1.600	1.600	4.116	800	170.405
FILO CHLOROPHYTA																					

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	
CLASSE CHLOROPHYCEAE																					
ORDEM SPHAEROPLEALES																					
FAMÍLIA SCENEDESMACEAE																					
Scenedesmus sp.	x																				
FILO CYANOBACTERIA																					
CLASSE CYANOPHYCEAE																					
ORDEM CHROOCOCCALES																					
FAMÍLIA CHROOCOCCACEAE																					
Johannesbaptistia pellucida					x	x			x												
ORDEM NOSTOCALES																					
FAMILIA OSCILLATORIACEAE																					
Oscillatoria sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	99.400	-	-	-	-	-	-	-	-	99.400
FILO CHRYSOPHYTA																					
CLASSE CHRYSOPHYCEAE																					
ORDEM DICTYOCHALES																					
FAMÍLIA DICTYOCHACEAE																					
Dictyocha fibula					x		x														
FILO EUGLENOPHYCOTA																					
CLASSE EUGLENOPHYCEAE																					
ORDEM EUTREPTIALES																					
FAMÍLIA EUTREPTIACEAE																					
Eutreptiella sp.										x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	200
Eutreptia sp.		x							x		-	26.000	-	-	-	-	-	-	8.232	-	34.232
FILO PROTOZOA INCERTAE SEDIS																					
CLASSE EBRIOPHYCEAE																					

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	
ORDEM EBRIALES																					
FAMÍLIA EBRIOPSIDACEAE																					
Hermesinum adriaticum				x					x		-	-	-	200	-	-	-	-	-	-	200
Total		0			0						2807274	2900400	2827300	2841728	4937800	7294006	3134545	3178740	2479904	1379000	33.780.697

Tabela 72: Densidade das espécies pertencentes ao fitoplâncton para cada amostra (cél./L) e densidade total. Campanha de julho de 2024.

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	
FILO OCHROPHYTA																					
CLASSE BACILLARIOPHYCEAE																					
ORDEM BACILLARIALES																					
FAMÍLIA BACILLARIACEAE																					
Bacillaria paxillifer					x				x	x	-	-	-	-	600	-	-	-	-	-	600
Cylindrotheca closterium		x	x		x	x	x	x	x	x	-	1.000	200	-	600	200	100	200	100	100	2.500
Fragilariopsis sp.					x		x														0
Nitzschia closterium					x																0
Nitzschia longissima	x																				0
Nitzschia lorenziana				x	x	x			x	x	-	-	-	-	400	-	-	-	-	-	400
Nitzschia reversa				x	x						-	-	-	100	200	-	-	-	-	-	300
Pseudo-ntzschia complexo *delicatissima*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3.400	11.800	3.200	300	1.400	500	1.000	2.200	700	800	25.300
ORDEM ASTEROLAMPRALES																					
FAMÍLIA ASTEROLAMPRACEAE																					
Asteromphalus heptactis	x									x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100
ORDEM BIDDULPHIALES																					

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	
FAMÍLIA BIDDULPHIACEAE																					
Biddulphia pulchella	x	x	x	x	x			x	x		200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200
ORDEM COSCINODISCALES																					
FAMÍLIA COSCINODISCACEAE																					
Coscinodiscus sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	200	-	-	-	200	-	100	-	-	-	500
Coscinodiscus sp. 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	100	200	-	-	-	300
Coscinodiscus sp. 3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	100
Coscinodiscus wailesii	x	x	x		x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	100
FAMÍLIA HEMIDISCACEAE																					
Hemidiscus cuneiformis	x				x	x				x											0
FAMÍLIA HELIOPELTACEAE																					
Actinoptychus senarius	x	x		x	x	x	x	x	x		-	-	-	-	400	-	200	100	-	-	700
ORDEM CHAETOCEROTALES																					
FAMÍLIA CHAETOCEROTACEAE																					
Chaetoceros castracanei		x																			0
Chaetoceros coarctatus								x	x												0
Chaetoceros laciniosus	x										400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400
Chaetoceros lorenzianus					x																0
Chaetoceros subtilis		x									-	800	-	-	-	-	-	-	-	-	800
ORDEM CLIMACOSPHENIALES																					
FAMÍLIA CLIMACOSPHENIACEAE																					
Climacosphenia moniligera										x											0
ORDEM CYMATOSIRALES																					
FAMÍLIA CYMATOSIRACEAE																					
Campylosira cymbelliformis	x			x				x			-	-	-	-	-	-	-	300	-	-	300

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	
ORDEM FRAGILARIALES																					
FAMÍLIA FRAGILARIACEAE																					
Asterionellopsis glacialis	x	x	x	x			x	x		x	-	3.400	600	700	-	-	400	400	-	500	6.000
ORDEM HEMIAULALES																					
FAMÍLIA HEMIAULACEAE																					
Hemiaulus membranaceus		x																			0
ORDEM LYRELLALES																					
FAMÍLIA LYRELLACEAE																					
Lyrella sp.		x	x	x	x					x											0
ORDEM MELOSIRALES																					
FAMÍLIA HYALODISCACEAE																					
Podosira stelligera		x			x		x														0
ORDEM NAVICULALES																					
FAMÍLIA DIPLONEIDACEAE																					
Diploneis sp. 1		x	x	x		x	x	x	x		-	200	-	400	-	400	100	300	100	-	1.500
Diploneis sp. 2	x																				0
FAMÍLIA NAVICULACEAE																					
Haslea wawrikae						x					-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	100
Navicula sp.	x			x	x	x			x	x	400	-	-	500	200	100	-	-	300	100	1.600
FAMÍLIA PLAGIOTROPIDACEAE																					
Tropidoneis sp.	x	x	x	x		x	x	x	x	x	200	200	200	300	-	-	200	200	200	300	1.800
Plagiotrops sp.	x																				0
FAMÍLIA PLEUROSIGMATACEAE																					
Pleurosigma normanii	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	400	-	-	400	1.000	200	800	100	1.800	600	5.300
Pleurosigma sp.							x														0

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	
ORDEM PARALIALES																					
FAMÍLIA PARALIACEAE																					
Paralia sulcata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1.400	-	-	-	-	-	-	-	-	1.500	2.900
ORDEM RHIZOSOLENIALES																					
FAMÍLIA RHIZOSOLENIACEAE																					
Dactyliosolen fragilissimus					x	x				x	-	-	-	-	400	200	-	-	-	500	1.100
Neocalyptrella robusta	x	x		x	x	x		x	x	x											0
Rhizosolenia cf. *imbricata*	x	x		x						x											0
ORDEM SURIRELLALES																					
FAMÍLIA SURIRELLACEAE																					
Surirella gemma		x	x	x	x	x	x	x	x	x											0
ORDEM THALASSIONEMATALES																					
FAMÍLIA THALASSIONEMATACEAE																					
Thalassionema nitzschioides	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	600	2.400	800	100	600	700	300	-	400	600	6.500
ORDEM THALASSIOSIRALES																					
FAMÍLIA SKELETONEMATACEAE																					
Skeletonema spp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22.400	566.200	270.600	11.500	22.000	8.100	11.700	16.500	5.800	4.100	938.900
FAMÍLIA STEPHANODISCACEAE																					
Cyclotella sp. 1	x	x	x	x	x	x	x			x	400	-	1.000	200	400	200	400	-	-	300	2.900
Cyclotella sp. 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	400	600	1.000	400	-	300	600	300	200	700	4.500
Cyclotella sp. 3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	200	200	-	100	-	100	300	100	100	-	1.100
FAMÍLIA THALLASSIOSIRACEAE																					
Thalassiosira rotula		x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	600	200	800	300	300	800	300	-	3.300
ORDEM THALASSIOPHYSALES																					
FAMÍLIA CATENULACEAE																					

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	
Amphora sp.	x	x	x	x		x	x	x	x	x											0
ORDEM TRICERATIALES																					
FAMÍLIA TRICERATIACEAE																					
Odontella mobiliensis	x	x	x	x			x	x	x												0
FILO PYRROPHYCOPHYTA																					
CLASSE DINOPHYCEAE																					
ORDEM DINOPHYSIALES																					
FAMÍLIA DINOPHYSIACEAE																					
Dinophysis acuminata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	600	200	-	-	-	300	700	400	-	2.200
Dinophysis caudata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x											0
Dinophysis fortii		x						x			-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	200
Dinophysis rotundata		x						x	x	x											0
Dinophysis scrobiculata					x																0
Dinophysis tripos		x	x	x			x	x	x												0
Ornithocercus magnificus	x	x							x	x											0
ORDEM GONYAULACALES																					
FAMÍLIA CERATIACEAE																					
Ceratium breve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x											0
Ceratium boehmii	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	200	-	-	-	100	-	100	400
Ceratium candelabrum	x																				0
Ceratium fusus	x	x	x	x	x		x	x	x	x											0
Ceratium falcatum	x	x	x	x	x																0
Ceratium hircus	x	x	x	x	x	x			x	x	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100
Ceratium longipes	x						x	x													0
Ceratium macroceros	x	x	x	x			x	x	x	x											0

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	
Ceratium massiliense		x	x			x	x	x	x	x											0
Ceratium trichoceros	x		x	x	x	x	x	x	x	x											0
Ceratium tripos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	100
FAMÍLIA PYROPHACACEAE																					
Pyrophacus sp. 1	x	x		x	x		x	x	x	x											0
Pyrophacus sp. 2		x																			0
FAMÍLIA GONYAULACACEAE																					
Gonyaulax cf. *spinifera*				x				x	x	x	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100
ORDEM GYMNODINIALES																					
FAMÍLIA GYMNODINIACEAE																					
Gymnodinium sp.	x										200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200
Gyrodinium sp.	x										400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400
ORDEM NOCTILUCALES																					
FAMÍLIA NOCTILUCACEAE																					
Noctiluca scintillans	x	x	x	x	x	x	x	x	x		-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	100
ORDEM PERIDINIALES																					
FAMÍLIA PERIDINIACEAE																					
Protoperidinium claudicans				x						x											0
Protoperidinium depressum				x																	0
Protoperidinium divergens	x	x	x	x			x	x	x	x											0
Protoperidinium excentricum	x																				0
Protoperidinium oblongum				x																	0
Protoperidinium cf. *pellucidum*			x		x					x											0
Protoperidinium steinii				x																	0
FAMÍLIA PODOLAMPACEAE																					

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	
Podolampas bipes										x											0
ORDEM PROROCENTRALES																					
FAMÍLIA PROROCENTRACEAE																					
Prorocentrum compressum	x	x	x		x	x				x											0
Prorocentrum micans	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	200	100	-	100	100	200	100	-	800
Prorocentrum minimum			x								-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	200
Prorocentrum sigmoides	x							x													0
Prorocentrum scutellum	x	x	x		x	x	x	x	x		-	400	200	-	-	-	200	100	-	-	900
Prorocentrum triestinum						x					-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	100
ORDEM PYROCYSTALES																					
FAMÍLIA PYROCYSTACEAE																					
Pyrocystis robusta										x											0
Pyrocystis pseudonoctiluca	x	x		x	x			x	x	x											0
FILO CYANOBACTERIA																					
CLASSE CYANOPHYCEAE																					
ORDEM CHROOCOCCALES																					
FAMÍLIA CHROOCOCCACEAE																					
Johannesbaptistia pellucida			x		x			x			-	-	8.800	-	400	-	-	1.400	-	-	10.600
ORDEM NOSTOCALES																					
FAMILIA OSCILLATORIACEAE																					
Oscillatoria sp.				x							-	-	-	10.900	-	-	-	-	-	-	10.900
FILO CHRYSOPHYTA																					
CLASSE CHRYSOPHYCEAE																					
ORDEM DICTYOCHALES																					
FAMÍLIA DICTYOCHACEAE																					

Taxa	Análise Qualitativa										Quantitativo Abundância (células/L)										Total
	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	#P01	#P02	#P03	#P04	#P05	#P06	#P07	#P08	#P09	#P10	
Dictyocha fibula	x	x	x	x		x	x	x	x		200	-	-	-	-	100	-	-	-	-	300
Dictyocha octonaria	x	x	x		x		x				-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	200
FILO PROTOZOA INCERTAE SEDIS																					
CLASSE EBRIOPHYCEAE																					
ORDEM EBRIALES																					
FAMÍLIA EBRIOPSIDACEAE																					
Ebria tripartita				x		x			x		-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	100
Hermesinum adriaticum		x	x	x				x	x												0
Total											31400	588000	288000	26600	29600	11800	17400	24000	10900	10300	1.038.000

Não houve padrões espaciais muito claros nos descritores ecológicos de riquza de taxa, densidade, equitabilidade e diversidade. Já entre as campanhas todos os descritores foram mais elevados na campanha de fevereiro de 2022, principalmente para riqueza e densidade. Na campanha de fevereiro de 2022 a riqueza de taxa foi muito semelhante entre os pontos amostrais, variando entre 35 a 52 taxa, enquanto na campanha de julho de 2024 os valores variaram entre 13 a 19 taxa. Densidade foi muito elevada em todos os pontos, apresentando variação entre 1379000 no ponto I10 a 7294006 no ponto I06 na campanha de fevereiro de 2022, enquanto na campanha de julho de 2024 a variação foi de 10300 no ponto #I10 até 588000 em #I2. Já a equitabilidade foi baixa em todos os pontos amostrais, indicando elevada dominância, com valores variando entre 0,42 até 0,58 na campanha de fevereiro de 2022 e 0,08 até 0,77 na campanha de julho de 2024. Diversidade apresentou valores elevados em alguns pontos amostrais, variando entre 1,56 até 2,29 em fevereiro de 2022 e 0,21 até 2,03 na campanha de julho de 2024 (Figura 378).

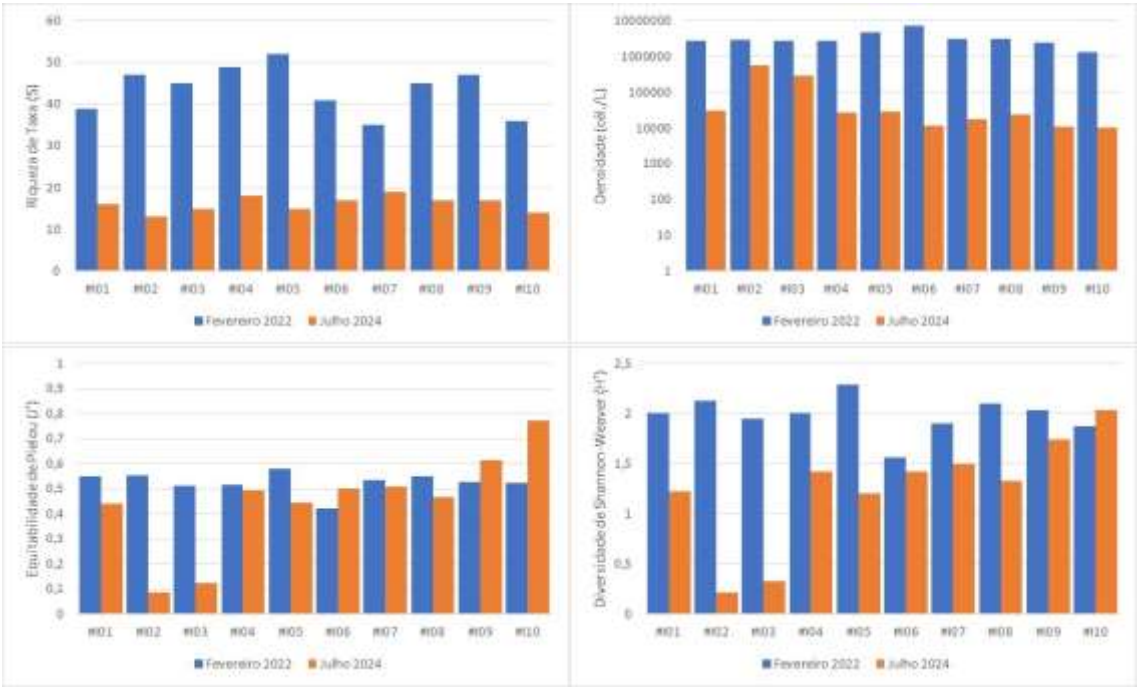


Figura 378: Riqueza de taxa (S), densidade (cél./L – escala logarítmica), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H') para as amostras de fitoplâncton.

O local apresentou densidade do fitoplâncton elevada na campanha de verão (fevereiro de 2022), isso pode ser devido às características da área de estudo. Por apresentar estações do ano muito bem definidas, a área apresenta uma produtividade maior durante os meses quentes do ano. O local apresenta também efluentes próximos, e por ser uma enseada costeira a água não é renovada com muita frequência. Possivelmente existe elevada concentração de nutrientes na enseada.

A análise do fitoplâncton demonstrou a ocorrência de espécies marinhas eurialinas, que são comuns em ecossistemas costeiros. A grande maioria das espécies é nerítica, e as diatomáceas compõem a maior parte da população. De maneira geral, as espécies se distribuíram quase uniformemente nos pontos amostrais. Uma espécie, entretanto, pode ser considerada representativa devido a sua elevada abundância e dominância: *Skeletonema* spp., a qual caracterizou as águas da enseada de Itapema. Esta espécie apresentou densidade elevada e semelhante em todos os pontos amostrais

Foram encontradas até o momento duas espécies que produzem substâncias tóxicas e podem apresentar florações prejudiciais ao ambiente e ao homem: *Pseudo-nitzschia* sp., um organismo que produz o ácido domóico, uma neurotoxina tóxica que atinge o homem e pode causar a síndrome amnésica. Sua presença em elevadas abundâncias pode se tornar perigosa para o ambiente, podendo se tornar em um problema de saúde pública (Bates & Trainer, 2006). *Prorocentrum* é conhecida por produzir ácido ocadáico, provocando a síndrome diarréica em humanos.

As espécies citadas acima ocorrem no litoral sul do Brasil (Carvalho Pinto, 2005), e sua presença em grandes quantidades pode indicar desequilíbrio ambiental, devendo desta forma ser monitoradas.

5.11.2.3.3 Cistos de Dinoflagelados

Foram encontrados cistos de dinoflagelados em 8 dos 10 pontos amostrais. Os cistos não ocorreram apenas no lado direito da enseada, nos pontos #I05 e #I10, pontos com maior heterogeneidade nos sedimentos. Foram encontrados um total de 35 cistos, divididos em 7 taxa, sendo o com maior densidade Cisto N.Det. sp.1 com um total de 17 indivíduos, seguido por *Peridinium* sp. e *Scrippsiella acuminata* com 4 indivíduos cada. As maiores densidades foram encontradas nos pontos mais distantes da praia (Tabela 73).

Tabela 73: Densidade das espécies pertencentes aos cistos de dinoflagelados encontrados na campanha de julho de 2024.

Taxa	#I01	#I02	#I03	#I04	#I05	#I06	#I07	#I08	#I09	#I10	Total
FILO MYZOZOA											
CLASSE DINOFLAGELLATA											
Cisto N.Det. sp.1	4	1	2	0	0	5	0	3	2	0	17
Cisto N.Det. sp.2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3
Cisto N.Det. sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
ORDEM PERIDINIALES											
FAMÍLIA PERIDINIACEAE											
Peridinium sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	4
FAMÍLIA PROTOPERIDINIACEAE											
Protoperidinium sp.	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3
ORDEM PROROCENTRALES											
FAMÍLIA PROROCENTRACEAE											
Prorocentrum sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
ORDEM THORACOSPHAERALES											
FAMÍLIA THORACOSPHAERACEAE											
Scrippsiella acuminata	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	4
Total	4	1	2	1	0	12	1	7	7	0	35

Mesmo tendo ocorrido em densidades muito baixas os cistos de dinoflagelados podem ser potencialmente nocivos e formar florações. A baixa densidade pode estar relacionada possivelmente ao período da amostragem, onde durante o inverno a densidade do fitoplâncton é reduzida. Os dinoflagelados produzem cistos durante o seu ciclo de vida que podem afundar durante o término de uma floração e acumularem no sedimento, com o objetivo de permitir a sobrevivência, a dispersão e a recombinação genética após condições desfavoráveis.

5.12 CARACTERIZAÇÃO BIOTA AQUÁTICA – JAZIDA

5.12.1 INTRODUÇÃO

Para caracterização da biota aquática foram utilizados dados do monitoramento realizado durante a execução das obras de alimentação artificial de praia do município de Balneário Camboriú, no ano de 2021, sendo estes os dados mais recentes disponíveis da área. O estudo completo pode ser verificado no documento denominado "*Estudo Técnico. Caracterização da Jazida de Balneário Camboriú para Utilização na Engorda da Praia de Itapema/SC"*, versão julho/2024, elaborado pela empresa Seacaruso, apresentado ao processo.

As obras de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú iniciaram-se em março de 2021, com atividades de dragagem desenvolvidas entre agosto e outubro de 2021. Para o controle ambiental, o Plano Básico Ambiental (PBA) da obra foi executado pela empresa CARUSO, por meio de contrato com a Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú. Os programas de monitoramento ambiental foram estabelecidos na Licença Ambiental de Instalação (LAI) nº 7622/2020. A execução de grande parte dos programas de monitoramento se encerrou com o final das obras, mas este monitoramento se deu de forma contínua em alguns programas até atingir 36 meses após o término da engorda.

Para a caracterização da jazida sedimentar de Balneário Camboriú durante a fase de obras foram avaliados os relatórios mensais de execução do PBA relativos a esse período (CARUSO, 2021). Dentre os programas executados, tem-se Programa de Monitoramento da Biota Aquática (PMBA), cujos resultados são apresentados nos próximos itens.

O estudo técnico elaborado pela empresa Seacaruso também contém dados da biota aquática pré-obras, com campanhas realizadas no ano de 2013, porém, para fins de caracterização para este EAS serão utilizados apenas os dados mais recentes.

Por fim, propõe-se que seja realizada previamente ao início da obra de engorda da praia de Itapema a realização de uma nova campanha amostral, abrangendo os grupos de fitoplâncton, zooplâncton, macrofauna bentônica, ictiofauna e carcinofauna.

5.12.2 METODOLOGIA

Para o monitoramento do meio biótico na jazida, foram acompanhados 04 (quatro) pontos amostrais coincidentes com os monitoramentos da qualidade do sedimento e água através do Programa de Monitoramento da Biota Aquática (PMBA). Neles foram acompanhados durante a obra informações sobre fitoplâncton, zooplâncton, macrofauna bentônica, ictiofauna e carcinofauna, diatomáceas, cetáceos e quelônios. Para a análise de fitoplâncton foram utilizadas rede e coleta de água com garrafa de *Van Dorn*, rede de zooplâncton para análise de zooplâncton, draga busca fundo para macrofauna bentônica e arribada, rede de arrasto para ictiofauna e carcinofauna.

A malha amostral para o monitoramento da biota aquática (fitoplâncton, zooplâncton, macrofauna bentônica, ictiofauna e carcinofauna) foi definida pelos mesmos pontos amostrais estabelecidos no Programa de Monitoramento da Qualidade das Água e é demonstrada na Figura 379.

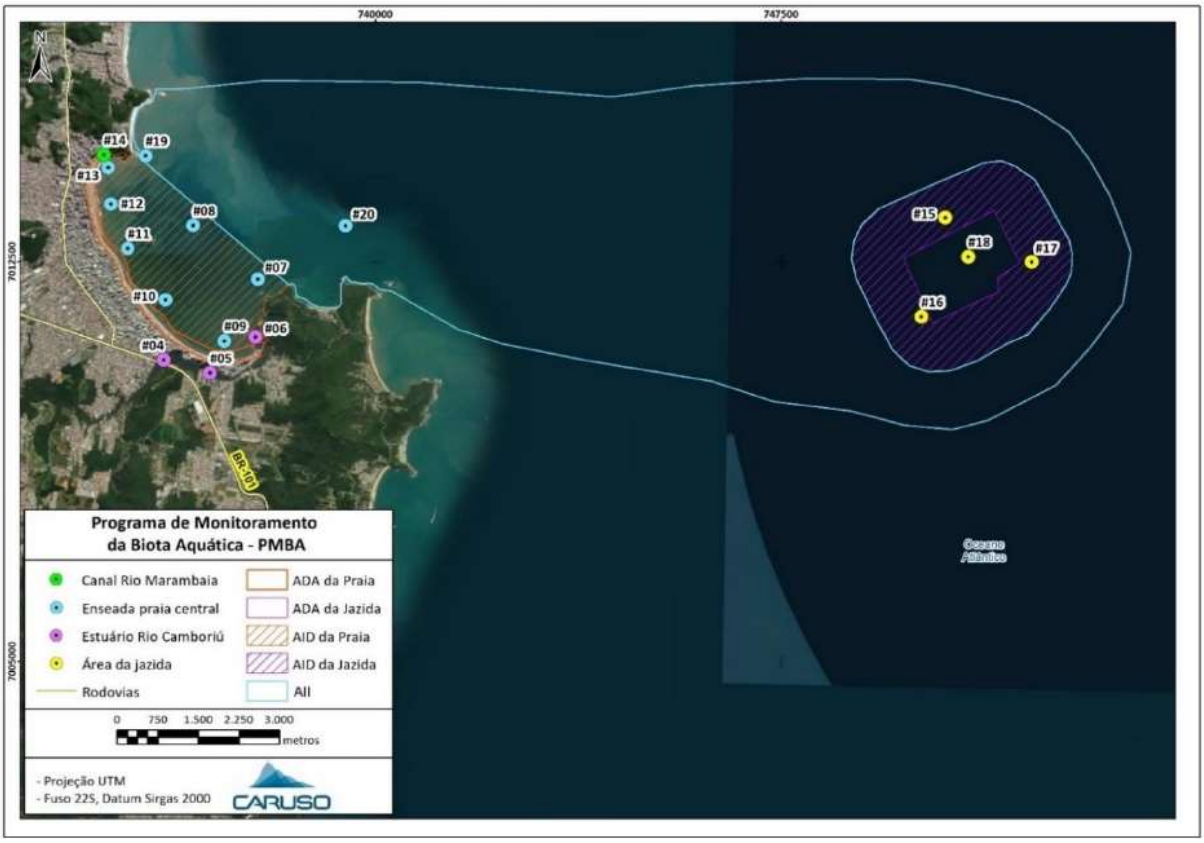


Figura 379: Localização das áreas amostrais para o monitoramento da biota aquática (fitoplâncton, zooplâncton, macrofauna bentônica, ictiofauna e carcinofauna) das obras de recuperação da faixa de areia da Praia Central de Balneário Camboriú.

5.12.3 FITOPLÂNCTON

Na primeira campanha de fitoplanctons do PMBA, a densidade em todos os pontos foi dominada por *Pleurosigma normanii*, com mais de 90% da densidade: #15 (94,4%), #16 (96,4%), #17 (96,8%), #18 (93,5%). As demais espécies que ocorreram nos pontos da jazida, *Rhizosolenia hebetata*, *Thalassiothrix longíssima* e *Leptocylindrus danicus*, são tipicamente oceânicas. Os pontos da jazida apresentaram densidades abaixo (#15 com 45.000 cél/L) ou próximas (#16 com 96.500.000 cél/L, #17 com 111.000 cél/L e #18 com 100.000 cél/L) à média. A Diversidade de Shannon (H') e a Equitabilidade (J') nos pontos da jazida apresentaram baixos valores, corroborando a seletividade ambiental da área, provavelmente ligada à profundidade da coluna d'água, à hidrodinâmica particular e ao movimento do substrato.

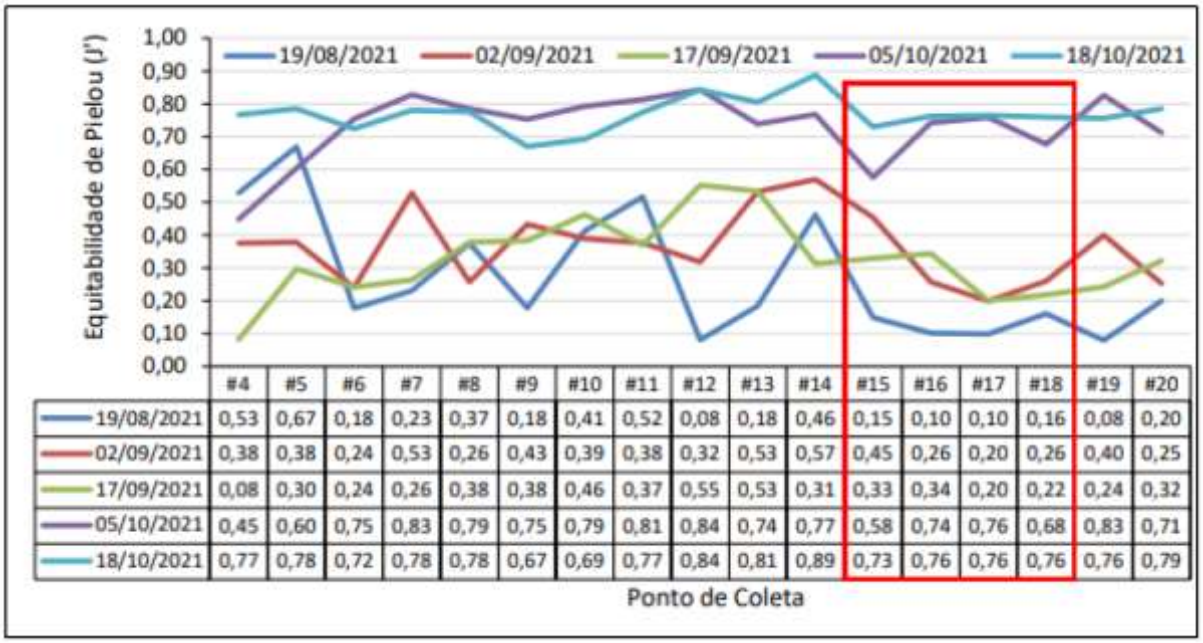
A primeira campanha de outubro apresentou espécies que haviam aparecido nas três campanhas anteriores: *Dinophysis caudata* (no #17, da jazida). Já na segunda campanha de outubro de 2021, foram encontradas espécies que não tinham sido registradas nas campanhas anteriores: *Cymatopleura sp.*, dulcícola *Synedra sp.* e *Pyrocystis robusta*. As diatomáceas gigantes *Odontella sinensis*, espécie não nativa, haviam sido encontradas na jazida na campanha pré-dragagem (agosto), mas nas demais campanhas não houve presença. Já a *Hemiaulus sinensis*, também não nativa, foi encontrada em todas as campanhas na jazida.

As espécies que ocorreram nos pontos da jazida, como *Rhizosolenia hebetata*, *Thalassiothrix longíssima* e *Leptocylindrus danicus*, são tipicamente oceânicas e ocorreram nesses pontos em todas as campanhas, com exceção de *L. danicus* na primeira campanha de outubro. A ocorrência de *Cymatopleura sp.*, *Gyrosigma sp.*, *Synedra sp.* (espécies dulcícolas) na segunda campanha de outubro na área da jazida indicou que a interação do mar com os rios ainda tem efeito na área. A densidade relativa (%) em todos os pontos nas campanhas de agosto e na primeira de setembro foi dominada por *Pleurosigma normanii*, enquanto na segunda campanha de setembro essa mesma espécie foi abundante; por fim, nas campanhas de outubro não houve espécie dominante.

De forma geral, a densidade dos pontos da jazida, que já tinha ficado abaixo ou próxima à média na primeira campanha, diminuiu nas duas campanhas de setembro (#15 com 18.750 cél./L, #16 com 33.500 cél./L, #17 com 53.250 cél./L e #18 com 34.000 cél./L; e #15 com 44.000 cél./L, #16 com 38.500 cél./L, #17 com 76.250 cél./L e #18 com 68.000 cél./L), e ainda mais na primeira campanha de outubro (#15 com 7.750 cél./L, #16 com 11.750 cél./L, #17 com 6.000 cél./L e #18 com 9.250 cél./L). Já na segunda campanha de outubro, a densidade voltou a subir (#15 com 24.750 cél./L, #16 com 28.250 cél./L, #17 com 29.500 cél./L e #18 com 51.500 cél./L).

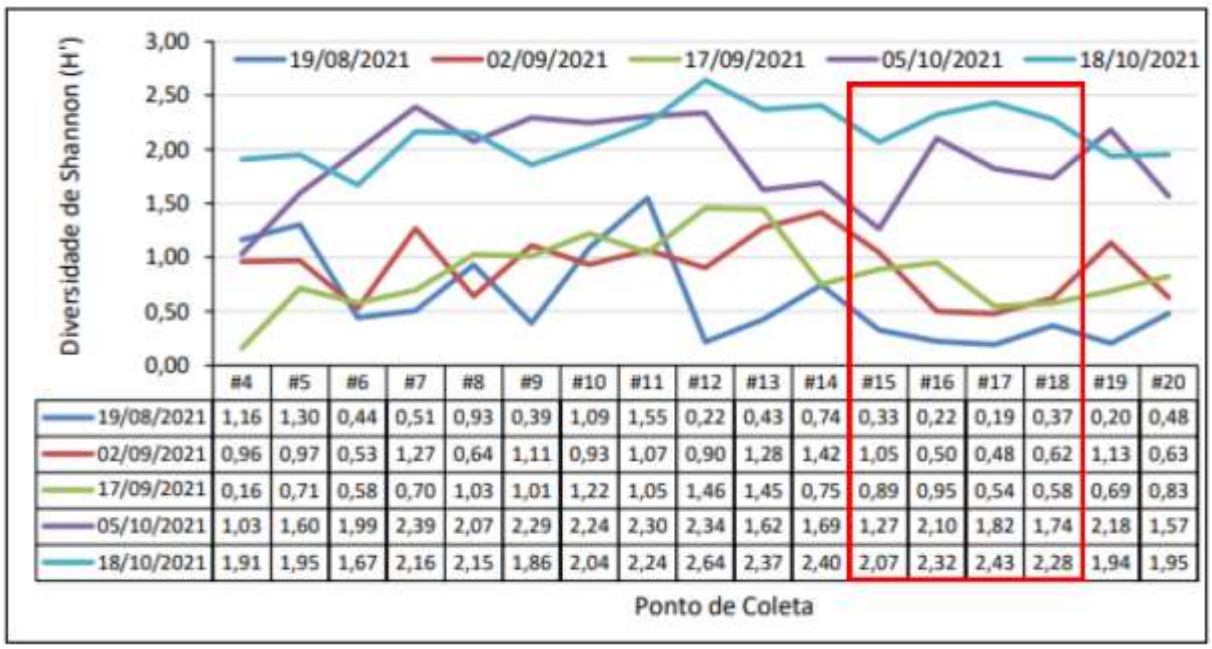
A riqueza de espécies (S) não apresentou um padrão espacial claro nas campanhas de agosto e setembro, onde foi observado um aumento nos pontos amostrais da jazida na 2ª campanha de setembro, e um aumento ainda maior em outubro. Esses valores de S para os pontos da jazida, associada aos baixos valores de H’ e J’ nas três primeiras campanhas, corroboram que estava ocorrendo seletividade ambiental

da área, provavelmente ligada à profundidade da coluna d'água, à hidrodinâmica particular e ao movimento do substrato (CALLONI, 2014) que foi suavizada com o encerramento da dragagem, como sugerido pelo aumento de H' e J' nesses pontos na última campanha de outubro de 2021 (Figura 380 e Figura 381).



	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18	#19	#20
19/08/2021	0,53	0,67	0,18	0,23	0,37	0,18	0,41	0,52	0,08	0,18	0,46	0,15	0,10	0,10	0,16	0,08	0,20
02/09/2021	0,38	0,38	0,24	0,53	0,26	0,43	0,39	0,38	0,32	0,53	0,57	0,45	0,26	0,20	0,26	0,40	0,25
17/09/2021	0,08	0,30	0,24	0,26	0,38	0,38	0,46	0,37	0,55	0,53	0,31	0,33	0,34	0,20	0,22	0,24	0,32
05/10/2021	0,45	0,60	0,75	0,83	0,79	0,75	0,79	0,81	0,84	0,74	0,77	0,58	0,74	0,76	0,68	0,83	0,71
18/10/2021	0,77	0,78	0,72	0,78	0,78	0,67	0,69	0,77	0,84	0,81	0,89	0,73	0,76	0,76	0,76	0,76	0,79

Figura 380: Gráfico do índice de Equitabilidade de Pielou (J') por ponto de coleta na amostragem quantitativa realizada em campo para o monitoramento da comunidade Fitoplanctônica nas campanhas de 19 de agosto, 02 e 17 de setembro de 2021 e 05 e 18 de outubro de 2021. Pontos da Jazida e entorno entre #15 e #18.



	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18	#19	#20
19/08/2021	1,16	1,30	0,44	0,51	0,93	0,39	1,09	1,55	0,22	0,43	0,74	0,33	0,22	0,19	0,37	0,20	0,48
02/09/2021	0,96	0,97	0,53	1,27	0,64	1,11	0,93	1,07	0,90	1,28	1,42	1,05	0,50	0,48	0,62	1,13	0,63
17/09/2021	0,16	0,71	0,58	0,70	1,03	1,01	1,22	1,05	1,46	1,45	0,75	0,89	0,95	0,54	0,58	0,69	0,83
05/10/2021	1,03	1,60	1,99	2,39	2,07	2,29	2,24	2,30	2,34	1,62	1,69	1,27	2,10	1,82	1,74	2,18	1,57
18/10/2021	1,91	1,95	1,67	2,16	2,15	1,86	2,04	2,24	2,64	2,37	2,40	2,07	2,32	2,43	2,28	1,94	1,95

Figura 381: Gráfico do índice de Diversidade Shannon (H') por ponto de coleta na amostragem quantitativa realizada em campo para o monitoramento da Comunidade Fitoplanctônica nas

campanhas de 19 de agosto, 02 e 17 de setembro de 2021 e 05 e 18 de outubro de 2021. Pontos da Jazida e entorno entre #15 e #18 destacados em vermelho.

5.12.4 ZOOPLÂNCTON

Na primeira campanha do PMBA, os menores valores foram registrados nos pontos da jazida (#15 com 348,92org./L, #16 com 144,89org./L, #17 com 116,03org./L e #18 com 72,41org./L). O estudo de Veado (2021) usou os mesmos pontos de coleta deste monitoramento, mas com amostragens realizadas em fevereiro de 2013. De modo geral, a distribuição espacial da riqueza e da densidade do zooplâncton encontrada por essa autora foi diferente da obtida na primeira campanha. As riquezas também apresentaram menores valores e densidades maiores na jazida. Essa comparação entre um amostragens feitas em fevereiro (estudo de Veado, 2021) e outro (primeira campanha) sugere que a comunidade zooplanctônica da área apresenta riqueza razoavelmente estável, mas com densidade sazonal e sob existência de um gradiente oceano-costa. No geral, a densidade na primeira campanha foi dominada por Copepoda (58,17%, 17 espécies) e Cladocera (17,94%, 2 espécies). Algumas espécies foram classificadas como pouco abundante, *Paracalanus parvus* e *O. plumifera* no ponto #15 (21,05% e 21,5%, respectivamente), *T. turbinata* e *Naupliu* (Cirripedia) no ponto #16 (20,0% e 20,0%, respectivamente), *P. parvus* no #17 (55,56%), *P. parvus* e *P. quasimodo* no ponto #18 (36,0% e 20,0%, respectivamente). De modo geral, os índices indicaram que os pontos na jazida foram mais restritivos ao zooplâncton, provavelmente pela hidrodinâmica.

Nos pontos da jazida sedimentar que haviam apresentado as menores densidades em agosto de 2021 (primeira campanha), nas campanhas de setembro do mesmo ano apresentaram valores similares ou maiores. Nas campanhas de outubro de 2021 as densidades aumentaram, indicando que a obra pode ter tido algum efeito benéfico sobre o zooplâncton na jazida. No geral, a densidade relativa em setembro e outubro de 2021 também foi dominada pelos grupos, Cladocera e Copepoda.

Os índices de diversidade não variaram muito nas três campanhas (agosto, setembro e outubro de 2021) e a riqueza de espécies (S) aumentou nos pontos da jazida em setembro e outubro (#15 com S =19, #16 com S =14, #17 com S =21, e #18 com S =21). O índice de Equitabilidade de Pielou (J') apresentou os menores valores na jazida em setembro e outubro (Figura 382).

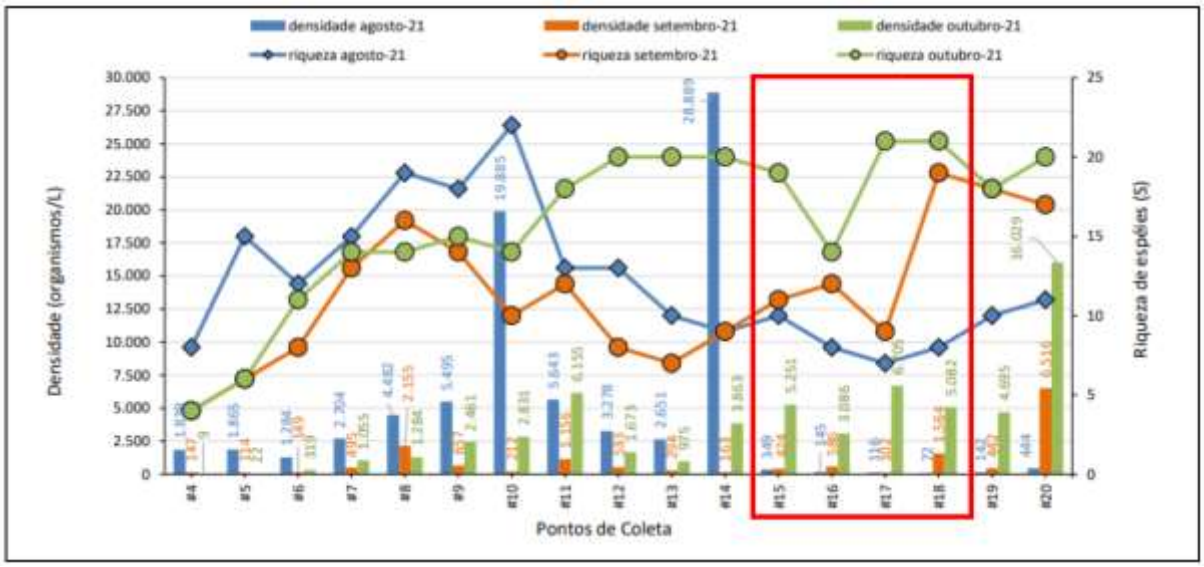


Figura 382: Densidade (organismos/L) média (das duplicatas) por ponto de coleta amostragem qualitativa realizada em campo para o monitoramento da Comunidade Zooplanctônica em agosto, setembro e outubro de 2021. Os pontos representativos da jazida são de #15 a #18 destacados em vermelho.

5.12.5 MACROFAUNA BENTÔNICA

Para o monitoramento da macrofauna bentônica, na campanha de agosto de 2021 foram encontradas baixas densidade nos pontos situados na jazida (#15 com 725ind./m², #16 com 569ind./m², #17 com 138ind./m² e #18 com 150ind./m²). Já em relação aos valores de riqueza, dois pontos da jazida apresentaram valores altos (#15, S =17 e #16, S =16) e dois apresentaram menores valores (#17, S =5 e #18, S =6). O Índice de Diversidade Shannon (H') apresentou tendência muito parecida: dois pontos da jazida apresentaram valores altos (#15, H' =2,82 e #16, H' =2,77) e dois apresentaram valores menores (#17, H' =1,61 e #9, H' =1,79). O índice de Equitabilidade de Pielou (J') seguiu tendência similar, porém, a amplitude de

variação foi mínima, impedindo interpretação. A baixa densidade na área da jazida é típica desse tipo de ambiente (PETROBRÁS, 2017) associada às presenças únicas das indicadoras *Spionidae* e *Onuphidae* sugere que a atividade de dragagem poderá afetar a comunidade macrobentônica.

Os pontos da jazida que tinham apresentado baixa densidade em agosto e setembro de 2021, tiveram valores ainda menores em outubro de 2021 (variando de 0,00ind./m2 no #17 a 116,67ind./m2 no #16).

A Riqueza de espécies (S) e os índices de Diversidade de Shannon (H') e de Equitabilidade de Pielou (J') variaram de forma similar nas três campanhas (Quadro 17). A densidade (indivíduos/m²) de indivíduos média para as campanhas foi de 211 para agosto/21, 152 para setembro/21 e 50 para outubro/21, sendo esta última, nenhum indivíduo capturado no ponto #17.

Quadro 17: Riqueza de espécies (S), índices Diversidade Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J') por ponto de coleta na área da Jazida realizada em campo para o monitoramento da Comunidade da Macrofauna Bentônica nas campanhas de agosto, setembro e outubro de 2021.

Ponto de Coleta	agosto-21			setembro-21			outubro-21		
	S	H'	J'	S	H'	J'	S	H'	J'
#15	17	2,82	1	10	2,27	0,99	5	1,56	0,97
#16	16	2,77	1	11	2,38	0,99	12	2,40	0,97
#17	5	1,61	1	5	1,58	0,98	0	0,00	NC
#18	6	1,79	1	4	1,38	0,99	3	1,04	0,95

5.12.6 ICTIOFAUNA E CARCINOFAUNA

As amostragens de ictiofauna na jazida de sedimentos na 1ª campanha (agosto de 2021) do PBA (cenário pré-obra) apresentaram capturas extremamente baixas, com apenas um exemplar de peixe capturado: Chirocentrodon bleekerianus (Figura 383).



Figura 383: Espécies registradas na primeira campanha do PBA: (a) Callinectes ornatos; (b) Achelous spinimanus; (c) Chirocentrodon bleekerianus. Fonte: CARUSO, 2021

Na 2ª campanha realizada em setembro de 2021, foram encontrados na área da jazida os seguintes crustáceos (Figura 384): 04 (quatro) indivíduos de *Sicyonia dorsalis*, 01 (um) de *Porcellana sayana*, 01 (um) de *Persephona lichtensteinii*, 01 (um) *Persephona mediterrânea*, 02 (dois) de *Callinectes ornatos*, 04 (quatro) de *Achelous spinimanus* e 05 (cinco) de *Achelous spinicarpus*.


(i)

Figura 384: Espécies de carcinofauna registradas na segunda campanha do PBA: (a) Sicyonia dorsalis; (b) Porcellana sayana; (c) Persephona lichtensteinii; (d) Persephona mediterrânea; (e) Callinectes ornatos; (f) Achelous spinimanus; (g) Achelous spinicarpus.

Ainda na 2º campanha foram encontrados os seguintes indivíduos da ictiofauna na região da jazida: um *Atlantoraja platana*, oito *Zapteryx brevirostris*, dois *Trachinocephalus myops; um Urophycis brasiliensis*; um *Porichthys porosissimus*; dois *Prionotus punctatus*; três *Diplectrum radiale*; dois *Dules auriga*; um *Eucinostomus melanopterus*; um *Orthopristis ruber*; quatro *Ctenosciaena gracilicirrhus*; 19 *Cynoscion jamaicensis*; um *Menticirrhus littoralis;* 12 *Upeneus parvus*; três *Etropus crossotus*; 11 *Etropus longimanus*; 16 *Syacium micrurum*; um *Syacium papillosum*; cinco *Stephanolepis hispidus* (Figura 385).





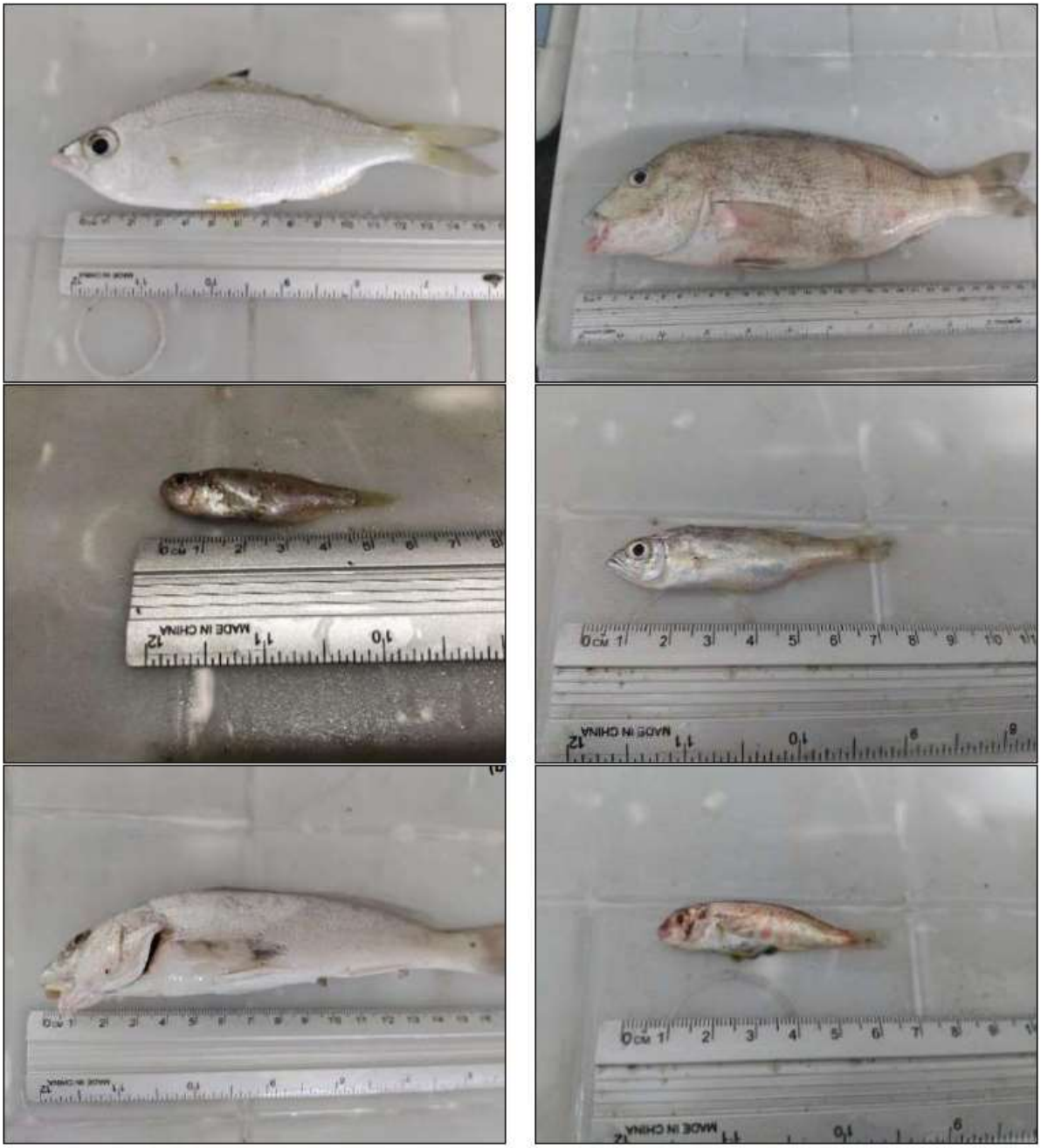




Figura 385: Espécies de ictiofauna registradas na segunda campanha do PBA: (a) *Atlantoraja platana*, (b) *Zapteryx brevirostris*, (c) *Trachinocephalus myops;* (d)*Urophycis brasiliensis*; (e) *Porichthys porosissimus*; (f) *Prionotus punctatus*; (g) *Diplectrum radiale*; (h) *Dules auriga*; (i) *Eucinostomus melanopterus*; (j) *Orthopristis ruber*; (k) *Ctenosciaena gracilicirrhus*; (l) *Cynoscion jamaicensis*; (m) *Menticirrhus littoralis*; (n) *Upeneus parvus*; (o) *Etropus crossotus*; (p) *Etropus longimanus*; (q) *Syacium micrurum*; (r) *Syacium papillosum*; (s) *Stephanolepis hispidus*.

As amostragens na jazida apresentaram baixas capturas antes e durante as obras. Conforme o aumento da profundidade era esperado uma diminuição no número de exemplares, bem como, no número de espécies capturadas, o que aliado as perturbações das atividades de dragagem, com mortandade de organismos com

pequeno poder de locomoção pela ação mecânica da draga, ou até mesmo, morte por asfixia pela ressuspensão de sedimentos; contribuiu para os pequenos rendimentos observados nesta região. Com relação aos descritores da comunidade, os maiores índices de riqueza de Margalef, diversidade de Shannom e equitabilidade de Pielou ocorreram nos pontos amostrais adjacentes a jazida de sedimentos.

Já na última campanha (outubro de 2021), foram identificados os seguintes crustáceos: 06 (seis) indivíduos *Farfantepenaeus brasiliensis,* 14 (quatorze) *Rimapenaeus constrictus,* 08 (oito) *Pleoticus mueller,* 10 (dez) *Sicyonia dorsalis*, 06 (seis) *Sicyonia typica*, 03 (três) *Loxopagurus loxohelis*, 39 (trinta e nove) *Hepatus pudibundus*, 01 (um) *Persephona mediterrânea*, 27 (vinte e sete) *Callinectes ornatus*, 05 (cinco) *Achelous spinimanus*, e 34 (trinta e quatro) *Achelous spinicarpus* (Figura 386).



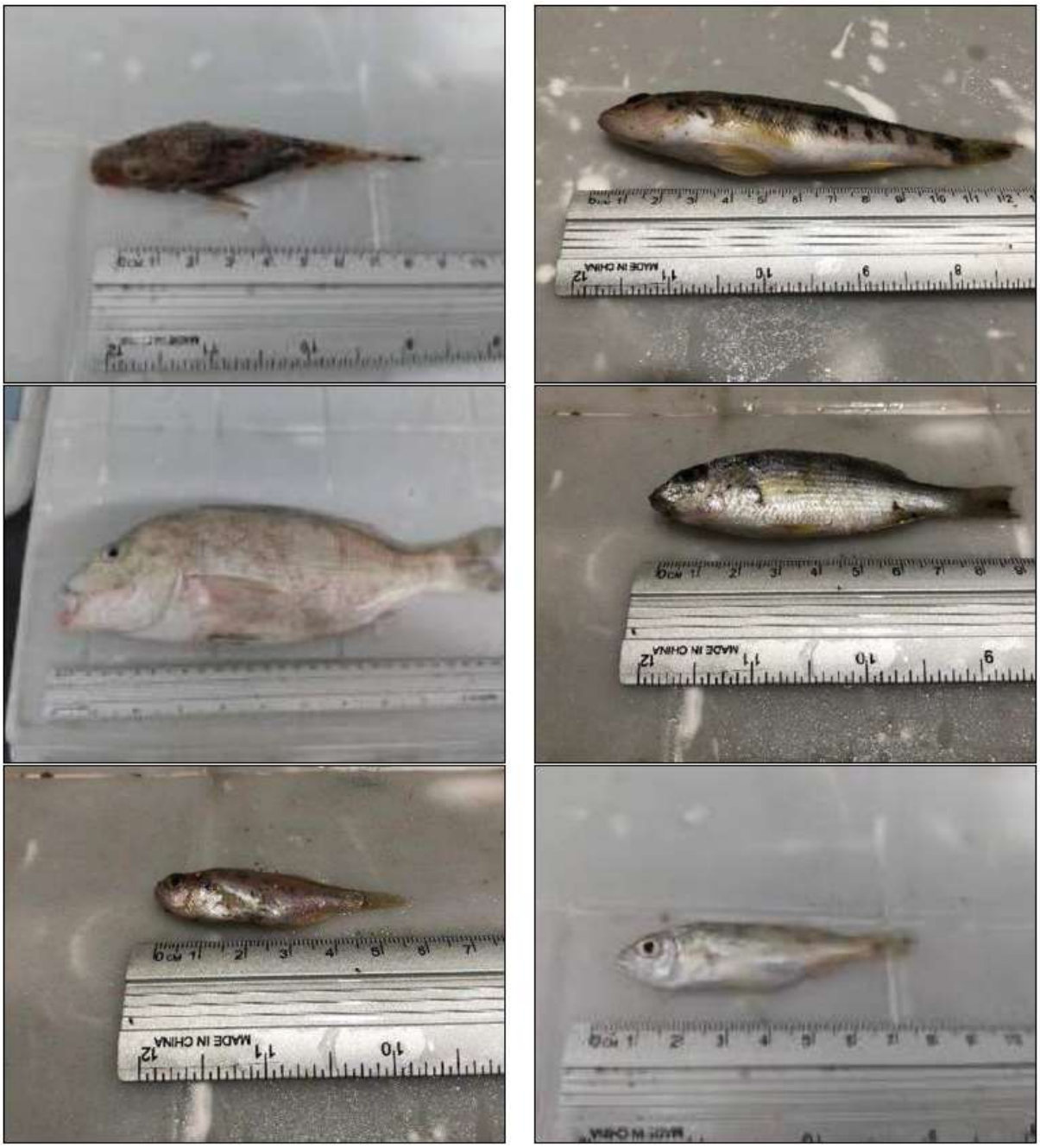


Figura 386: Espécies de carcinofauna registradas na segunda campanha do PBA: (a) *Farfantepenaeus brasiliensis*; (b) *Rimapenaeus constrictus*; (c) *Pleoticus mueller*; (d) *Sicyonia dorsalis*; (e) *Sicyonia typica*; (f) *Loxopagurus loxohelis*; (g) *Hepatus pudibundus; (h) Persephona mediterrânea; (i)* Callinectes ornatos; (j) *Achelous spinimanus; (k) Achelous spinicarpus.*

Na última campanha de outubro de 2021, foram encontrados os seguintes indivíduos da ictiofauna na região da jazida: 02 (dois) *Atlantoraja platana*, 01 (um) *Atlantoraja castelnaui*, 02 (dois) *Zapteryx brevirostris*, 07 (sete) *Chirocentrodon bleekerianus*, 01 (um) *Genidens barbus, 03 (*três) *Porichthys porosissimus*, 12 (doze) *Prionotus*

punctatus, 02 (dois) *Diplectrum radiale*, 01 (um) *Orthopristis ruber*, 01 (um) *Pomadasys corvinaeformis,* 265 (duzentos e sessenta e cinco) *Ctenosciaena gracilicirrhus*, 12 (doze) *Cynoscion jamaicensis,* 01 (um) *Larimus breviceps,* 03 (três) *Menticirrhus americanos*, 01 (um) *Micropogonias furnieri*, 22 (vinte e dois) *Paralonchurus brasiliensis*, 03 (três) *Upeneus parvus,* 01 (um) *Etropus crossotus,* 07 (sete) *Etropus longimanus*, 01 (um) *Citharichthys macrops*, 01 (um) *Paralichthys brasiliensis*, 04 (quatro) *Syacium micrurum,* 01 (um) *Symphurus tessellatus,* 01 (um) *Lagocephalus laevigatus*, e 02 (dois) *Sphoeroides spengleri* (Figura 387).




MADE IN CHINA


MADE IN CHINA





Figura 387: Espécies de ictiofauna registradas na segunda campanha do PBA: (a) *Atlantoraja platana*; (b) *Atlantoraja castelnaui*; (c) *Zapteryx brevirostris*; (d) *Chirocentrodon bleekerianus*; (e) *Genidens barbus*; (f) *Porichthys porosissimus*; (g) *Prionotus punctatus; (h) Diplectrum radiale; (i) Orthopristis ruber*; (j) *Pomadasys corvinaeformis; (k) Ctenosciaena gracilicirrhus;* (l) *Cynoscion jamaicensis;* (m) *Larimus breviceps;* (n) *Menticirrhus americanos*; (o) *Micropogonias furnieri;* (p) *Paralonchurus brasiliensis*, (q) *Upeneus parvus,* (r) *Etropus crossotus,* (s) *Etropus longimanus*, (t) *Citharichthys macrops*, (u) *Paralichthys brasiliensis*, (v) *Syacium micrurum,* (w) *Symphurus tessellatus,* (x) *Lagocephalus laevigatus*, (y) *Sphoeroides spengleri.*

Os resultados obtidos no PBA apresentaram grande semelhança com as composições observadas nos estudos pretéritos, especialmente para aqueles que aplicaram as mesmas metodologias e abrangências espaço-temporais, como os EIA de 2007 e 2013, para a alimentação artificial da Praia Central de BC, sendo observadas inclusive um maior número de espécies, bem como, a presença de algumas que ainda não haviam sido relatadas nos dados disponíveis da região.

Assim como na primeira coleta (agosto de 2021), as amostragens no ponto #18, continuaram a não apresentar captura de exemplares, tanto de peixes, quanto de crustáceos, o que era esperado perante a intensa perturbação das atividades de dragagem no local. Nos demais pontos da jazida (#15, #16 e #17), pôde-se notar a presença de captura (embora em baixa abundância), fato que em agosto não havia sido observado, o que pode estar associado a um deslocamento dos organismos com maior poder de locomoção da área da jazida para as imediações desta.

5.12.7 MAMÍFEROS MARINHOS E QUELÔNIOS

Durante o Programa de Controle Ambiental da Atividade de Dragagem, a partir da realização das observações de bordo, foram identificados no monitoramento pré-dragagem 04 (quatro) indivíduos de tartaruga verde e uma jubarte. No total de 202 ciclos de dragagem, 92 indivíduos foram avistados, sendo algumas delas na área da jazida. Nos primeiros 27 ciclos, foram 16 indivíduos (Figura 388); nos seguintes 106 ciclos, foram 35 indivíduos (Figura 389); e nos últimos 69 ciclos, 41 indivíduos (Figura 390). Com relação à observação de grupos e às atividades de dragagem, nota-se que, em geral, os animais não se aproximam da embarcação.

Nos primeiros 27 ciclos, os cetáceos foram os animais mais observados (13 grupos no total: oito grupos de baleias verdadeiras – Mysticeti; quatro de golfinhos – Odontoceti: Delphinidae; e uma carcaça de toninha – *Pontoporia blainvillei*, que boiava à deriva). Apenas uma tartaruga-marinha foi observada neste período. Além destes, ainda foram registradas duas avistagens de lobo-marinho-do-sul (*Arctocephalus australis*), provavelmente um mesmo animal que descansava à deriva, no trajeto entre a jazida e a praia. Com relação à observação de grupos e às atividades de dragagem, nota-se que, em geral, os animais não se aproximam da embarcação.

Nos seguintes 106 ciclos, a maioria dos registros são referentes a cetáceos da subordem Mysticeti (n=24, 68,6% dos registros totais), o qual comporta todas as espécies de baleias de barbatanas (baleias “verdadeiras”). A maioria dos registros de misticetos (n=13) foram confirmadamente de *Megaptera novaeangliae* (baleia jubarte); 2 registros foram de *Balaenoptera sp.* e os outros 8 registros não tiveram espécie ou gênero identificados. O registro de *Pontoporia blainvillei* (toninha) foi referente a uma carcaça flutuante. Três avistagens de pinípedes foram registradas, duas confirmadas de *Arctocephalus sp.* (lobo-marinho). Apenas uma avistagem de quelônio foi registrada, sem confirmação da espécie da tartaruga.

Completando os 202 ciclos, a maioria dos registros são referentes a cetáceos da subordem Mysticeti (n=27; 65,8% dos registros totais), especialmente na segunda escala, onde 84,2% dos registros foram deste grupo taxonômico, o qual comporta

todas as espécies de baleias de barbatanas (baleias “verdadeiras”). A maioria dos registros de misticetos (n=13) foram confirmadamente de *Megaptera novaeangliae* (baleia jubarte); além disso, houve dois registros de *Balaenoptera sp.*, um de *Balaenoptera acutorostrata* e outros 11 registros que não tiveram espécie ou gênero identificados. O registro de *Pontoporia blainvillei* (toninha) foi referente a uma carcaça flutuante. Pinípedes foram avistados quatro vezes, sendo duas avistagens de *Arctocephalus sp.* (lobo-marinho), uma de *Otaria flavescens* (leão-marinho) e uma de gênero não identificado. Apenas duas avistagens de quelônios foram registradas, sem confirmação de espécie para as tartarugas.

As avistagens de jubartes foram bastante peculiares, tanto pela atípica presença da espécie nessa região e época do ano, quanto ao comportamento e composição dos grupos registrados. Quase todos os registros de jubarte consistiram em indivíduos solitários e aparentemente muito jovens. Notou-se também comportamentos demasiadamente ativos nestas baleias, com grande frequência de saltos, batidas de peitorais e batida de caudais repetidamente.

Apenas 04 (quatro) avistagens de tartaruga foram registradas ao longo do monitoramento próximas da embarcação e durante a fase de dragagem. Esse grupo, por permanecerem imóveis por longos períodos no substrato marinho, apresentam grandes chances de entrar em contato com o aparato de sucção da dragagem. Não é possível afirmar se o reduzido encontro com estes animais foi devido sua baixa presença no local ou sua difícil detecção.

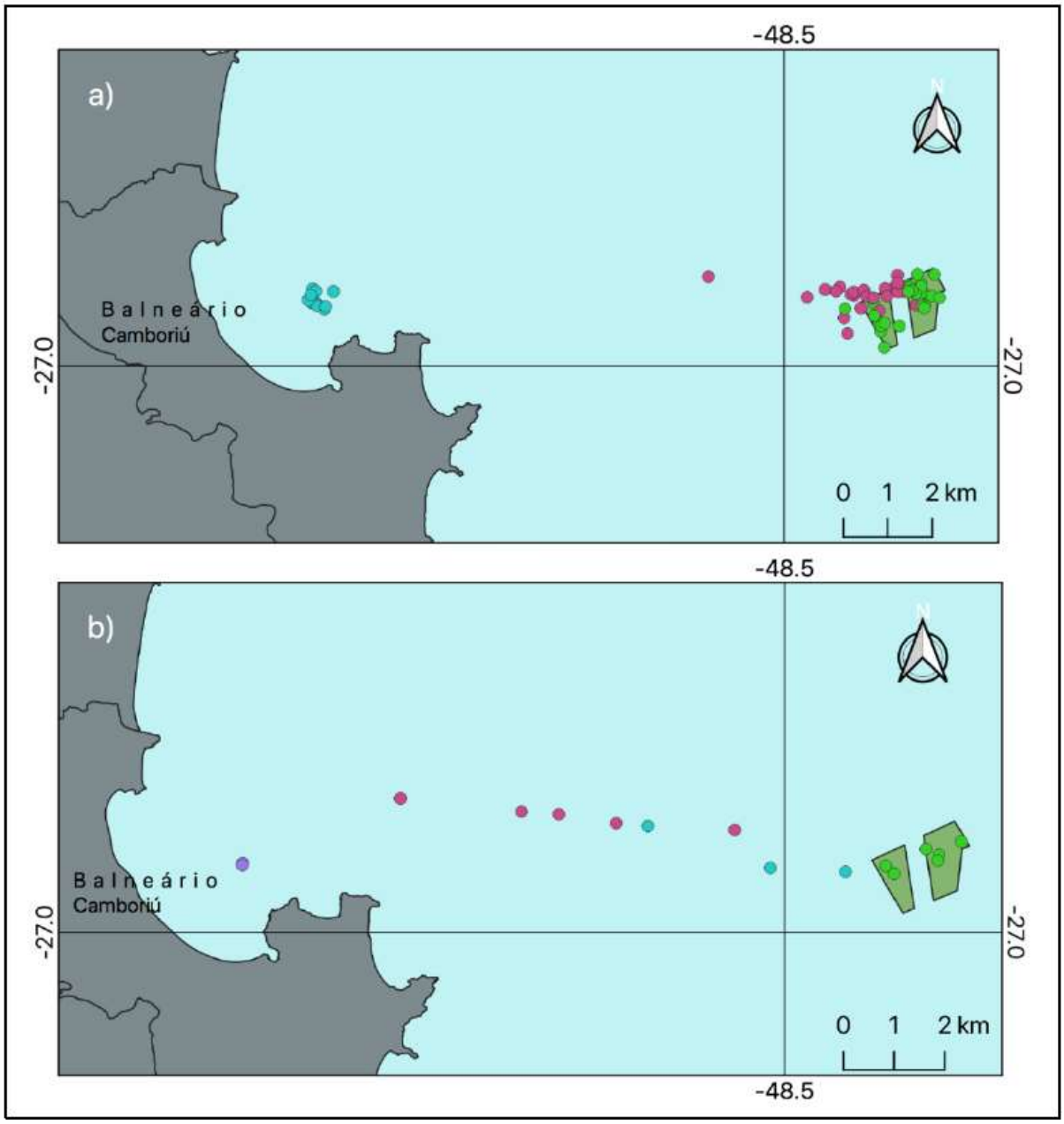


Figura 388: Pontos de esforço (a) e avistagem (b) da atividade de monitoramento de cetáceos e quelônios. Polígonos em verde representam as áreas de retirada de areia da jazida. Fase de dragagem (pontos verdes). Deslocamento jazida-praia (pontos rosas). Deslocamento praia-jazida (pontos azuis). Avistagens fora de esforço – FE (pontos roxos). Fonte: CARUSO (2021).

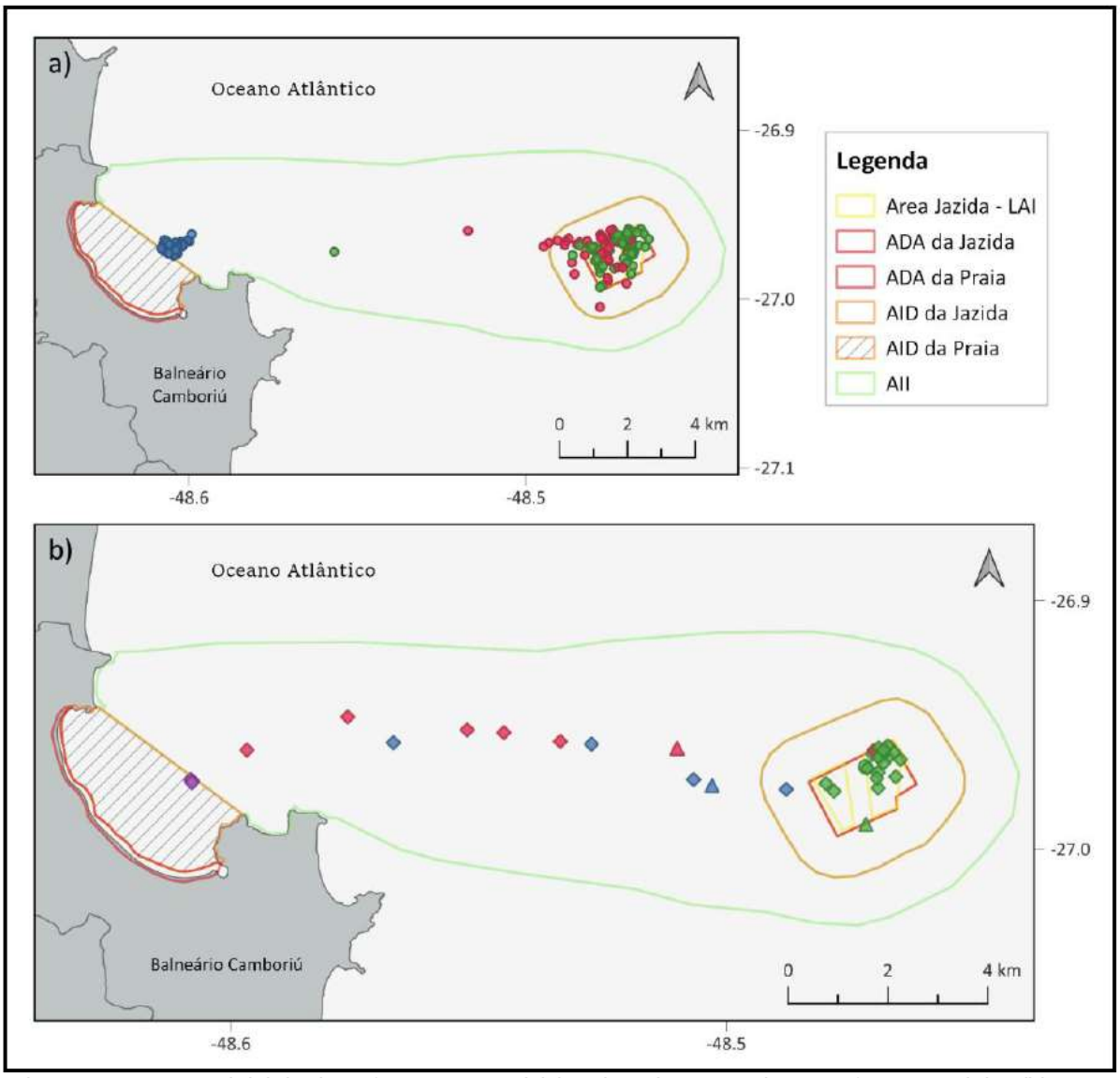


Figura 389: Pontos iniciais de esforço amostral (a) e de avistagens de megafauna marinha (b). Em verde, os pontos referentes a fase 1 (dragagem); em rosa, pontos referentes a fase 2 (deslocamento jazida-praia); em azul, pontos referentes a fase 3 (deslocamento praia-jazida) e, em roxo, pontos de avistagem fora do esforço amostral. Em a), pontos se referem ao início do esforço amostral em cada fase monitorada. Em b), os pontos em forma de losângulo são referentes a avistagens de cetáceos, triângulo a avistagens de pinípedes e círculo a avistagem de quelônio. Fonte: CARUSO (2021).

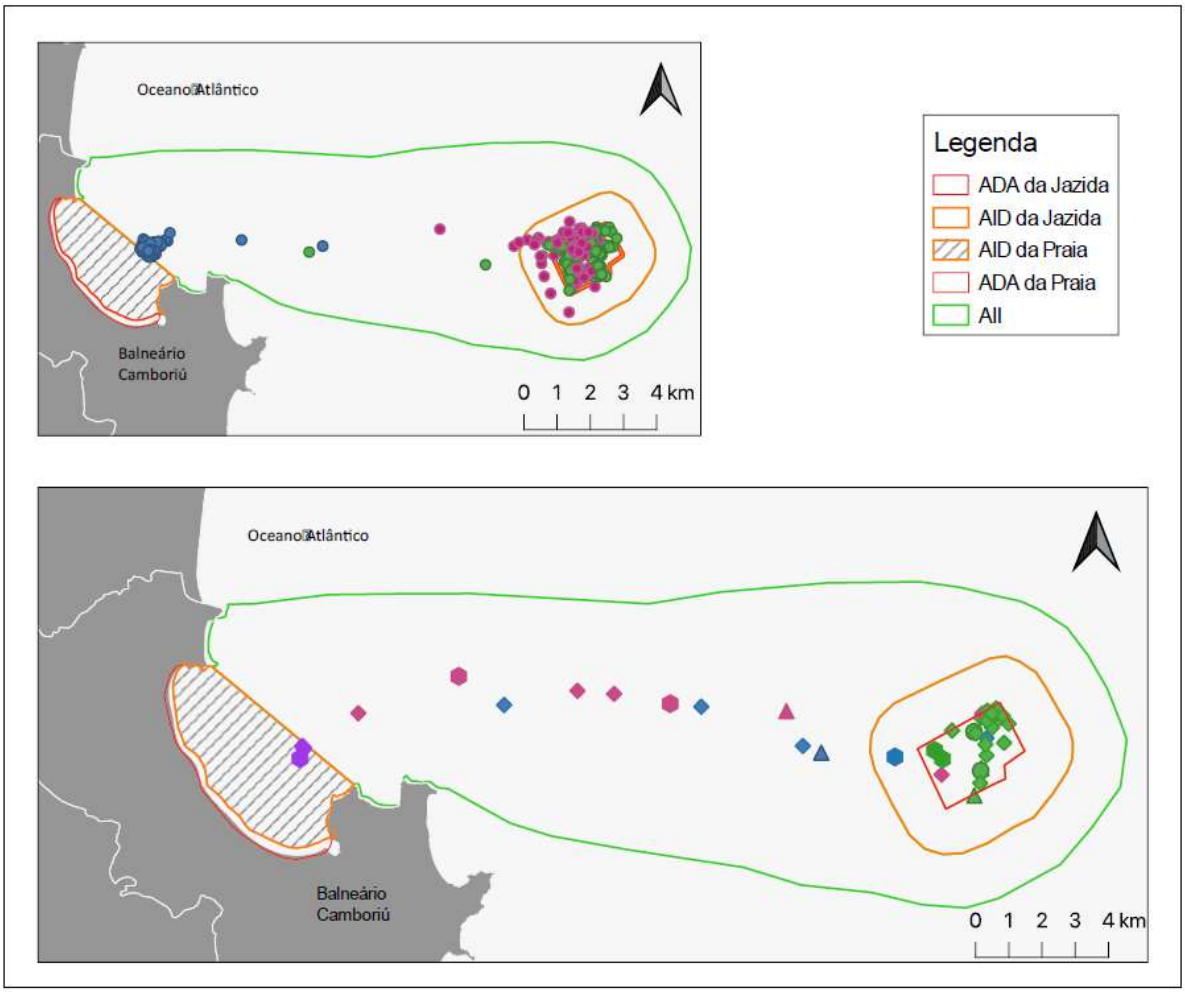


Figura 390: Pontos de esforço amostral (a) e de avistagens de megafauna marinha (b). Em verde, os pontos referentes a fase 1 (dragagem); em rosa, pontos referentes a fase 2 (deslocamento jazida-praia); em azul, pontos referentes a fase 3 (deslocamento praia-jazida) e, em roxo, pontos de avistagem fora do esforço amostral. Em a), pontos se referem ao início do esforço amostral em cada fase monitorada. Em b), os pontos em forma de losango são referentes a avistagens de misticetos, hexágono a avistagens de odontocetos, triângulo a avistagens de pinípedes e círculo a avistagem de quelônio. Fonte: CARUSO (2021).

5.13 DIAGNÓSTICO DA ATIVIDADE PESQUEIRA E COMUNIDADES TRADICIONAIS

Para diagnóstico da atividade pesqueira e comunidades tradicionais da região foram realizados inicialmente busca em documentos oficiais, mapas e estudos diversos (dados secundários) e levantamentos de dados primários com buscas *in loco* e entrevistas.

Na região foi identificada uma Colônia de Pescadores (Z-19) que exerce a atividade de pesca artesanal. Não foram identificadas outras comunidades tradicionais na Área de Influência Direta do empreendimento.

Para levantamento dos dados primários foi realizado caminhamento por toda a orla da Meia Praia para identificação dos pontos de pesca, bem como para contato com os pescadores locais. Os resultados são apresentados a seguir.

5.13.1 RESULTADOS

O município de Itapema possui cinco pontos para pesca, sendo estes no Canto da Praia, Centro e três no bairro Meia Praia.

Estes pescadores fazem parte da Colônia de Pescadores Z-19. Esta colônia de pescadores é uma associação civil, sem fins lucrativos, declarada como de Utilidade Pública pela Lei Municipal nº 118, de 15 de outubro de 1985.

Das três concessões para pesca na Meia Praia, em duas a pesca é realizada apenas na época da pesca de Tainha, entre os meses de maio e julho, conforme informado por pescadores locais. Os detentores destas concessões não possuem esta atividade como única fonte de renda, uma vez que o posto permanece desativado pelo restante do ano.

Conforme observado *in loco,* as embarcações estavam guardadas e cobertas e os pescadores não estavam no local.



Figura 391: Embarcações para pesca artesanal. Localizadas entre as ruas 209 e 211.



Figura 392: Embarcações para pesca artesanal. Localizadas próximo à rua 241.

O pescador Edson Adão Justino dos Santos é o detentor da terceira licença e responsável pela atividade de pesca, exercendo esta atividade na região há pelo menos 25 anos ininterruptamente como principal fonte de renda, sendo cadastrado na Diretoria de Agricultura e Pesca como pescador artesanal.

O posto de pesca está localizado ao lado do posto guarda vida número 5, com endereço na Rua 237, Orla.

O número de famílias dependentes desta pesca varia pois o senhor Edson subcontrata pescadores temporários. A pesca propriamente dita geralmente é feita apenas por ele e mais um ou dois ajudantes, uma vez que em sua embarcação são permitidas apenas 3 pessoas.

Conforme informado pelo senhor Edson, a comunidade aprecia o ponto de venda de peixes pois são peixes frescos. São clientes fixos com fidelidade de até 20 anos, moradores da praia e turistas. O ponto de pesca é também um ponto turístico com estrutura disponibilizada pela prefeitura municipal de Itapema (Figura 393).

O método de pesca empregado é o emalhe costeiro. Ao contrário das redes de arrasto, outro petrecho comum, as redes de emalhe têm utilização permitida ao longo de todo o ano, com restrições temporárias a certos recursos-alvo, como é o caso do robalo da tainha (*Mugilliza* – MAPA, 2019).

A temporada de pesca da Tainha ocorre entre os meses de maio e julho, sendo proibido por meio da Lei Municipal Nº 2479/2007 a realização de esportes náuticos no período de 15 de maio e 15 de julho em uma distância de 1.500 metros da costa, visando não causar impactos às atividades pesqueiras.



Figura 393: Estrutura disponibilizada para os pescadores na Rua 237, orla.



Figura 394: Estrutura disponibilizada para os pescadores na Rua 237, orla.



Figura 395: Quadro com as licenças e demais documentos de autorização de pesca.



Figura 396: Pesca realizada. Fonte: Disponibilizado pelo senhor Edson.

A operação da draga na área da jazida e durante o despejo dos sedimentos poderão resultar no afugentamento dos peixes, trazendo prejuízos a atividade pesqueira. Ainda, quando ocorrerem as obras de alimentação da praia em frente ao atual posto será necessária a mudança temporária de local de saída dos barcos.

5.14 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO – PESQUISA PERCEPÇÃO PÚBLICA

A Prefeitura Municipal de Itapema, junto a Secretaria de Comunicação da Prefeitura Municipal, realizou uma pesquisa de opinião pública nos dias 27 e 28 de junho de 2024, para caracterizar a percepção da população sobre o projeto de alimentação artificial da praia e a urbanização da orla.

A metodologia utilizada foi uma pesquisa quantitativa, descritiva e por amostragem, com coleta de dados realizada por meio de entrevistas pessoais com participação voluntária. O público-alvo incluiu homens e mulheres a partir de 16 anos, de todas as classes econômicas, residentes na cidade, especialmente na área de intervenção. O período de realização das entrevistas foi de 27 a 28 de junho de 2024, resultando em 111 entrevistas completas, com um intervalo de confiança de 95%.

Os principais objetivos do estudo incluem:

- Engajar a sociedade no debate sobre planos e projetos de desenvolvimento urbano.
- Obter a percepção da população sobre o Projeto de Alimentação Artificial da Praia, da Urbanização da Orla e do Sistema de Macrodrenagem.
- Consolidar as contribuições da população como um instrumento de melhoria contínua da comunicação da Administração Municipal.

Os resultados da pesquisa e suas implicações para o projeto estão detalhados no relatório anexo.

Apresenta-se a seguir modelo de questionário.

Ao longo dos últimos anos a Prefeitura de Itapema realizou diversos levantamentos e estudos ambientais e de engenharia para avaliação das fragilidades na região da orla do mar relativa a eventos costeiros (ressacas), qualidade das águas e melhorias para a balneabilidade, proteção natural e qualificação dos espaços públicos. Destes estudos surgiu um projeto de estruturação para proteção costeira e requalificação da orla de Itapema.

Os estudos surgiram da necessidade de proteger a orla da praia e sua infraestrutura instalada. Por muitos anos a praia sofreu várias ressacas, reduzindo o estoque de areia na praia e destruição de parte das benfeitorias (posto salva-vidas, muros de contenções, rampas de acesso, etc. A previsão é que teremos, ao longo dos próximos anos novos eventos mais críticos e com maior impacto sobre a orla. Por recomendação de várias Instituições e por conta do Marco de Sendai, ao qual o Brasil é signatário, recomenda-se ações imediatas de prevenção e resiliência.

A praia compreende dois ambientes: a parte emersa (aparente) que representa atualmente cerca de 30 metros de largura e, a praia imersa (abaixo da linha d'água), que tem aproximadamente 350 de largura. Estas duas partes formam o perfil de equilíbrio da praia, desde onde são formadas as ondas (zona de surf) até a berma (parte mais alta da areia da praia).

Algumas obras deste estudo já foram realizadas, que são os molhes no Rio Taboleiro, Bela Cruz e Perequê. Estas estruturas são parte do projeto de proteção costeira e redução das inundações.

Chega o momento da mais importante que será a regeneração da praia em que pretendemos preenchê-la com areia (engordamento), recompondo sua estrutura de proteção natural.

A primeira etapa compreende os 4,7 km da Meia Praia onde devem ser colocados cerca de 401 mil metros cúbicos de areia vindas de uma jazida disponível no mar aberto, a mesma jazida utilizada para a obra da praia de Balneário Camboriú. A areia tem a mesma granulometria da praia de Itapema e é composta por grãos de areia muito puros e brancos.

Após a obra do engordamento, está prevista a obra de macrodrenagem, que interceptará todas as descargas de águas pluviais hoje existentes na praia (línguas negras). Posteriormente, virá a revitalização da orla com um projeto de urbanização, mobilidade e paisagismo.

Como resultado, a praia passará a ter 70 metros de largura sendo mais confortável, permitindo regenerar as restinga. Também será realizada uma urbanização compreendendo um amplo calçadão, pista de micromobilidade, faixa de transito calmo e uma pista exclusiva para transporte coletivo, um novo paisagismo com arvores e diversos equipamentos urbanos.

Em face deste projeto, vimos consultá-lo, buscando a sua opinião sobre este projeto que pretende dar a Itapema um nova orla, mais segura, despoluida, agradável e moderna.

Qual sua opinião sobre o Projeto da Nova Orla da Meia Praia:

Projeto Nova Orla da Meia Praia	CONCORDO	CONCORDO PARCIALMENTE	DISCORDO
Proteção Costeira com acréscimo de areia (engordamento)	( )	( )	( )
Projeto de Macrodrenagem (Eliminação de Cheias e "Línguas Negras")	( )	( )	( )
Urbanização da Nova Orla da Meia Praia	( )	( )	( )


CRITICAS E SUGESTÕES:

Assinatura:_____

Nome Completo:_____

Endereço:_____

e-mail: _____

Fone: _____

CPF:_____ RG: _____

Figura 397: Modelo de questionário da pesquisa.

Apresenta-se a seguir os resultados obtidos.

5.14.1 RESULTADOS

A pesquisa de opinião pública realizada sobre o projeto da nova Orla da Meia Praia buscou entender a percepção da população em relação a três aspectos principais: a

proteção costeira com acréscimo de areia (engordamento), o projeto de macrodrenagem e a urbanização da nova orla.

1. Opinião sobre o Projeto de Proteção Costeira com Acréscimo de Areia (Engordamento)

A maioria dos participantes expressou apoio ao projeto de proteção costeira, com 75,68% (84 pessoas) concordando plenamente com a proposta. Além disso, 10,81% (12 pessoas) concordaram parcialmente, enquanto 13,51% (15 pessoas) discordaram.

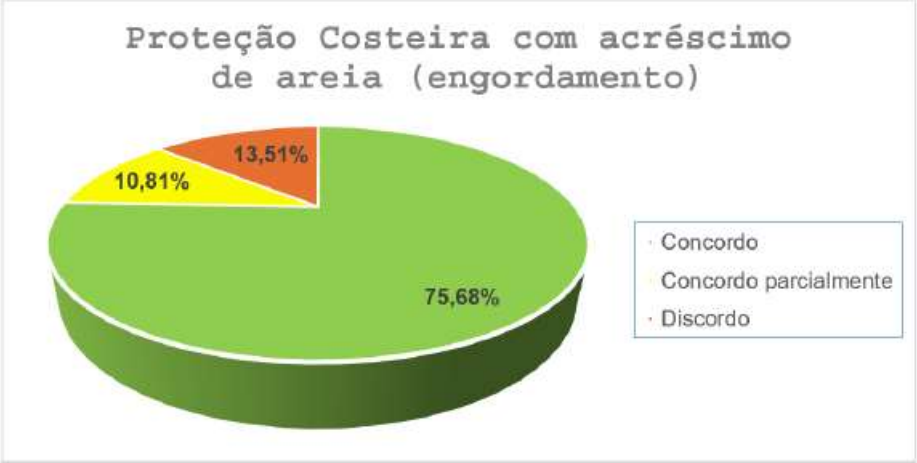


Figura 398: PROTEÇÃO COSTEIRA COM ACRÉSCIMO DE AREIA (ENGORDAMENTO).

2. Opinião sobre o Projeto de Macrodrenagem (Eliminação de Cheias e "Línguas Negras").

Neste aspecto, o apoio foi ainda mais expressivo, com 90,09% (100 pessoas) concordando plenamente com a necessidade de um projeto de macrodrenagem para mitigar cheias. Somente 6,31% (7 pessoas) concordaram parcialmente e 3,60% (4 pessoas) discordaram.

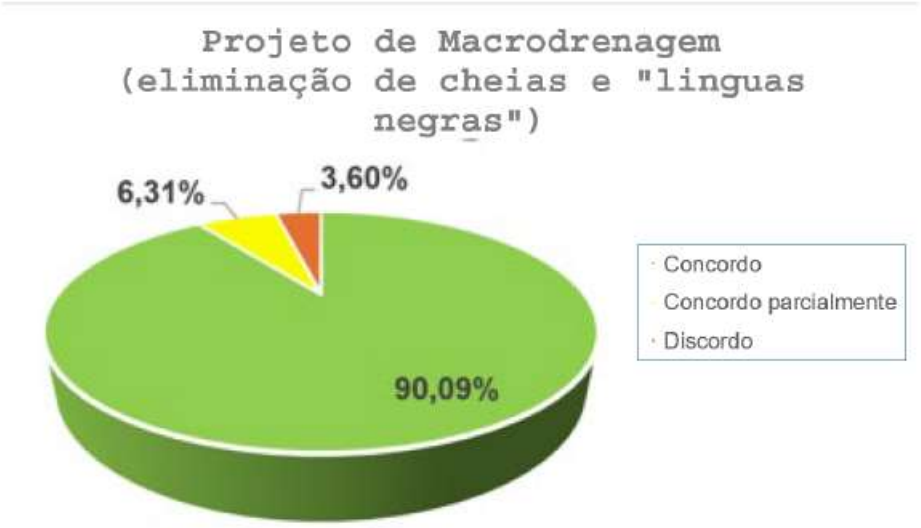


Figura 399: PROJETO DE MACRODRENAGEM (ELIMINAÇÃO DE CHEIAS E “LINGUAS NEGRAS”.

3. Opinião sobre o Projeto de Urbanização da Nova Orla.

Quanto à urbanização da nova orla, 72,97% (81 pessoas) manifestaram total concordância com o projeto, enquanto 11,71% (13 pessoas) concordaram parcialmente e 15,32% (17 pessoas) discordaram.

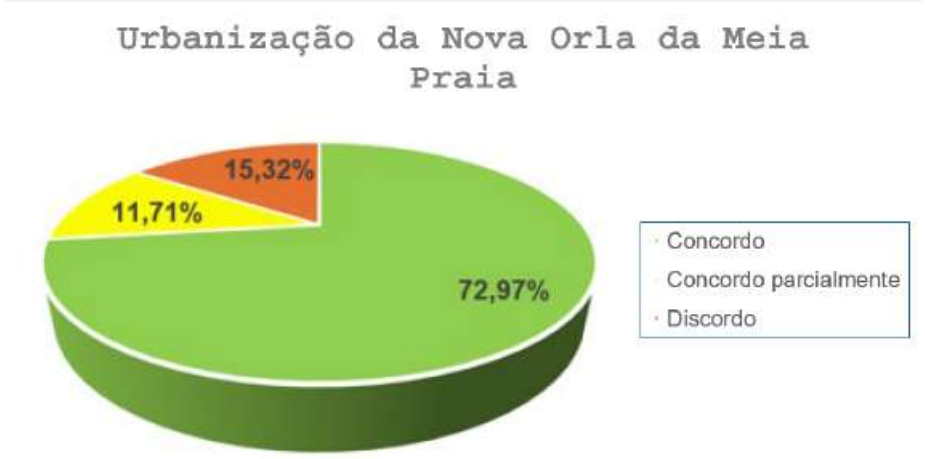


Figura 400: PROJETO DE URBANIZAÇÃO DA NOVA ORLA.

Esses resultados demonstram um forte apoio da população para os projetos propostos, refletindo a importância percebida na proteção da costa, na gestão de águas pluviais e na melhoria da infraestrutura urbana. A alta taxa de concordância, especialmente no projeto de macrodrenagem, indica que a comunidade reconhece a urgência e a relevância das intervenções planejadas.

A Administração Municipal se compromete a considerar essas opiniões e sugestões ao longo do processo de implementação, reforçando o compromisso com a transparência e o engajamento da população nas decisões que afetam o ambiente em que vivem.

5.15 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS PROTEGIDAS

A Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza sendo constituído pelo conjunto das unidades de conservação federais, estaduais e municipais. A referida Lei define Unidades de Conservação como “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público”.

Como pode ser observado no Mapa de Áreas Protegidas, apresentado a seguir, as áreas de intervenção e sua AID não estão inseridas em áreas de Unidades de Conservação, sendo a UC mais próxima a Refúgio da Vida Silvestre de Itapema, uma unidade de conservação de proteção integral criada pelo Decreto nº 87 de 2012.

O Refúgio de Vida Silvestre é uma unidade de conservação que tem por objetivo a proteção de ambientes naturais para garantir as condições de existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora da localidade e da fauna residente ou migratória.

Próximo a foz do rio Perequê há também o Parque Natural Municipal da Lagoa do Perequê, unidade de conservação de proteção integral criada pelo Decreto Nº 1380 de 2015. Este parque foi criado com o objetivo de proteger um ambiente natural de grande relevância ecológica e beleza cênica, com potencial para desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza, de turismo ecológico e pesquisas científicas (PORTO BELO, 2015).

A Área Diretamente Afetada e a AID estão inseridas, porém, na Zona de Amortecimento da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo.

A Reserva Biológica Marinha foi criada através do Decreto Federal Nº 99.142 de 1990 e abrange os municípios de Bombinhas, Florianópolis e Governador Celso Ramos, numa área total de 17.104,47 hectares. Seu plano de manejo foi aprovado através da Portaria IBAMA N° 81 de setembro de 2004.

A reserva compreende quatro ilhas (Arvoredo, Deserta, Galés e Calhau de São Pedro) e o ambiente marinho associado.

O Decreto n° 99.142/1990, de criação da Reserva, apresenta como objetivo de criação da Unidade “proteger amostra representativa dos ecossistemas da região costeira ao norte da Ilha de Santa Catarina, suas ilhas e ilhotes, águas e plataforma continental, com todos os recursos naturais associados”.

A Zona de Amortecimento da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo corresponde a uma faixa de 50 km do entorno dos limites da Reserva, compreendendo uma área total 850 mil hectares, sendo 99,3% de área marinha e apenas 0,07% de áreas terrestres, correspondentes às ilhas do Amendoim, João da Cunha, do Francês, do Mata Fome, de Moleques do Norte, do Badejo, das Aranhas, do Xavier e do Campeche (MMA/IBAMA, 2004).

O objetivo do estabelecimento da Zona de Amortecimento com esta abrangência foi resolver os conflitos existentes, relativos sobretudo à pesca, de maneira a resguardar os objetivos da Reserva. Entretanto, esta delimitação deve-se mais a conflitos potenciais com a expansão das atividades de prospecção e exploração de hidrocarbonetos nesta região da costa catarinense (MMA/IBAMA, 2004).

Além das Unidades de Conservação, o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP considera como áreas protegidas os Territórios de Ocupação Tradicional, como Terras Indígenas ou Territórios de Remanescentes de Quilombo. Em seus princípios estabelece também o reconhecimento dos elementos integradores da paisagem, em especial as áreas de preservação permanente e as reservas legais, como fundamentais na conservação da biodiversidade (BRASIL, 2006).

No interior da AID não foram identificados territórios de ocupação tradicional. Nas áreas de intervenção e na AID há áreas definidas como Áreas de Preservação Permanente, as quais serão detalhadas no próximo item.

Cabe citar também a Constituição Federal, em seu Art. 216 que dispõe ser dever do Poder Público, com a colaboração da comunidade, a promoção e proteção dos bens

do patrimônio cultural brasileiro, incluindo-se os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

Nas áreas de intervenção não são encontrados imóveis tombados ou em processo de tombamento, assim como sítios arqueológicos ou demais áreas protegidas. Na Ilha de Porto Belo, inserida na AID do meio físico, foi identificado o sítio arqueológico Sambaqui Ilha João da Cunha. Cabe citar que não ocorrerão interferências nesta área, não sendo identificado impactos sobre esta área.

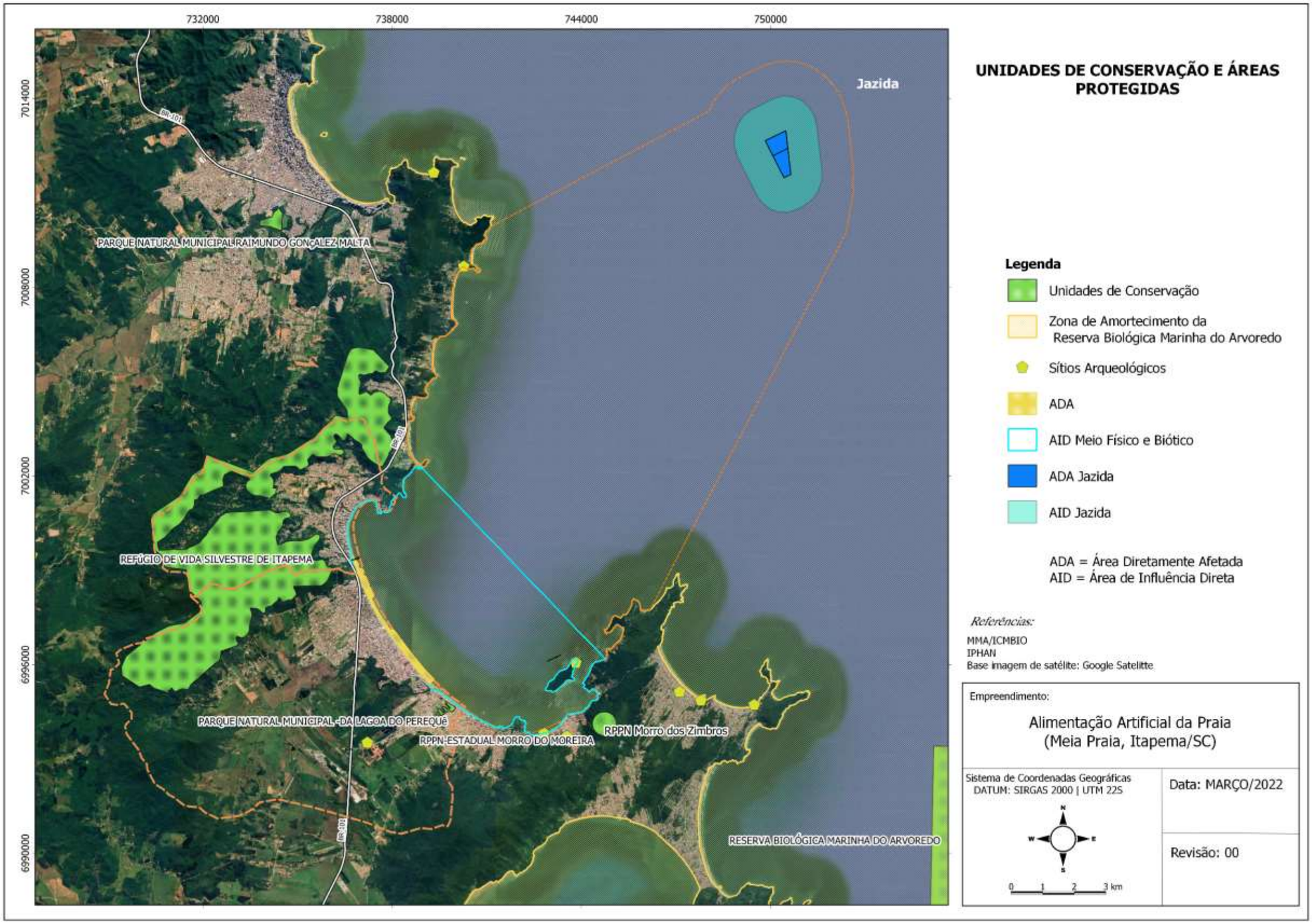


Figura 401: Localização do empreendimento quanto as unidades de conservação e áreas protegidas.

5.15.1 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As definições de Áreas de Preservação Permanente consideram o previsto na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, a qual dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e em seu Art. 4° cita:

“Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

> I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
>
> **a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 dez) metros de largura;**
>
> **b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; [...]**
>
> IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
>
> [...]
>
> V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
>
> **VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;**
>
> VII - os manguezais, em toda a sua extensão;
>
> VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
>
> IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25º , as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d’água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

> X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
> XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado. (BRASIL, 2012).

Nas Áreas de Influência Direta ocorrem áreas de preservação permanente do rio Taboleiro dos Oliveiras e rio Perequê, bem como mosaicos de restingas nas faixas de areia que atuam como fixadoras.

Para a execução das obras de alimentação artificial da praia não são previstas intervenções nas áreas de preservação permanente, porém, deverão ser tomadas medidas para garantir a proteção destas áreas durante a etapa de execução das obras.

5.16 INFRAESTRUTURA EXISTENTE

De acordo com a Lei Federal 6.766/79, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, são equipamentos urbanos os equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgoto, energia elétrica, coleta de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado.

Descreve-se neste item, além dos equipamentos urbanos, a coleta de resíduos, pavimentação, escolas e unidades de saúde, bem como as estruturas locadas na orla da Meia Praia.

5.16.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SERVIÇOS DE ESGOTO

As obras serão realizadas em área compreendida pelo abastecimento de água e rede coletora de esgotos, sendo possível o atendimento ao canteiro de obras, se necessário.

Não há previsão de impactos aos moradores com a interferência ou sobrecarregamento destas infraestruturas.

5.16.2 ENERGIA ELÉTRICA

A região do entorno é atendida pela CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina, sendo possível o atendimento ao canteiro de obras.

Não há previsão de impactos aos moradores com a interferência ou sobrecarregamento destas infraestruturas.

5.16.3 COLETA DE ÁGUAS PLUVIAIS

A área é atendida por redes de drenagem pluvial. Porém, não se prevê a necessidade de uso direto dessas redes nas áreas de instalação do empreendimento e canteiro de obras.

5.16.4 REDE DE COMUNICAÇÃO E TELEFONIA

O local é atendido por rede de telefonia comum e por empresas privadas que oferecem serviços de telefonia e internet.

5.16.5 REDE DE GÁS CANALIZADO

O município de Itapema é abastecido por rede de gás canalizado conforme dados disponibilizados pela SC GÁS. A rede intercepta a área central do município, inclusive a AID do empreendimento em alguns trechos (SC GÁS, 2009), porém, não haverá interferência nestas redes nas atividades de execução das obras.

5.16.6 COLETA DE RESÍDUOS

O município de Itapema é atendido pela coleta de resíduos sólidos municipal realizada pela empresa Ambiental Limpeza Urbana e Saneamento LTDA., compreendendo a área em estudo, sendo possível o atendimento ao canteiro de obras no que se refere aos resíduos comuns.

Na alta temporada a coleta é realizada diariamente no centro e em Meia Praia. Nos bairros, é realizada três vezes por semana. Na baixa temporada, a coleta é realizada três vezes na semana, em toda a cidade. Os resíduos são coletados e transportados até o Aterro Sanitário de Biguaçu.

A coleta seletiva, de resíduos recicláveis, é realizada de acordo com o plano de trabalho (segunda-feira a sábado). Todo resíduo coletado é encaminhado para a COOPERITAPEMA e ITA Associação de Catadores e Destinadores de Materiais Recicláveis de Itapema. A determinação dos locais de entrega dos resíduos recicláveis é feita pelo município.

A geração dos resíduos que poderão ser coletados pela coleta municipal será de baixo volume, não causando impactos negativos ou sobrecarregamento deste serviço.

5.16.7 PAVIMENTAÇÃO NAS VIAS

As vias de acesso ao local são pavimentadas com asfalto ou pavers, como pode ser visualizado nos registros fotográficos a seguir.

Ressalta-se que a via em frente à orla não permite a circulação de veículos, apenas bicicletas e semelhantes.



Figura 402: Avenida Nereu Ramos, paralela à linha de costa.



Figura 403: Vias de acesso à orla com pavimentação. Demais vias possuem pavimentação semelhante.

5.16.8 ESCOLAS E UNIDADES DE SAÚDE

Na AID do empreendimento foi encontrada uma unidade escolar, a Escola de Educação Básica Anita Garibaldi, localizada na Av. Nereu Ramos, 5032, a aproximadamente 230 metros da faixa de areia.

Não foram verificadas unidades de saúde na AID. A unidade de saúde mais próxima é a Unidade Básica de Saúde Meia Praia, localizada na Rua 294 - Meia Praia, a aproximadamente 620 metros da faixa de areia.

Não há previsão de tráfego intenso dos maquinários e veículos nestas vias que possam alterar a dinâmica do tráfego local, porém, os motoristas deverão ser conscientizados quanto à boas práticas na direção de veículos, principalmente quanto à velocidade em vias com grande circulação de pedestres.

6 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A avaliação dos impactos ambientais consiste na identificação dos impactos de modo que as condições ambientais em que se enquadram sejam incorporadas no processo decisório do empreendimento, de maneira a mensurar os efeitos decorrentes do processo de instalação e operação, com o intuito de eliminar, minimizar ou compensar os efeitos negativos dos impactos gerados e potencializar os efeitos positivos.

Conforme a Resolução CONAMA N° 01/1986, considera-se impacto ambiental:

> "Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais" (BRASIL, 1986).

Estas alterações podem ser positivas ou negativas e podem implicar em diferentes magnitudes ao ambiente, assim como possuem variação de prazos, incidência, entre outras características.

Para avaliar a qualidade e magnitude de um impacto é importante avaliar as consequências das ações das atividades relacionadas ao empreendimento/obras, onde será possível também determinar quais as medidas de prevenção ou mitigação que poderão ser adotadas.

6.1 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

A avaliação dos impactos inicia com a identificação destes a partir da definição das atividades, aspectos ambientais e por fim, impactos ambientais associados.

Para tanto os técnicos envolvidos na elaboração deste EAS confrontaram informações obtidas durante os levantamentos de dados primários e secundários

para a elaboração do diagnóstico ambiental das áreas de influência do empreendimento (Método Ad Hoc). Os técnicos discutiram entre si as principais fragilidades observadas em cada meio durante a realização dos estudos, confrontando-as com as características do projeto e levantando a relação dos prováveis impactos ambientais das diversas fases do empreendimento.

A análise partiu da avaliação do impacto resultante em cada componente ambiental previamente diagnosticado durante as etapas de implantação e operação.

Após a identificação dos impactos, cada um foi classificado considerando os seguintes parâmetros:

- Impactos positivo e negativo: Impacto benéfico é aquele que atua favoravelmente sobre o meio; enquanto o adverso é o que incide de forma desfavorável sobre o meio (Classificação Qualitativa);

- Impactos diretos e indiretos: Define a incidência do impacto sobre o meio, que de ser direta ou indireta (Critério de Ordem);

- Impactos locais e regionais: Indica a extensão sobre a qual o impacto influenciará. Impacto local ocorre em um ponto determinado, não se estendendo aos entornos. Impactos regionais ocorrem quando a extensão da área de abrangência é maior, atingindo proporções regionais (Critério de Espaço);

- Impactos imediatos e em médio e longo prazos: Se refere ao tempo de efeito do impacto sobre o meio. Impacto imediato ocorre quando a incidência é imediata sobre a área afetada. Impactos a médio e longo prazos afetarão o meio após um período maior de tempo (Critério de Tempo);

- Impactos temporários e permanentes: Refere-se ao período de incidência do impacto. Também pode ser relacionado à tendência do impacto no tempo, podendo progredir, se manter ou regredir (Critério de Dinâmica);

- Impactos reversíveis e irreversíveis: Impacto reversível ocorre quando é cessada a origem do impacto ou quando o impacto pode ser mitigado,

fazendo com que o meio retorne à sua condição original. Impacto Irreversível ocorre quando cessada a origem ou mitigado o impacto, o meio de incidência não mais retorna à sua condição original (Critério de Plástica).

Para uma análise da magnitude dos impactos cada um foi analisado quanto à sua probabilidade de ocorrência e severidade das consequências em caso de ocorrência do impacto. A análise da probabilidade foi realizada sendo considerada a execução das medidas preventivas e mitigadoras previstas.

Tabela 74: Classificação de probabilidade.

PROBABILIDADE		
Probabilidade de ocorrência do evento, considerando a existência de controles.		
Níveis de Pontuação		
1	RARO	Pode ocorrer apenas em circunstância excepcionais
2	IMPROVÁVEL	Pode ocorrer alguma vez, porém dependendo de circunstâncias específicas
3	POSSÍVEL	Pode ocorrer alguma vez
4	PROVÁVEL	Provavelmente ocorrerá
5	QUASE CERTO	É esperado que ocorra em várias circunstâncias

Tabela 75: Classificação de Severidade.

SEVERIDADE (CONSEQUÊNCIA)		
Consequência dos impactos, considerando a existência de controles.		
1	DESPREZÍVEL	Não afeta a qualidade ambiental, social ou econômica.
2	MENOR	Gera impacto ambiental local, por período curto, facilmente corrigido. Pode ser prevenido com medidas simples ou voltar naturalmente ao seu estado anterior. Impacto positivo local, por período curto.
4	MODERADA	Gera impacto ambiental local e regional, podendo ser mitigado e revertido com ações corretivas simples ou voltando naturalmente ao seu estado anterior; não afeta a biodiversidade permanentemente; afeta a segurança da população, sem danos à vida. Impacto positivo regional, de médio a longo prazo.
8	GRAVE	Impactos ambientais locais e regionais, com danos à biodiversidade sem possibilidade de reversão, porém podendo ser controlado; Impactos sociais que alteram e impedem as atividades rotineiras,

		causando prejuízos econômicos; pode causar acidentes graves à população. Impacto positivo regional permanente, de médio a longo prazo.
16	CRÍTICA	Impacto ambiental irreversível, podendo causar danos permanentes à biodiversidade, com medidas de correção complexas; impacto social com dano à vida. Impacto positivo regional permanente, de médio a longo prazo, abrangendo grande parte da população e trazendo benefícios para os diversos meios.

Após análises, os valores de probabilidade e severidade foram multiplicados visando encontrar a magnitude conforme matriz a seguir.

Tabela 76: Matriz de Magnitude dos Impactos,

		PROBABILIDADE				
		1	*2*	*3*	*4*	*5*
SEVERIDADE	*1*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	2	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**
	4	**4**	**8**	**12**	**16**	**20**
	8	**8**	**16**	**24**	**32**	**40**
	16	**16**	**32**	**48**	**64**	**80**

Magnitude: Fator Obtido da SEVERIDADE X PROBABILIDADE
Até 4 = BAIXO (Aceitável - Não necessita de ações)
Entre 5 e 19 = MÉDIO (Realizar ações de mitigação já previstas)
Entre 20 e 32 = ALTO (Realizar ações de mitigação já previstas; verificar necessidade de ações corretivas)
Acima de 32 = EXTREMO (Realizar ações de mitigação já previstas; verificar necessidade de ações corretivas e compensatórias)

6.2 FASE DE IMPLANTAÇÃO

O levantamento dos impactos para a fase de implantação levou em consideração as etapas e atividades previstas neste estudo.

A primeira etapa de “serviços preliminares”, envolve a instalação do canteiro de obras, sinalização da área, entre outros. Nesse estágio os impactos estão relacionados a preparação das áreas de apoio. Nas áreas de apoio os impactos estão relacionados também às atividades dos colaboradores, que resultam da geração de resíduos e efluentes, uso de maquinários, armazenamento de produtos, entre outros.

Na fase da dragagem da areia na jazida, que compreende a dragagem em si e o transporte do sedimento até a praia, podem ocorrer impactos diversos relacionados a dispersão de sedimentos, ruídos da draga, alteração da topografia, interferência na área de pesca, entre outros, que poderão impactar os meios físico, biótico e socioeconômico.

Por fim, avalia-se a atividade de espalhamento da areia na praia, a qual deve ser realizada apenas nas áreas previstas, evitando a possível intervenção em áreas vegetadas de restinga. Impactos temporários à fauna também são passíveis de ocorrência considerando a deposição dos sedimentos sobre a superfície. A circulação de máquinas e colaboradores também poderão causar impactos à comunidade.

A avaliação do impacto ambiental da execução de dragagem de areia no mar para engordamento de praia deve abranger todas essas etapas, desde os serviços preliminares até o espalhamento da areia na praia.

Na matriz a seguir são apresentados os impactos ambientais relacionados aos aspectos e atividades. Em seguida os impactos ambientais são descritos e são apresentadas as medidas mitigadoras.

Tabela 77: Aspectos e impactos ambientais na etapa de implantação do empreendimento.

Atividades	Aspecto	Impacto	ID.	Classificação do Impacto Ambiental													Avaliação do Impacto		
				Qualitativa		Ordem		Espaço		Tempo			Dinâmica		Plástica		Severidade (consequência)	Probabilidade	Magnitude
				Positivo	Negativo	Direto	Indireto	Local	Regional	Imediato	Médio	Longo	Temporário	Permanente	Reversível	Irreversível			
Atividades gerais dos colaboradores	Geração de efluente sanitário	Alteração na qualidade do solo e das águas devido à disposição inadequada de efluentes.	Imp 01		X		X		X	X			X		X		2	1	**3**
Atividades gerais dos colaboradores e geração de resíduos sólidos	Gestão incorreta dos resíduos sólidos	Desperdício de recursos naturais; poluição de corpos d´água e solo; proliferação de vetores entre outros	Imp 02		X		X		X		X		X		X		2	2	**4**
Dragagem dos sedimentos na jazida marinha	Dispersão dos sedimentos e aumento da turbidez da água	Alteração da qualidade da água, causando impacto aos organismos	Imp 03		X		X	X		X			X		X		4	5	**20**
Dragagem dos sedimentos na jazida marinha	Remoção e suspensão dos sedimentos	Redução da abundância e diversidade da macrofauna bentônica	Imp 04		X	X		X		X			X		X		2	5	**10**
Dragagem dos sedimentos na jazida marinha	Remoção e suspensão dos sedimentos	Proliferação de Microalgas Tóxicas	Imp 05		X		X			X			X		X		2	4	**8**
Dragagem dos sedimentos na jazida marinha	Aumento do ruído subaquático	Perturbação sonora sobre a fauna e afugentamento	Imp 06		X	X		X		X			X		X		4	5	**20**
Dragagem dos sedimentos na jazida marinha	Dragagem, trânsito da draga e deposição dos sedimentos na praia	Conflitos com atividade pesqueira	Imp 07		X		X	X		X			X		X		4	4	**16**
Alimentação artificial da praia	Trânsito da draga e deposição dos sedimentos na praia	Conflitos com usuários da Meia Praia (faixa praial e enseada)	Imp 08		X		X	X		X			X		X		4	4	**16**
Alimentação artificial da praia	Deposição dos sedimentos na praia	Diminuição do habitat da fauna	Imp 09		X	X		X		X			X		X		2	5	**10**
Alimentação artificial da praia	Movimentação de veículos e máquinas na faixa de areia	Acidentes com a fauna principalmente pelo atropelamento	Imp. 10		X		X	X		X			X		X		8	2	**16**
Movimentação de veículos e máquinas nos caminhos de serviço / Canteiro de Obras	Geração de ruídos e vibrações	Transtornos à comunidade do entorno pela emissão de ruído	Imp 11		X	X		X		X			X		X		4	5	**20**
Obras em geral	Necessidade de mão de obra	Movimentação da economia municipal /Novas vagas de trabalho	Imp 12	X		X	X		X		X		X		X		2	5	**10**

Impacto 1: Alteração na qualidade do solo e das águas devido à disposição inadequada de efluentes.

Devido ao uso de sanitários pelos colaboradores no canteiro de obras bem como nas áreas de execução das obras, ocorrerá a geração de efluentes. O lançamento de efluentes sanitários contribui para a poluição de recursos hídricos devido à sua alta carga orgânica, assim como presença de organismos patógenos.

Está previsto o uso de banheiros químicos, os quais serão recolhidos e substituídos periodicamente por empresa habilitada e licenciada.

Este impacto é facilmente evitado com a aplicação de medidas mitigadoras e preventivas, tendo ocorrência “rara” e severidade menor, devido ao impacto local, por período curto e facilmente corrigido.

Medidas mitigadoras recomendadas
Uso de banheiros químicos, os quais devem ser recolhidos e substituídos por empresa habilitada e licenciada. Recolhimento de documentação relacionada ao destino do efluente.
Programa ambiental
Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PGRCC Programa de Supervisão Ambiental

Impacto 2: Desperdício de recursos naturais; poluição de corpos d´água e solo; proliferação de vetores entre outros pela má gestão dos resíduos

As obras de execução do empreendimento em estudo não preveem a geração de grande quantidade de resíduos como ocorre em construções civis ou em atividades industriais. Porém, considerando as atividades dos colaboradores do canteiro de obras, poderão ser gerados resíduos comuns, como embalagens de alimentos, restos de alimentos e resíduos de escritório. Eventualmente poderão ser gerados resíduos contaminados com produtos perigosos devido a manutenções simples nos maquinários, como estopas e embalagens contaminadas. Ressalta-se que

manutenções deverão ser realizadas em local especializado, porém, pode-se supor que adequações simples serão realizadas no canteiro de obras.

A disposição incorreta dos resíduos causa a degradação da área de deposição, poluição de cursos d´água e do solo; os resíduos perigosos possuem maior potencial de contaminação dos recursos naturais e deverão ter um cuidado específico; a segregação incorreta, ainda que o resíduo seja encaminhado para local adequado e licenciado, impede a reciclagem do resíduo e sua reutilização, causando o desperdício de recursos naturais que poderiam ser substituídos pelo material reciclado.

A disposição inadequada dos resíduos, principalmente orgânicos, dentro do ambiente de obras, pode causar a proliferação de vetores.

Este impacto é facilmente mitigado com a correta gestão correta e eficiente dos resíduos, sendo improvável de ocorrer caso sejam tomadas as medidas de prevenção e mitigação, com severidade menor, sendo um impacto facilmente corrigido.

Medidas mitigadoras recomendadas
Para mitigar esses impactos é essencial adotar práticas de gestão de resíduos sólidos eficientes, incluindo a redução na fonte, a reciclagem e a disposição adequada por meio de aterros sanitários controlados. Além disso, a sensibilização e a educação ambiental são fundamentais para promover a conscientização sobre a importância do manejo responsável dos resíduos sólidos em canteiros de obras e em toda a sociedade.
Programa ambiental
Programa de Supervisão Ambiental Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PGRCC Programa de Educação Ambiental para os Trabalhadores

Impacto 3: Alteração da qualidade da água, causando impacto aos organismos

A alteração da qualidade da água poderá ocorrer durante o processo de dragagem, devido ao revolvimento e suspensão de sedimentos, resultando no aumento da

turbidez; poderá ocorrer também devido ao procedimento de *overflow*, processo de extravasamento do excesso de água visando aumento da eficiência.

O aumento da turbidez pode obstruir a entrada de luz solar na água, prejudicando a fotossíntese das plantas aquáticas e afetando a cadeia alimentar marinha.

Além dos sedimentos, a dragagem também pode liberar substâncias químicas presentes no fundo do mar, como metais pesados e compostos orgânicos. Essas substâncias podem contaminar a água, prejudicando a vida marinha e, eventualmente, entrando na cadeia alimentar humana, caso organismos contaminados sejam consumidos. Para avaliação da magnitude deste impacto, análises da qualidade do sedimento e da água são necessárias.

Este impacto tem previsão de ocorrência local, ocorrendo o aumento da turbidez tão logo as atividades de dragagem iniciem; é temporário, uma vez que encerradas as atividades, os sedimentos serão decantados.

A probabilidade de ocorrência do aumento da turbidez é certa, porém, a definição do impacto de alteração de outros parâmetros da água depende da análise dos sedimentos.

A consequência é considerada moderada, uma vez que resulta em impactos locais e regionais, mas que voltam naturalmente ao seu estado anterior e não afeta a biodiversidade permanentemente.

Nas comunidades bentônicas de substratos consolidados é possível que ocorra efeitos deletérios decorrentes da chegada da pluma de sedimentos nos costões rochosos e com isso comprometer a produtividade primária de macroalgas, o comprometimento de organismos filtradores, sendo também possível o soterramento, embora em menor escala, de organismos, devido à deposição do material em suspensão. Não são esperados impactos nessas comunidades ao longo do trajeto entre a jazida e o aterro.

Portanto, este é um impacto esperado tanto nas áreas diretamente afetadas pela jazida e pelo aterro para a fauna de substratos inconsolidados, e é possível que

ocorra na área de influência direta do empreendimento, nas comunidades de substratos consolidados, notadamente, nos costões rochosos.

Outrossim, trata-se de um impacto temporário, pois parte dos sedimentos suspensos na água durante a dragagem eventualmente se deposita no fundo do mar, cobrindo habitats naturais. Para a área em estudo, não foram identificadas áreas sensíveis que possam sofrer com a deposição do sedimento de fundo (UNIVALI, 2023).

Medidas mitigadoras recomendadas
Recomenda-se que sejam realizadas análises da qualidade da água e sedimentos anteriormente ao início das obras, bem como monitoramento visual da pluma de sedimentos. Considerando-se os usos recreativos da praia, recomenda-se que as obras ocorram fora do período da alta temporada, evitando que a qualidade da água possa interferir na atividade turística. Deste modo o período recomendado é entre abril e novembro.
Programa ambiental
Programa de Monitoramento da Atividade de Dragagem Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e dos Sedimentos Programa de Monitoramento da Biota Aquática

Impacto 4: Redução da abundância e diversidade da macrofauna bentônica

Fase de implantação de um projeto de enriquecimento artificial de praias arenosas constitui-se no período onde são esperados os impactos negativos mais relevantes sobre a Fauna Bentônica. Esta fase envolve duas frentes de obras, sendo uma a exploração da jazida de areia através de atividades de dragagens, e outra a alimentação artificial da praia, ou aterro. Além dessas áreas diretamente afetadas, o trecho de navegação entre essas duas áreas também deve ser considerado no contexto para a avaliação de impactos sobre a fauna bentônica. A partir do conhecimento geral dos efeitos decorrentes de projetos desta natureza é possível projetar os impactos reais e/ou potenciais sobre a fauna bentônica.

São esperadas perdas de diversidade e abundância de organismos da fauna bentônica de substratos inconsolidados ocorrem em decorrência da atividade de

dragagem na jazida de sedimentos, assim como ao longo do trecho de alimentação artificial da praia seja pela desestruturação dos habitats na primeira situação, seja pelo soterramento na segunda.

A diminuição da população de macrofauna bentônica poderá causar desequilíbrio na fauna aquática durante a atividade de implantação, até o ambiente regenerar-se ao estado anterior. De qualquer forma, é um impacto temporário, e que deverá ser rapidamente reversível, considerando-se também a capacidade de resiliência das populações de espécies que compõem estas comunidades. Entretanto, a importância deste impacto negativo deve estar associada à presença de espécies ameaçadas listadas na legislação específica, o que não foi o caso, para as áreas estudadas na Enseada de Porto Belo (UNIVALI, 2023).

Medidas mitigadoras recomendadas
Deverá ser realizado monitoramento da biota durante e após as obras.
Programa ambiental
Programa de Monitoramento da Biota Aquática

Impacto 5: Proliferação de Microalgas Tóxicas

A atividade de dragagem na jazida resultará na ressuspensão de sedimentos podendo causar um aumento na concentração de nutrientes na água. Neste cenário há probabilidade de proliferação de microalgas tóxicas, favorecidas pelo ambiente com altos teores de nutrientes.

Florações algais nocivas (FANs) podem ocorrer de forma natural, por efeitos os fatores abióticos (temperatura, luz, nutrientes, regime hidrológico) e bióticos (competição, predação, lise viral). Nas últimas décadas, nota-se, porém, o aumento crescente dos registros de FANs ao redor do globo (ANDERSON *et al*. 2002, HALLEGRAEFF, 2010). Segundo Anderson et al. (2008) o aumento observado é função tanto da dispersão natural de espécies por correntes ou tempestades, quanto devido a influência das atividades humanas, seja em decorrência do aumento da eutrofização costeira ou via transporte de microalgas pela água de lastro, e até

mesmo pelo desenvolvimento de técnicas de análise mais precisas. Em especial, a disponibilidade de nutrientes é essencial para o crescimento da biomassa das microalgas marinhas e situações de alteração dessas são as mais discutidas como as principais causas para o aumento do desenvolvimento, persistência e expansão de muitas florações algais (GRANÉLI & JOHANSSON 2003, DYHRMAN 2008, HEISLER *et al*. 2008). Nas regiões costeiras e oceânicas, nitrogênio e fósforo estão raramente em concentrações altas o suficiente para sustentar o desenvolvimento simultâneo de uma grande variedade de espécies.

Dessa forma, a habilidade de competir por nutriente limitante é crucial para a proliferação preferencial de determinadas espécies.

Medidas mitigadoras recomendadas
Deverá ser realizado o monitoramento da biota aquática e qualidade da água e sedimentos (especialmente, níveis de nitrogênio e fósforo) anteriormente ao início da dragagem. Com os resultados das análises será possível avaliar se de fato há possibilidade da proliferação de algas tóxicas, sendo então previstas medidas mitigadoras e corretivas.
Programa ambiental
Programa de Monitoramento da Biota Aquática Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e dos Sedimentos Programa de Monitoramento da Atividade de Dragagem

Impacto 6: Perturbação sonora sobre a fauna e afugentamento

O trânsito de máquinas pesadas na faixa de areia, o funcionamento da draga e embarcações de apoio, bem como a dragagem com a utilização das bombas de sucção, elevam os níveis de ruído na área de intervenção.

Conforme citado ao longo do estudo, sons antropogênicos podem causar efeitos prejudiciais em diversos animais, entre eles cefalópodes (ANDRÉ *et al*., 2011), répteis (ANDRÉ *eal*., 2011) e principalmente mamíferos, para os quais o som já foi observado como agente estressor (WRIGHT *et al*., 2007).

Com o aumento do ruído a fauna presente na região da faixa de areia poderá ser afugentada durante a etapa de implantação. Animais terrestres poderão buscar

refúgio em áreas próximas, correndo o risco de serem expostos e sofrerem acidentes, como atropelamento. Aves poderão buscar outros locais próximos, sem tanta dificuldade com o deslocamento.

Os principais impactos da dragagem sobre a fauna marinha incluem a geração de ruídos subaquáticos e o aumento do tráfego de embarcações. Os ruídos podem causar mascaramento da comunicação, mudanças comportamentais e perda auditiva em cetáceos, que dependem do som para sua sobrevivência (Weilgart, 2007; WODA, 2013). Para os quelônios, o estresse sonoro pode afetar sua migração e ciclo de vida (Marcovaldi et al., 2018). O tráfego elevado aumenta o risco de colisões, resultando em lesões que podem debilitar e desorientar os animais, comprometendo sua capacidade de escapar de predadores e se alimentar (Richardson, 2005; Weilgart, 2007).

A duração deste impacto é temporária visto que este cessará ao final da atividade de dragagem. A abrangência envolve tanto a ADA como a AID considerando que a alteração nas intensidades dos ruídos subaquáticos e o tráfego de embarcações podem ter efeitos para além da ADA. As atividades de dragagem e atividades correlatas estão restritas à fase de instalação, desta forma este impacto é reversível.

Medidas mitigadoras recomendadas
Adoção de estratégias relacionadas à diminuição de velocidade nas embarcações considerando que baixas velocidades darão maior probabilidade para os animais identificarem o risco de colisão eminente e evitarem o abalroamento. Continuidade (campanhas) do monitoramento de cetáceos, quelônios e dos ruídos subaquáticos na região durante as obras. Acompanhar a operação da draga e trajeto da draga na enseada e a presença de cetáceos. A operação deverá ser paralisada quando os animais se aproximarem, cabendo ao profissional responsável definir o raio de segurança. Instrução aos pilotos de embarcações quanto aos procedimentos preventivos quando trafegarem próximos aos animais, como a redução da velocidade e desvio de rota, entre outras medidas preventivas.
Programa ambiental

Programa de Monitoramento da Atividade de Dragagem
Programa de Monitoramento da Biota Aquática
Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre
Programa de Supervisão Ambiental

Impacto 7: Conflitos com atividade pesqueira

A operação da draga na área da jazida, o despejo dos sedimentos na praia e a perturbação ocasionada à comunidade da biota aquática poderão gerar conflitos com a atividade pesqueira existente na região.

Conforme estudo, na Meia Praia apenas um pescador licenciado exerce a atividade de pesca como forma de subsistência, sendo que dois outros pescadores licenciados pescam apenas na época da Tainha, porém, sem uso da atividade como subsistência.

Além do pescador licenciado, outras pessoas dependem diretamente desta atividade prestando serviços durante e após a pesca.

O impacto nas atividades de pesca poderá ocorrer devido a dificuldades na execução das atividades do pescador (saída) e pelo afugentamento dos peixes devido ao trânsito da draga.

A temporada de pesca da Tainha ocorre entre os meses de maio e julho, sendo proibido por meio da Lei Municipal Nº 2479/2007 a realização de esportes náuticos no período de 15 de maio e 15 de julho em uma distância de 1.500 metros da costa, visando não causar impactos às atividades pesqueiras. Apesar da tubulação para alimentação da praia estar localizada neste trecho, cabe citar que a draga estará a uma distância maior da costa, minimizando os impactos que poderiam ser causados à pesca.

Outro impacto de menor importância será a necessidade de mudança temporária de local de saída dos barcos quando ocorrerem as obras de alimentação da praia em frente ao atual posto.

Este impacto não apresenta uma grande magnitude devido à pouca quantidade de pescadores que exercem a atividade no local, bem como a possibilidade de a atividade ainda ser realizada durante as obras de implantação.

Medidas mitigadoras recomendadas
- Recomenda-se que as obras de dragagem e aterro da praia ocorram fora do período de safra da Tainha (maio a julho). - Não aproximar a draga em uma distância menor que 1.500 metros da costa durante a temporada de pesca de Tainha. - Compensação aos pescadores atingidos, a qual deverá ser discutida entre a prefeitura e representantes da comunidade. O cronograma prevê um período de 8 meses de obras, porém, a dragagem e o aterro compreendem apenas 3 meses (4°, 5° e 6° mês de obras). Nos meses iniciais e finais serão realizados serviços preliminares, mobilização e desmobilização dos equipamentos. As obras não devem ser realizadas em alta temporada durante o verão, entre os meses de novembro e março. Deste modo, é possível iniciar as atividades em meados de abril, com a dragagem iniciando apenas em julho e finalizando em outubro; com isto, a obra seria finalizada em novembro. Esta é apenas uma recomendação para que possa ser evitada atividade de dragagem e aterro durante ambos os períodos (safra da tainha e verão), sendo que o cronograma deverá ser discutido junto à prefeitura e representantes da comunidade atingida.
Programa ambiental
Programa de Supervisão Ambiental Programa de Comunicação Social

Impacto 8: Conflitos com usuários da Meia Praia (faixa praial e enseada)

O trânsito da draga e demais embarcações de apoio poderá resultar no aumento do risco potencial de abalroamentos de embarcações, gerando conflitos com os usuários desta enseada.

Além disto, ocorrerá também temporariamente conflitos com usuários da praia, como surfistas e turistas que desejem utilizar a faixa de areia, uma vez que o local terá uso restrito durante as etapas de execução das obras em cada trecho, bem como os que desejem adentrar ao mar próximo às embarcações.

O uso da faixa de areia durante e logo após a etapa de aterro também poderão causar acidentes, uma vez que a faixa de areia ainda não estará totalmente estável.

Este impacto tem ocorrência provável, e severidade moderada, podendo ser mitigado com medidas simples, porém, afetando a segurança da população.

Medidas mitigadoras recomendadas
Sinalização da atividade de dragagem, com visibilidade diurna e noturna, conforme normas exigidas pela Capitania dos Portos. Informar aos usuários sobre as atividades que serão realizadas. Sinalização das áreas restritas ou com riscos aos usuários. Capacitação dos colaboradores para atuar em casos de acidentes com usuários. Realizar as obras de dragagem fora da alta temporada.
Programa ambiental
Programa de Comunicação Social Programa de Supervisão Ambiental Programa de Educação Ambiental dos Trabalhadores Programa de Segurança da Praia

Impacto 9: Diminuição do habitat da fauna

Considerando a movimentação de maquinário pesado aos entornos do local de intervenção direta, assim como, o traslado de operários e relocação de vias de acesso à praia durante obras, à flora remanescente à faixa d'areia e cursos hídricos, ocasionalmente, poderão ocorrer impactos ambientais a esta flora local.

Este impacto, apesar de ter ocorrência incerta, tem baixa severidade, uma vez que a fauna poderá se deslocar facilmente para outras áreas da mata ciliar, a qual apresenta um remanescente na margem direita do rio.

Conforme diagnóstico da fauna, foram encontrados poucos exemplares durante as excursões a campo, porém, ainda há uma fauna presente no local, sendo um impacto que deve ser considerado.

Medidas mitigadoras recomendadas
Acompanhamento da frente de trabalho por biólogo Delimitação da área a ser interferida, limitando-se à área necessária para obras
Programa ambiental
Programa de Monitoramento da Fauna Programa de Recuperação de Áreas Degradadas Programa de Supervisão Ambiental

Impacto 10: Acidentes com a fauna principalmente pelo atropelamento

Devido à possível e ocasional intervenção à vegetação, bem como pela movimentação de máquinas e veículos pesados próximo às áreas de vegetação remanescente de restinga, bem como na faixa de areia, a fauna poderá se afugentar, buscando refúgio nas proximidades. Mesmo considerando que o ambiente praial em análise é um espaço antropizado, com constantes impactos citadinos que afugentam a fauna local, este deslocamento poderá resultar em encontros com espécies, podendo ocorrer atropelamentos ou outros acidentes.

Conforme diagnóstico da fauna, foram encontrados poucos exemplares durante as excursões a campo, porém, ainda há uma fauna presente no local, sendo um impacto que deve ser considerado. O atropelamento da fauna ou outros acidentes são considerados de severidade grave, porém, entende-se ser um impacto com possibilidade de prevenção, diminuindo desta forma a probabilidade de ocorrência.

Medidas mitigadoras recomendadas
Conscientização dos motoristas quanto a presença de fauna, controle da velocidade dos veículos, sinalização para os motoristas.
Programa ambiental
Programa de Monitoramento da Fauna Programa de Recuperação de Áreas Degradadas Programa de Supervisão Ambiental Programa de Educação Ambiental para os Trabalhadores

Impacto 11: Transtornos à comunidade do entorno pela emissão de ruído

Devido ao trânsito de veículos pesados ocorrerá a geração de ruídos e vibrações que alterarão o padrão normal destes parâmetros, afetando principalmente os moradores próximos aos caminhos de serviço.

As obras para engordamento da faixa de areia podem gerar ruído e vibrações excessivas resultante de atividades como operação de máquinas pesadas e transporte de materiais.

Para as comunidades do entorno, o impacto do ruído é considerável. O barulho constante pode causar estresse, ansiedade, incômodos, afetando o dia a dia da comunidade, podendo interferir também nas atividades econômicas dos comércios locais.

Este impacto será percebido nas áreas habitadas no entorno da faixa de areia (ADA e AID do meio socioeconômico) onde estiver ocorrendo as obras, bem como nos caminhos de serviço, onde ocorrerá aumento do trânsito de veículos pesados. Os impactos são temporários, encerrando tão logo as obras sejam concluídas. Considerando o cronograma físico apresentado, as obras terão duração de até 8 meses.

O impacto tem probabilidade certa de ocorrência e severidade moderada, uma vez que será encerrado naturalmente e não representa danos graves à população.

Ressalta-se que não está sendo discutido neste item os impactos decorrentes dos ruídos da dragagem, pois estes não serão percebidos pela comunidade da região.

Medidas mitigadoras recomendadas
Podem ser aplicadas medidas para minimização, como o controle da velocidade dos veículos pesados, manutenção dos veículos e maquinários e estabelecimento de horários específicos para atividades mais ruidosas. Os colaboradores devem ser treinados quanto aos possíveis impactos à comunidade do entorno relativos aos ruídos e vibrações e outros, e como participar das medidas preventivas. Devem ser orientados em como fornecer as informações à população.
Programa ambiental

Medidas mitigadoras recomendadas
Programa de Monitoramento de Ruídos Programa de Educação Ambiental dos Trabalhadores Programa de Supervisão Ambiental

Impacto 12: Movimentação da economia municipal/Novas vagas de trabalho

A implantação do empreendimento resultará na geração de receitas, pagamento de impostos, novas vagas de trabalho e movimentação da economia.

Para a execução desta obra estima-se a geração de 32 empregos diretos, abrangendo os operários e profissionais para a coordenação da execução, com diferentes qualificações necessárias.

Medidas potencializadoras
Priorizar, quando possível, a contratação de mão de obra local, principalmente para vagas que não há exigência de qualificações profissionais. Priorizar, quando possível, a aquisição de bens e serviços locais.
Programa ambiental
Programa de Supervisão Ambiental

6.3 FASE DE OPERAÇÃO

A fase de operação é a fase após a finalização das obras de engordamento da faixa de areia, sendo avaliados os impactos positivos e negativos do empreendimento, considerando a experiência dos usuários e as mudanças que ocorrerão na dinâmica costeira.

Tabela 78: Aspectos e impactos ambientais na etapa de operação do empreendimento.

Atividades	Aspecto	Impacto	ID.	Classificação do Impacto Ambiental													Avaliação do Impacto		
				Qualitativa		Ordem		Espaço		Tempo			Dinâmica		Plástica		Severidade (consequência)	Probabilidade	Magnitude
				Positivo	Negativo	Direto	Indireto	Local	Regional	Imediato	Médio	Longo	Temporário	Permanente	Reversível	Irreversível			
Alimentação artificial da praia	Proteção costeira	Diminuição da erosão do ambiente costeiro; proteção de infraestruturas	Imp.01	X			X		X		X			X		X	8	5	**40**
	Alargamento da faixa de areia	Melhoria das Condições de Lazer para os Usuários da Praia	Imp.02	X			X		X	X				X		X	8	5	**40**
	Alargamento da faixa de areia	Aumento do Turismo no município	Imp.03	X			X		X		X			X		X	8	5	**40**
	Alargamento da faixa de areia	Aumento da Arrecadação Tributária e Aumento da Movimentação Financeira	Imp.04	X			X		X		X			X		X	8	5	**40**
	Modificação nos Padrões de Erosão e Deposição do Perfil Praial		Imp.05		X	X		X			X		X		X		8	4	**32**

Impacto 1: Diminuição da erosão do ambiente costeiro; proteção de infraestruturas

Conforme apresentado neste estudo, um dos objetivos das obras de engordamento da faixa de areia é a redução da erosão costeira.

Essa erosão causa graves problemas, como a perda de território, destruição de infraestrutura e propriedades privadas, além de impactar os ecossistemas costeiros.

Estes eventos são potencializados pela ocupação das faixas litorâneas e a praia de Itapema é um exemplo das consequências da urbanização intensa. O processo de urbanização reduziu a capacidade de regeneração natural da praia, tornando-a vulnerável a eventos climáticos extremos.

As soluções para conter a erosão costeira incluem a transposição artificial de areias, alimentação artificial de praias e dunas, e a construção de estruturas de defesa costeira. Projetos de recuperação de praias e dunas absorvem a energia das tempestades, protegendo a infraestrutura costeira. Deste modo, o preenchimento artificial do sistema praia-berma é considerado uma solução eficaz para proteger o litoral da erosão.

Medidas potencializadoras
Recuperação da restinga para fixação da faixa de areia e proteção do ambiente costeiro Monitoramento da faixa de areia após a finalização das obras. O tempo de monitoramento deverá ser avaliado após finalização das obras, quando estarão disponíveis dados relativos às obras realizadas.
Programa ambiental
Programa de Monitoramento do Ambiente Costeiro Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

Impacto 2: Melhoria das Condições de Lazer para os Usuários da Praia
Impacto 3: Aumento do Turismo no município
Impacto 4: Aumento da Arrecadação Tributária e Aumento da Movimentação Financeira

Após o término das obras para a alimentação artificial da praia haverá uma consequente melhoria das condições de lazer para os usuários devido ao aumento da faixa de areia e capacidade de carga, ou seja, aumento da área disponível e consequente aumento de pessoas na faixa de areia.

Haverá maior área disponível para atividades de lazer, como prática de esportes e banhos de sol, sendo atrativo turístico no Município, que poderá implicar no aumento da demanda turística, e, consequentemente, no incremento da arrecadação tributária municipal e movimentação da economia geral.

Medidas potencializadoras
Divulgação das obras (site da prefeitura) e dos objetivos esperados Deverá ser previsto, a longo prazo, melhoria da infraestrutura, com disponibilidade de lixeiras, banheiros e chuveiros para a população.
Programa ambiental
xx

Impacto 5: Modificação nos Padrões de Erosão e Deposição do Perfil Praia

De forma geral, o trecho da praia analisado possui tendência ao equilíbrio, com o transporte sedimentar resultante basicamente nulo, conforme DHI Brasil (2016).

Porém, após a conclusão das obras da alimentação artificial da praia poderá ser observado um aumento da declividade do perfil praial resultante do aumento do “ataque” das ondas e, consequentemente, poderá também ser

observado grande erosão durante esta fase. Posteriormente, o perfil irá se ajustar naturalmente ao perfil de equilíbrio original da praia.

Medidas mitigadoras
Realizar o monitoramento, manutenção e reposição dos sedimentos em periodicidade adequada. Deve-se manter ouvidoria pública para reclamações, como possíveis pontos de erosão observados na faixa de areia
Programa ambiental
Programa de Monitoramento do Ambiente Costeiro

7 PROGRAMAS AMBIENTAIS

A Resolução nº 01/86 do CONAMA estabelece que após a realização do estudo para identificação dos impactos ambientais da operação de um empreendimento será preciso elaborar um plano de acompanhamento e monitoramento dos impactos e de verificação das medidas tomadas, no qual devem estar explícitos os parâmetros e fatores considerados.

O monitoramento é a atividade de controle rotineiro e permanente de alguns indicadores e possibilita a análise do desempenho do empreendimento e os efeitos exercidos sobre o meio ambiente.

O Programa de Monitoramento tem como objetivo fiscalizar a efetiva execução das medidas mitigadoras sugeridas e avaliar a eficácia destas na redução dos impactos previstos, possibilitando, através da detecção precoce de eventuais impactos, a implementação de medidas corretivas que venham solucionar os impactos para os quais as medidas propostas inicialmente não foram eficientes.

7.1 PROGRAMA DE SUPERVISÃO AMBIENTAL

Conforme apresentado no estudo ambiental, durante a execução das obras estão previstos diversos impactos ambientais, sendo necessário a adoção de medidas mitigadoras e corretivas para diminuição ou para evitar a incidência destes impactos.

O Programa de Supervisão Ambiental visa monitorar e supervisionar todas as ações de monitoramentos e medidas de mitigação ambiental adotadas durante as obras, por meio do acompanhamento das atividades de construção, compreendendo todas as etapas e outros programas ambientais.

O programa será executado durante toda a etapa de implantação do empreendimento, sendo elaborado relatórios periódicos para acompanhamento da eficiência dos controles ambientais adotados.

7.2 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

As obras de alimentação artificial da praia Central, estão associadas a transformações na comunidade local. Para tanto, torna-se importante a elaboração de mecanismos de discussão e avaliação dos impactos sociais e econômicos gerados, de maneira a permitir o estabelecimento de um profícuo canal de interlocução entre o empreendedor e a sociedade.

As obras de proteção do sistema costeiro, principalmente as de alimentação artificial da praia, resultarão em alterações na dinâmica da comunidade de forma temporária, durante as obras, e permanente, após a finalização.

Nestas alterações cabe citar os riscos envolvidos pela presença de maquinários na faixa de areia bem como na alteração do solo, onde poderá ocorrer atolamento de pessoas e máquinas, podendo ocorrer acidentes com as pessoas que transitam pelo local.

Este programa tem como objetivo informar a comunidade das atividades que serão realizadas, como as etapas das obras e estudos complementares, bem como informar sobre os resultados esperados ao final da execução do projeto. É de extrema importância a comunicação com os pescadores locais repassando informações sobre a obra, principalmente no que vier a impactar as atividades diárias.

A comunidade também deverá ser informada sobre os impactos ambientais decorrentes e as medidas mitigadoras ou corretivas que serão tomadas.

Ressalta-se a importância de abordar aspectos de segurança, informando a área de atuação da draga e os locais de acesso restrito na praia, evitando conflitos e acidentes.

A comunicação com a comunidade poderá ser realizada de formas diversas, contando com sinalizações adequadas no local, canais de atendimento (telefone, e-mail), bem como a organização de reuniões e divulgação em rádios e televisão.

7.3 PROGRAMA DE SEGURANÇA DA PRAIA

O Programa de Segurança da Praia tem como premissa o cumprimento de todas as Normas Regulamentadoras, que estabelecem as diretrizes acerca da segurança e saúde ocupacional. Para implantação do programa, todos os colaboradores envolvidos deverão receber treinamentos e instruções nítidas para agir em conformidade com as propostas do presente programa.

Além das ações propostas com os trabalhadores da obra, deve-se prever comunicação eficiente, que divulgue as atividades e ações para toda a comunidade circunvizinha e os usuários da praia. Estas ações estão previstas no Programa de Comunicação Social.

Outro fator de suma importância desenvolvido no programa é referente as sinalizações e isolamentos necessários, tanto na parte terra como na parte mar. Devem ser seguidas Normas da Marinha afim de cumprir as sinalizações nas áreas de dragagem e jazida, assim como as instruções para prevenir acidentes na orla marítima. Assim, este programa tem como público-alvo os colaboradores envolvidos nas obras, a comunidade circunvizinha e os usuários da praia.

No entorno dos locais onde estiverem sendo executadas as obras, ou ainda onde houver tráfego de veículos oriundo das obras, armazenamento de materiais e resíduos, presença de equipamentos, deverá ser sinalizado com placas de segurança. Assim, é possível alertar a presença de possíveis riscos, e então, minimizar as probabilidades de ocorrência de um acidente.

A sinalização será seguida conforme a NBR 7195 (ABNT, 1995), a qual fixa as cores que devem ser usadas para prevenção de acidentes, empregadas para identificar e advertir contra riscos.

Para precaver a população e os trabalhadores de eventuais acidentes durante a execução da obra em terra e mar devem ser seguidas diretrizes quanto à sinalização, isolamento da área de trabalho, ações de segurança do trabalho, treinamentos, divulgações, além de medidas preventivas a serem cumpridas.

Entre os tipos de sinalização, devem ser aplicados os seguintes:

- Sinalização em terra;
- Sinalização náutica;
- Isolamento das áreas de trabalho/obras;
- Comunicação e informação a população local (por meio do Programa de Comunicação Social).

O acompanhamento e avaliação do Programa de Segurança da Praia se dará mediante a apresentação laudos que apontem a execução das medidas acima elencadas, os treinamentos realizados aos trabalhadores da obra e possíveis ocorrências/medidas corretivas relacionadas à segurança da praia.

7.4 PLANO DE MONITORAMENTO DE RUÍDOS

Recomenda-se um monitoramento dos níveis de ruídos, principalmente nas proximidades das fontes emissoras, com o objetivo de identificar se existe a necessidade de se aplicar medidas mitigadoras que venham atenuar os efeitos negativos dos ruídos e reduzi-los a níveis aceitáveis. O controle e o monitoramento das atividades e o atendimento aos limites estabelecidos pela

legislação vigente irá garantir a preservação da saúde e do bem-estar dos funcionários e da comunidade no entorno.

O procedimento deverá baseado na NBR 10151, conforme descreve o código de posturas.

Para este empreendimento sugere-se a medição nos receptores no entorno do canteiro de obras e ao longo da orla, conforme as etapas de execução de obras.

Deve-se observar a necessidade de manutenção preventiva e corretiva das máquinas, evitando barulhos de peças defeituosas, roldanas corroídas, entre outros.

No caso da verificação de emissões sonoras fora do padrão aceitável, deverá ser providenciado o reparo dos equipamentos que estejam provocando tal alteração.

As medições deverão ser realizadas de acordo com cada etapa da obra, sempre que se observar mudanças nas atividades que possam alterar os níveis de ruído.

7.4.1 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RUÍDOS SUBAQUÁTICOS – ETAPA DURANTE OBRA

7.4.1.1 Introdução

O presente diagnóstico consiste no levantamento dos níveis de pressão sonora subaquática a partir de medições em pontos pré-definidos durante a obra de alimentação artificial da praia de Itapema/SC. Tem por objetivo caracterizar a frequência e intensidade do ambiente acústico subaquático ao longo da praia de Itapema, considerando diferentes profundidades.

7.4.1.2 Baseline – Dados de Referência

Como dado pretérito cabe mencionar que foi realizado o monitoramento acústico prévio em janeiro de 2021. Estes dados deverão ser utilizados como o “branco” das intensidades de ruídos na área do projeto, ou seja, as intensidades dos ruídos sem a presença da obra.

7.4.1.3 Objetivos Específicos

• Conhecer as fontes de ruído associadas a obra de alimentação artificial da praia de Itapema/SC e verificar os níveis de ruído produzidos;

• Comparar os níveis de ruído da fase de instalação da obra com o Baseline;

• Comparar os níveis de ruído da instalação com níveis de tolerância de grupos da biota marinha, especialmente cetáceos.

7.4.1.4 Aspectos Metodológicos

7.4.1.4.1 Gravações em Pontos Pré – Definidos

Para a caracterização do ambiente acústico subaquático do entorno do empreendimento, serão definidos os 8 pontos de amostragem ao longo do eixo N-S da porção marinha da Praia de Itapema (Figura 404). As informações referentes às coordenadas dos pontos de amostragem pré-definidos se encontram na Tabela 79.

Tabela 79: Coordenadas dos pontos pré-definidos de amostragem de ruídos subaquáticos - Programa de monitoramento dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto de licenciamento ambiental para alimentação artificial da praia de Itapema -SC

Ponto	Coordenadas em UTM (22 J)
RS 01	22 J 739534 7000192
RS 02	22 J 741853 7000907
RS 03	22 J 740195 6999124
RS 04	22 J 742461 6999859
RS 05	22 J 740756 6998026
RS 06	22 J 743106 6998712
RS 07	22 J 741319 6996677
RS 08	22 J 743604 6997477

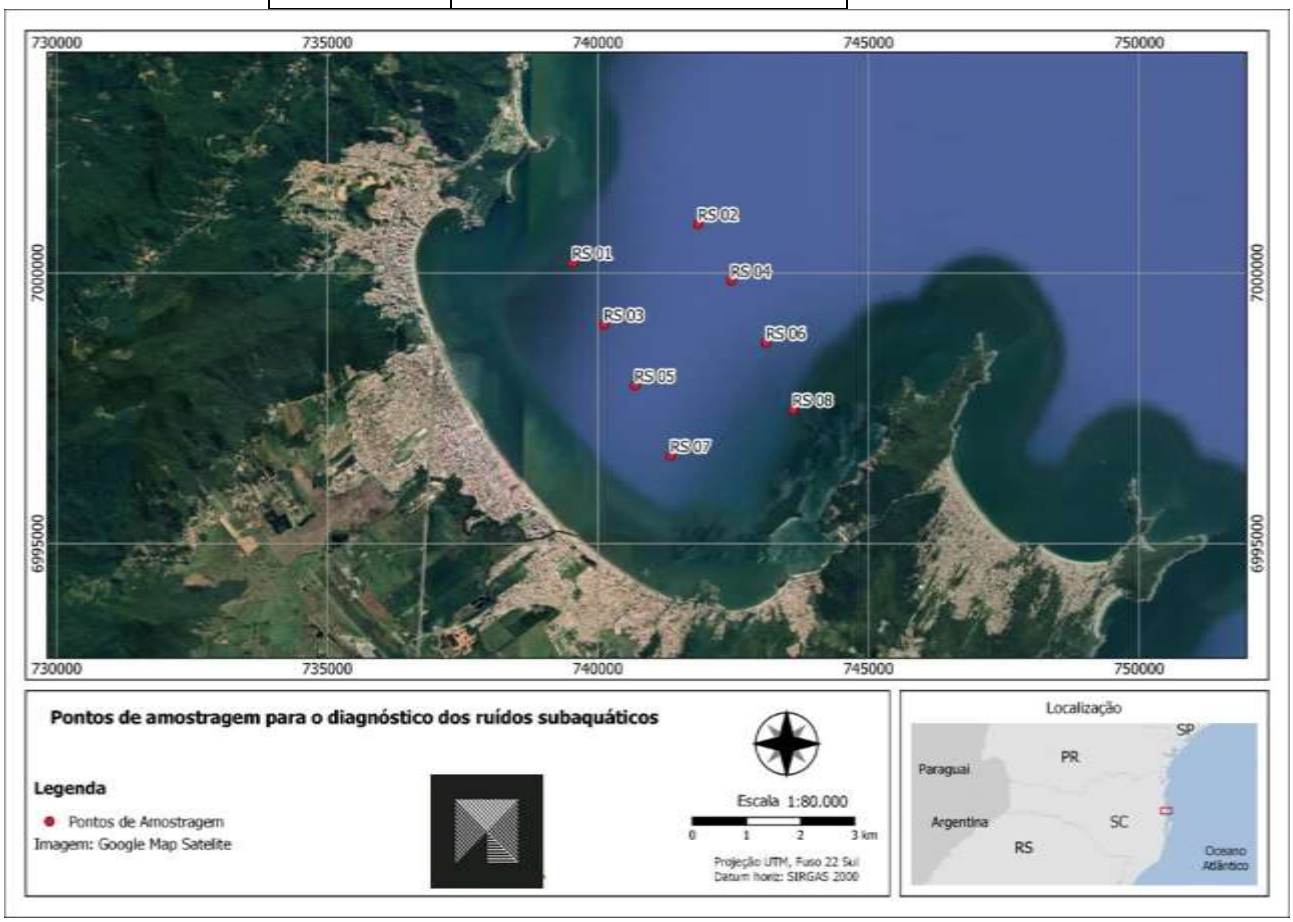


Figura 404: Localização dos 8 pontos definidos medições de ruído subaquático - Programa de monitoramento dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto de licenciamento ambiental para alimentação artificial da praia de Itapema -SC

Serão obtidas amostras de ruído subaquático de 3 minutos cada ponto amostrado. Os registros deverão ser realizados a partir de uma embarcação a motor, sendo este desligado durante as gravações.

O sistema de aquisição sonora utilizado é o SQ26-H1 da Cetacean Research Technology, composto por um hidrofone Cetacean Research Technology, modelo SQ26-08 (-168,18 re. 1V/ µPa rms) acoplado a um gravador digital portátil Zoom, modelo H1 (-127,85 re. 1V/ µPa rms) (Figura 405) ou semelhante. Os ruídos serão registrados em um único canal (mono) a 24 bits e com taxa de amostragem de 96 kHz em formato WAV. O sistema de aquisição utilizado permite o registro sonoro na faixa de 0,020 kHz a 47,9 kHz. O hidrofone deverá ser posicionado a uma profundidade mínima de 2m e máxima de 5m e, a cada gravação, serão registrados o horário, a distância do ponto de terra mais próximo no início da amostragem, estado do mar, a presença de outras embarcações e atividades humanas ao redor do ponto amostrado, em fichas de campo padronizadas. A obtenção dos registros acústicos ocorrerá apenas em boas condições de mar (<2, segundo escala Beaufort) e na ausência de chuva e ventos fortes, para que não ocorra a interferência sonora destes fatores.



Figura 405: Equipamento para aquisição de dados acústicos - Programa de monitoramento dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto de licenciamento ambiental para alimentação artificial da praia de Itapema -SC.

A partir dos recursos do programa RAVEN PRO 1.5.1, serão gerados os sonogramas para cada ponto coletado.

7.4.1.4.2 Gravação de Fontes Móveis

Deverão ser ainda registrados os níveis de ruído de fontes móveis, como os equipamentos utilizados para a obra de alimentação artificial da praia de Itapema/SC, por exemplo uma draga. O monitoramento será realizado considerando ainda as orientações preconizadas pelo “Guia Técnico sobre Acústica Submarina Relacionada à Dragagem” (*Technical Guidance on: underwater sound in relation to dredging*, 2013) emitido pela WODA (*World Organisation of Dredging Associations*) (Woda, 2013). Será realizado o monitoramento dos níveis de intensidade sonora no entorno do equipamento de dragagem durante a atividade de dragagem e execução das operações envolvidas. Desta forma serão registrados os ruídos da draga em operação sendo as gravações realizadas em várias distâncias da fonte móvel. Seguindo as orientações de Woda (2013) a embarcação de aquisição de dados permanece estacionária e as medições de ruídos serão registradas em diferentes distâncias, conforme a Figura 406.

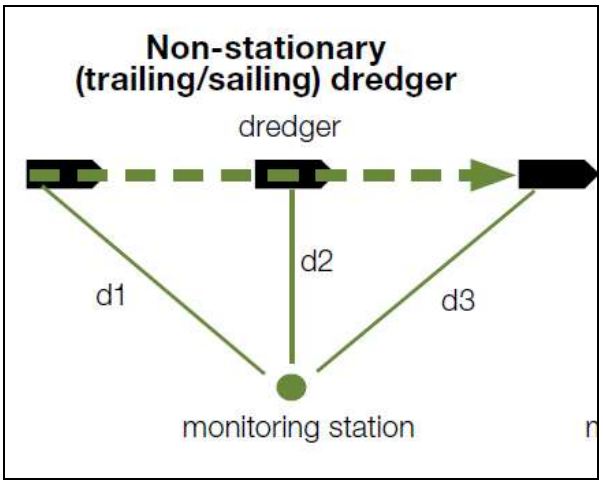


Figura 406: Metodologia para o monitoramento de ruído da draga em diferentes distâncias e atividades – Programa de monitoramento dos níveis de ruídos subaquáticos – Projeto de licenciamento ambiental para alimentação artificial da praia de Itapema -SC[11]

7.4.1.5 Avaliação dos Resultados (Acompanhamento)

Após o término de cada campanha/cenários será elaborado um relatório. Neste relatório os dados devem ser apresentados e discutidos seguindo um conteúdo mínimo:

• Apresentação dos resultados em tabelas e gráficos;

• Comparação com níveis de tolerância de grupos da biota marinha, especialmente cetáceos;

• Discussão comparativa entre pontos, considerando as diferentes influências da atividade;

• Discussão comparativa entre campanhas/cenários, incluindo comparação com o resultado da campanha baseline.

[11] Adaptado de Jong et al. (2010) e WODA (2013).

7.4.1.6 Cronograma

Na etapa de instalação da obra de alimentação artificial da praia de Itapema levará em consideração os meses em função do ritmo em que as atividades ocorrerão. Sugere-se medições quinzenais nos 8 pontos e medições de fontes móveis com a mesma frequência.

Programa	Equipe sugerida	Campanha	Recursos Materiais	Esforço	Frequência
PROGRANA DE MONITORAMENTO DE RUIDOS SUBAQUÁTICOS	1 coordenador de campo (biólogo, oceanógrafo ou afins) + 1 técnico de campo	1 dia	Embarcação motorizada; Equipamentos de proteção individual; Hidrofones; Gravador.	Pontos Amostrais: 8	Quinzenal

7.5 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - PGRCC

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil tem o objetivo de promover recomendações e procedimentos necessários a fim de minimizar, segregar, manejar, armazenar, destinar, reciclar e reutilizar os resíduos de forma correta, além de tratar os efluentes sanitários de forma correta.

Inclui o planejamento, as práticas, os procedimentos, os recursos e define as responsabilidades para desenvolver e implementar ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas.

O programa deverá abranger as especificidades dos resíduos gerados nas diferentes etapas de execução das obras, bem como dos resíduos gerados no canteiro de obras e nas embarcações utilizadas.

O plano deverá permanecer à disposição de todos os colaboradores da obra sendo necessário estabelecer um funcionário coordenador para o controle das ações.

A elaboração do plano deverá seguir as legislações e diretrizes vigentes, como:

O PGRS deve ter como premissa as principais legislações ambientais:

- **Política Nacional de Resíduos Sólidos** – 02 de agosto de 2010;
- **NBR 10004/2004** – Classificação dos resíduos sólidos;
- **Conama 275/2001** – Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos;
- **Conama n° 307/2002** – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;
- **NBR – 13221** – Transporte de resíduos;
- **NBR 12235** – Armazenamento de produtos perigosos;
- **NBR 11174** – Armazenamento de resíduos classe II A – não inerte e II B – inertes.

7.6 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ATIVIDADE DE DRAGAGEM

A implantação do Programa justifica-se pela necessidade de se estabelecer um procedimento de fiscalização durante a atividade de dragagem, a fim de diminuir os impactos relativos à alteração da qualidade da água do mar pelo

aumento da concentração de sólidos suspensos (Subprograma de Monitoramento da Dispersão da Pluma de Sedimentos), presença visual de maré vermelha, afugentamento e perturbação da fauna aquática e despejo de materiais com granulometria inadequada na praia (ex.g. biodetritos).

O objetivo do programa é fiscalizar a atividade de dragagem em relação ao excesso de overflow, observar a presença de cetáceos e quelônios, orientando sobre necessidade ou não de pausa na atividade de dragagem/ lançamento de sedimentos; observar a presença de possível maré vermelha ocorrendo em função da atividade de dragagem; observar a qualidade do material sendo lançado na praia, orientando em caso de chega de material biodetríco e outros materiais inadequados para o alargamento da praia.

O programa será aplicado durante toda a fase de implantação, no período de funcionamento da draga.

7.6.1 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA DISPERSÃO DA PLUMA DE SEDIMENTOS

Sobre o processo de dragagem prevista para o projeto de Alargamento da faixa de areia da Meia Praia, sedimentos serão remobilizadas na coluna d’água; assim, avaliar o alcance da pluma de sedimentos produzida, e as condicionantes físicas que influenciam nesta dispersão representa um dos elementos mais importantes para a compreensão dos fenômenos naturais que ditam as regras da região.

Outrossim, as medições de sedimentos em suspensão possibilitarão uma medição direta da porcentagem dos sedimentos dragados que é disponibilizada para a coluna d’água, permitindo avaliar o impacto que tal atividade pode resultar tanto na qualidade das águas e biota quanto no eventual acúmulo em regiões não previstas.

É neste sentido que o presente programa é proposto, devendo ser desenvolvido juntamente com a atividade da draga, e consistindo no monitoramento, através de parâmetros físicos, da área de ação da pluma de sedimentos decorrente da atividade de dragagem e despejo, e o seu comportamento na área de influência.

Por fim, a coleta de dados *in situ* do monitoramento dessa feição associado a hidrodinâmica local, gerará uma base de dados para refinar a calibração de modelos numéricos de dispersão de pluma de sedimentos em licenciamentos ambientais e/ou estudos futuros.

Para a realização deste monitoramento são recomendados os procedimentos metodológicos a seguir:

- Medição das concentrações dos sedimentos em suspensão nas áreas da jazida e enseada da Praia Central, mediante a utilização de um turbidímetro;

- Medição da intensidade e direção dos ventos durante as atividades de dragagem e despejo a partir de um anemômetro na embarcação e/ou banco de dados meteorológicos;

- Obtenção dos dados oriundos do Programa de Acompanhamento do Clima de Ondas e Dinâmica Praial (PACODP) no período compreendido por cada levantamento do PMDPS;

- Registro aerofotografado sobre a região de influência da atividade de dragagem para identificação visual da extensão da pluma de sedimentos;

7.7 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS

Este programa visa monitorar os parâmetros físico-químicos, das águas e dos sedimentos da área de influência direta das atividades de dragagem (área a ser dragada e áreas de despejos). Os parâmetros a serem monitorados devem ser definidos de acordo com as resoluções CONAMA Nº357/05 e Nº 344/04, para águas e sedimentos, respectivamente.

O monitoramento da qualidade da água também será realizado entre os molhes do rio Taboleiro dos Oliveiras e rio Bela Cruz (previsto no PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS CANAIS DE DRENAGEM E CURSOS D'ÁGUAS NATURAIS). As obras foram executadas sob dispensa ambiental, porém, são causadoras de impacto ambiental sendo necessário monitorar possíveis impactos sobre a qualidade da água, com efeitos à biota praial.

Os procedimentos de coleta, preservação e conservação das amostras de água e sedimento, devem obedecer aos padrões técnicos exigidos, para a posterior realização das análises físico-químicas em laboratório contratado, o qual deve ser devidamente credenciado e certificado pelos órgãos competentes.

O programa caracteriza-se como uma importante ferramenta para a identificação dos potenciais alterações geradas durante as atividades associadas às obras de dragagem, que, por vezes, podem representar impactos adversos ao ambiente onde se encontram inseridas. Tais demandas do programa visam possibilitar futuras análises comparativas e são referências para o monitoramento dos eventuais impactos ambientais identificados por esse EAS, além de possibilitar uma melhor análise dos possíveis impactos associados às alterações da qualidade das águas e dos sedimentos, permitindo assim a implementação imediata de medidas de mitigação, caso possível.

O presente programa deverá, preferencialmente, ter início antes do início das obras, com execução durante todo o período de obras estendendo-se até aproximadamente 6 (seis) meses após o término da dragagem.

7.8 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS CANAIS DE DRENAGEM E CURSOS D'ÁGUAS NATURAIS

7.8.1 JUSTIFICATIVA

A execução das obras de alimentação artificial da praia envolverá a movimentação de grandes volumes de sedimentos e a intervenção em ambientes costeiros sensíveis; soma-se às obras realizadas para proteção costeira no rio Taboleiro das Oliveiras, com a construção de molhes, e a realização de dragagem neste corpo d´água.

Tais intervenções poderão causar impactos nos recursos hídricos locais, sendo recomendado o monitoramento destes corpos d´água antes, durante e pós-obras, visando a avaliação dos impactos das obras na qualidade das águas. Além disso, os resultados poderão compor uma base de dados em relação à qualidade das águas, podendo ser utilizados pelo poder público em tomadas de decisão quanto a adequações necessárias.

O monitoramento também será realizado nos canais de drenagem, visando avaliar a influência destes na qualidade das águas.

7.8.2 OBJETIVOS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO

O principal objetivo do Programa de Monitoramento dos Canais de Drenagem e Cursos d'água Naturais é a obtenção de dados e avaliação da interferência das obras de alimentação artificial da praia molhes construídos no rio Taboleiro das Oliveiras na qualidade das águas.

Para isso, o programa visa:

- Avaliar a Qualidade da Água: Monitorar os parâmetros físico-químicos e biológicos da água para detectar qualquer alteração decorrente das obras, podendo assim propor medidas mitigadoras.
- Identificar e Mitigar Impactos: Detectar precocemente impactos negativos, possibilitando a adoção de medidas mitigadoras.
- Garantir a Conformidade Legal: Assegurar que todas as atividades estejam em conformidade com a legislação ambiental vigente e com as exigências específicas do órgão ambiental.

7.8.3 METODOLOGIA

O monitoramento será realizado por meio de um conjunto de atividades sistemáticas e contínuas, que incluem: Coleta e Análise de Amostras de Água; Monitoramento Hidrológico; Inspeções Visuais; Análise de Dados e Relatórios.

Apresentam-se a seguir os procedimentos a serem executados no monitoramento dos recursos hídricos durante a fase de implantação e operação do empreendimento.

7.8.3.1 Coleta e Análise de Amostras de Água

Para o desenvolvimento do presente programa serão realizadas coletas de água em pontos pré-determinados em canais de drenagem e no rio Taboleiro das Oliveiras para análise de parâmetros físico-químicos e biológicos.

Definiu-se apenas o rio Taboleiro das Oliveiras como curso d´água a ser monitorado considerando que o rio Perequê, localizado no limite sul das obras de alimentação artificial da praia, é objeto de monitoramento no âmbito

de outro processo de licenciamento ambiental referente ao molhe instalado neste curso d´água.

Foram definidos dois pontos para monitoramento, os quais são apresentados na Figura 407.



Figura 407: Pontos pré-definidos para monitoramento da qualidade da água no rio Taboleiro das Oliveiras.

As coordenadas geográficas são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 80: Coordenadas de Localização de coleta amostral.

Ponto amostral	Coordenadas UTM WGS84 (m)	
	X	Y
01	736517	6999402
02	736705	6999341

No rio Taboleiro das Oliveiras, onde se observam profundidades de até 1,00 metro conforme projetos das obras de dragagem, recomenda-se a coleta de duas amostras: uma de superfície (aproximadamente 0,30 metros abaixo da superfície) e uma de fundo (aproximadamente 0,50 m acima do sedimento).

No corpo d´água as coletas deverão contemplar períodos de maré enchente e vazante, permitindo caracterizar a extensão da cunha salina, conforme Subprograma de Monitoramento da Cunha Salina do rio Taboleiro das Oliveiras.

Quanto aos canais de drenagem, foram definidos pontos na extensão das obras de alimentação artificial da praia; definiram-se os canais de drenagem mais próximos aos rios Taboleiro das Oliveiras (rua 205) e Perequê (rua 323), e um ponto na região central, próximo à rua 257.

A localização dos pontos é apresentada na figura abaixo.



Figura 408: Localização dos pontos de monitoramento.

Após a primeira campanha serão definidas as localizações exatas, que poderão ser alteradas caso haja dificuldades em coletar as amostras nos pontos pré-definidos. Durante a coleta deve-se utilizar GPS portátil para marcação do ponto exato de monitoramento.

Nos canais de drenagem, considerando que são canais rasos, serão realizadas apenas uma coleta por ponto, não sendo necessária coletas em diferentes estratos da coluna d´água.

As amostras de água deverão ser armazenadas em frascos de vidro âmbar e plástico, dependendo do parâmetro a ser analisado, e mantidas em caixa térmica até o transporte ao laboratório. Todos os frascos devem ser

previamente identificados, relativos aos dados do ponto de coleta e da amostra a ser analisada, e preparados conforme recomendações da ABNT NBR 9897:1987 “Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento” e ABNT NBR 9898:1987 “Preservação e técnicas de amostragem de afluente líquidos e corpos receptores – Procedimento”.

Deve-se verificar junto ao laboratório contratado demais diretrizes a serem seguidas durante a coleta e armazenamento das amostras, caso este não realize os serviços em campo.

Todas as informações devem ser cadastradas e repassadas ao laboratório para elaboração da cadeia de custódia.

7.8.3.1.1 Parâmetros Analisados

Os parâmetros de análise do rio Taboleiro das Oliveiras e dos pontos de drenagem foram definidos conforme Resolução CONAMA N° 357/2011. Os parâmetros a serem analisados incluem:

- Temperatura
- Salinidade
- Potencial Hidrogeniônico (pH)
- Condutividade (mS/cm)
- Oxigênio dissolvido (OD)
- Turbidez
- Sólidos totais dissolvidos (g/L)
- Óleos e graxas
- Nitrogênio Amoniacal Total (amônia) e Nitrogênio Total Kjedahl (NTK)
- Sólidos Suspensos Totais
- Fósforo Total e Dissolvido

- Demanda Química de Oxigênio – DQO
- Demanda Biológica de Oxigênio – DBO
- Carbono Orgânico Total – COT
- Metais Totais e Metais Dissolvidos
- Coliformes termotolerantes, Escherichia coli e Enterococos

Para cada campanha de análise serão elaborados relatórios de monitoramento com os resultados obtidos, bem como os dados históricos coletados; os relatórios serão compilados ao final das obras, sendo emitido relatório final com as conclusões obtidas com o monitoramento.

Os resultados das análises do rio Taboleiro das Oliveiras deverão ser comparados com os valores que definem a classificação dos rios, conforme Resolução CONAMA N° 357/2011; os resultados das análises dos canais de drenagem também deverão ser comparados com limites de emissão de efluentes domésticos permitidos. Ambos os resultados devem ser comparados a dados bibliográficos e históricos da qualidade da água da região, se existentes.

Apesar da classe de qualidade ser, por definição, um conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros, entende-se que esta comparação é válida para analisar a qualidade do corpo hídrico.

Para monitoramento da qualidade da água, as análises deverão ser comparadas ao longo das obras de implantação, com elaboração de tabelas e gráficos, avaliando se ocorreram variações, e se há relação com as obras de implantação do empreendimento.

7.8.3.2 Monitoramento Hidrológico

Utilização de equipamentos de medição para monitorar a vazão e o nível da água nos canais e cursos d'água. Este monitoramento visa identificar alterações nos regimes de fluxo que possam indicar impactos das obras, bem como auxiliar na interpretação dos resultados das análises.

7.8.3.3 Inspeções Visuais

Realização de vistorias regulares para identificar alterações na morfologia dos canais, presença de sedimentos em suspensão, e quaisquer sinais visuais de poluição ou degradação ambiental.

A avaliação será realizada durante as campanhas de coleta de água.

Deverão ser realizados registros fotográficos do corpo d´água avaliado. Quaisquer observações devem ser tomadas e avaliada a necessidade de intervenções, recuperação, e investigação das fontes de poluição.

Com as informações acima, deverão ser verificadas ações de mitigação ou recuperação necessárias, sendo reportadas em relatórios de controle.

7.8.3.4 Análise de Dados e Relatórios

Os dados coletados serão analisados por uma equipe técnica especializada e relatórios periódicos serão elaborados, contendo uma avaliação dos impactos observados e recomendações para ações corretivas, se necessário.

7.8.4 INDICADORES

A avaliação deste programa será realizada por meio de indicadores quantitativos e qualitativos. Estes indicadores fornecerão subsídio para

verificação da qualidade da água, e da necessidade de propostas de mitigação, recuperação, entre outros.

7.8.4.1 Indicadores Quantitativos

Os indicadores quantitativos serão utilizados para a verificação da qualidade da água.

Para tanto, serão tomados como base os resultados das análises laboratoriais e comparação com os limites das legislações vigentes e demais dados utilizados.

Os dados gerados a partir destes indicadores serão utilizados como base para definição de medidas de adequação ou recuperação.

7.8.4.2 Indicadores Qualitativos

Os indicadores qualitativos serão utilizados para a verificação da qualidade da água por meio das vistorias em campo, com avaliação visual da qualidade da água e das margens do corpo d´água.

Deverão ser realizados registros fotográficos os quais deverão ser arquivados com os responsáveis pela execução do programa.

7.8.5 CRONOGRAMA

Recomenda-se a realização de campanhas trimestrais, sendo que em cada campanha serão realizadas coletas semanais durante um mês, ou seja, na primeira campanha serão realizadas 4 coletas em semanas consecutivas, e na segunda outras 4 coletas, com a primeira campanha realizada

anteriormente ao início das obras. Após a finalização das obras recomenda-se realizar duas campanhas adicionais.

O cronograma abaixo apresenta a periodicidade das ações em relação ao cronograma de obra.

Tabela 3: Cronograma.

OBRA	SERVIÇO	MÊS 0	MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	MÊS 07	MÊS 08	MÊS 09	Mês 12
		Pré-obra	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Pós-obra	Pós-obra
1	**SERVIÇOS PRELIMINARES**											
1.1	Abrigo Provisório		x									
1.2	Assentamento e aquisição de Placa de obras		x									
1.3	Cercamento modular do canteiro de obras		x									
1.4	Sinalização e iluminação de segurança		x	x	x	x	x	x	x	x		
1.5	Limpeza mecanizada de terreno		x	x	x	x	x	x	x	x		
1.6	Serviços técnicos de topografia para controle geométrico da execução da obra		x	x	x	x	x	x	x	x		
1.7	Serviços técnicos de batimetria para controle geométrico da execução da obra		x	x	x	x	x	x	x	x		
2	**MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS**											
2.1	Mobilização		x	x	x							
2.2	Desmobilização								x	x		
3	**OBRAS DE ENGORDAMENTO E RECUPERAÇÃO DA PRAIA**											
3.1	Serviços de Dragagem e Aterro Hidráulico					x	x	x				

Execução do programa ambiental

x = Cronograma de execução das obras.

7.9 PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DA HIDRODINÂMICA DA JAZIDA

Estudos indicam que a dragagem pode alterar a conformação do fundo marinho, levando à concentração de energia das ondas e à erosão costeira.

Essas mudanças podem prejudicar o projeto de Alimentação Artificial da Praia. Em resposta a essas preocupações, foi desenvolvido o Programa de Acompanhamento da Hidrodinâmica da Jazida (PAHJ) para monitorar as alterações na hidrodinâmica resultantes da dragagem.

O programa tem como objetivo principal acompanhar a conformação e características da jazida durante as intervenções de dragagem. Além disso, busca identificar possíveis indícios de alteração morfológica do fundo marinho na jazida e correlacioná-los com impactos no perfil praial. Também examina os efeitos da anomalia magnética na jazida de empréstimo, avaliando como isso afeta a estabilidade da região. Além disso, o programa avalia a eficácia das ações de mitigação implementadas para conter os impactos identificados e determina a necessidade de adotar medidas complementares de controle.

O programa se torna essencial para minimizar os efeitos adversos da dragagem, prevenindo a concentração de energia das ondas na costa, que pode levar à erosão. Ao monitorar de perto as atividades de dragagem na área da jazida, o programa busca proteger não apenas o ambiente marinho, mas também as áreas costeiras, preservando o equilíbrio natural desses ecossistemas. Portanto, o PAHJ desempenha um papel crucial na promoção da sustentabilidade das intervenções de alimentação artificial da praia, garantindo a conservação do ambiente marinho e a integridade das praias para as gerações futuras.

7.10 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA OS TRABALHADORES

As obras de alimentação artificial da praia e de construção do molhe resultarão em alterações ambientais sobre os ecossistemas existentes e sobre elementos sociais, principalmente na sua área de influência direta. Os

trabalhadores da obra terão papel fundamental na execução das medidas mitigadoras, devendo receber o treinamento adequado para tais funções.

O Programa de Educação Ambiental para os Trabalhadores visa criar condições de inserção dos funcionários no contexto ambiental da obra e busca a conscientização do contingente de trabalhadores no que se refere à preservação do meio ambiente circundante e à divulgação de informações sobre os procedimentos a serem desenvolvidos durante a obra, as possíveis alterações na região e consequências ambientais.

O programa deverá ser iniciado no início das obras com treinamentos ao longo do período de execução.

7.11 PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DO CLIMA DE ONDAS E DA DINÂMICA PRAIAL

Com os estudos realizados verificou-se que as obras de alimentação artificial da Meia Praia poderão implicar em modificações na hidrodinâmica da região praial e área costeira adjacente, mesmo que de pequena intensidade e/ou mais localizados.

Deste modo, recomenda-se o monitoramento da hidrodinâmica, através da obtenção sistemática de dados de ondas, correntes e marés durante e após a execução do empreendimento, conforme cronograma a ser elaborado, considerando período mínimo de 12 meses. Estes dados e informações poderão indicar as possíveis modificações na circulação praial e marinha local, além de possibilitar a avaliação dos impactos que possam ser gerados com a alimentação artificial da faixa de areia, assim como da exploração da jazida de areia.

Além disso, o conhecimento do campo de correntes e climas de ondas torna-se fundamental para a avaliação dos processos erosivos e deposicionais que venham a ocorrer em eventos futuros.

Estes dados e informações serão de grande importância, também, para o desenvolvimento e aprimoramento de estudos de modelagem numérica e auxílio na prevenção de emergências ambientais.

7.12 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO AMBIENTE COSTEIRO

7.12.1 JUSTIFICATIVA

Conforme verificado nos estudos realizados para desenvolvimento do projeto, de forma geral, o trecho da praia analisado possui tendência ao equilíbrio, com o transporte sedimentar resultante basicamente nulo, conforme DHI Brasil (2016).

Porém, após a conclusão das obras da alimentação artificial da praia poderá ser observado um aumento da declividade do perfil praial resultante do aumento do “ataque” das ondas e, consequentemente, poderá também ser observado grande erosão durante esta fase. Posteriormente, o perfil irá se ajustar naturalmente ao perfil de equilíbrio original da praia. Deste modo, deve-se realizar o monitoramento do perfil praial e avaliar a necessidade de manutenção e reposição dos sedimentos em periodicidade adequada.

Ainda, considerando a execução de obra de molhes no Rio Taboleiro das Oliveiras, justifica-se o monitoramento a norte e sul dos molhes, visando avaliar possíveis alterações na linha de costa resultantes das obras realizadas.

7.12.2 OBJETIVO

O Programa de monitoramento do ambiente costeiro tem como objetivo principal avaliar aspectos morfológicos do perfil praial, realizando levantamentos topográficos e topobatimétricos com nível de precisão ao

longo dos pontos de monitoramento de perfis de praia, de forma que se possa monitorar o transporte de sedimentos para avaliar possíveis impactos e/ou modificações na linha da costa e mudanças de cota e volumétricas na enseada.

Objetiva também avaliar as características granulométricas da areia da praia.

7.12.3 METODOLOGIA

O monitoramento será iniciado anteriormente ao início das obras e continuará após a finalização das obras, visando a coleta de dados para fins de comparação de possíveis mudanças no perfil praial.

Os levantamentos serão realizados em toda a costa da enseada que compreende desde a Praia do Canto até o rio Perequê, em uma extensão de aproximadamente 9,5km.



Figura 409: Extensão da área de levantamento do perfil praial.

Com o monitoramento realizado em toda a enseada, será possível monitorar a extensão onde foram executadas as obras de alimentação artificial, e a região a norte do molhe do rio Taboleiro das Oliveiras, podendo assim colher resultados relativos à possíveis alterações causadas pelas obras de alimentação artificial da praia e execução dos molhes.

Deve-se adotar um espaçamento regular para garantir uma cobertura representativa da praia, sendo sugerido um ponto de monitoramento a cada 200 metros entre a Praia do Canto e o rio Taboleiro das Oliveiras (aproximadamente 4,7km), e a cada 100 metros na extensão das obras de alimentação artificial, com 4,8km, totalizando assim 72 pontos de monitoramento.

Para a análise dos dados e avaliação da dinâmica morfológica os levantamentos deverão gerar, minimamente, as seguintes informações:

- Localização das principais feições geomorfológicas observadas ao longo do perfil praial (face da praia, berma, pós praia).

- Parâmetros morfométricos como volume e largura dos perfis praiais.

Os levantamentos realizados durante todo o período de execução deste programa deverão gerar relatórios relatório de monitoramento contendo minimamente:

- Descrição dos procedimentos de campo.
- Resultados dos levantamentos topográficos.
- Análises comparativas dos perfis.
- Recomendações para ações futuras, se necessário.

O detalhamento da metodologia do presente programa será apresentado junto ao Plano Básico Ambiental – PBA, após análises iniciais do processo.

7.12.4 CRONOGRAMA

No cronograma de execução das obras já estão previstas campanhas ao longo de todo o período, pré-definido em 8 meses, iniciando anteriormente à execução da dragagem e aterro. Após finalização das obras o monitoramento deve ocorrer bimestralmente pelo período de 02 anos.

Monitoramentos adicionais podem ser realizados após eventos extremos (tempestades, ressacas etc.), ocorrendo assim pequenas alterações do cronograma, sendo devidamente justificados.

7.12.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DHI. 2016. Itapema/SC - Estudos como suporte ao Projeto Executivo do Sistema Integrado de Proteção da Meia Praia - Análise das condições de ondas e estabilidade da linha de costa.

7.13 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA BIOTA AQUÁTICA

Em geral, os processos de dragagens implicarão na ressuspensão de sedimentos no local, resultando em um aumento de turbidez das águas. Esse aumento limita a penetração de luz na coluna de água e, consequentemente, pode afetar as poluções de produção primária, causando potenciais desequilíbrios tróficos no sistema pelágico da área de intervenção, com possíveis reduções da abundância e diversidade da macrofauna bentônica e nectônica.

Assim como, outros impactos podem surgir em função e obras das atividades de engordamento faixa de areia da praia em análise, e das obras complementares na orla. Bem como do vazamento de óleos lubrificantes e combustíveis oriundos dos maquinários envolvidos na dragagem, lançamento de sedimentos na praia e conformação do perfil praial.

Deste modo, em função da Resolução Conama n° 350/04, sob o manual de monitoramento do IBAMA (IBAMA, 2018), serão propostas medidas de monitoramento necessárias para proteção da fauna marinha durante a realização de atividades de execução do projeto.

Considerando as comunidades marinhas descritas neste estudo, considera-se ações de monitoramento sobre as seguintes populações:

- Cetáceos
- Quelônios
- Carcinofauna
- Fitoplâncton
- Zooplâncton
- Ictiofauna

Consideram-se áreas de análise: o corpo hídrico fluvial, águas marinhas e a área de transição entre estes.

Considerando que não haverá remoção de solo/leito do rio Taboleiro da Oliveiras e Rio Bela Cruz, e deste modo, não ocasionando locais de bota-fora, este programa de acompanhamento da biota marinha seguirá sobre o ambiente praial em si e AII.

7.14 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE

Considerando as áreas de influência direta e indireta do empreendimento, e o possível impacto sobre estas, almeja-se um programa de monitoramento e mitigação de danos sobre a fauna terrestre.

A mata ciliar do rio Taboleiro dos Oliveiras, conectando-se a vegetação de restinga herbácea/subarbustiva sobre a faixa d’areia da praia, formam um habitat de espécies da mastofauna, herpetofauna e avifauna local, que transitam entre matas internas, continentais, e à vegetação costeira.

Deste modo, o Programa de Monitoramento da Fauna tem como objetivo inventariar, assim como, propor ações de afugentamento e transposição de espécies, pelo uso de métodos diretos (captura e coleta) e indiretos (observações e entrevistas) a fauna das áreas diretamente afetadas pelo empreendimento e de áreas vizinhas ao longo do período de execução das obras.

A metodologia adotada para o monitoramento da fauna contará com campanas sazonais, durante o período de execução das obras, conforme cronograma a ser estipulado, atentando para todos os grupos faunísticos levantados nesse estudo. Decorrido este período, a eventual continuidade do programa deverá ser de responsabilidade estipulada pelo Órgão Ambiental competente. Os grupos assistidos nesta proposta, serão:

- Avifauna
- Mastofauna
- Herpetofauna

A partir desse diagnóstico, outras medidas mitigadoras poderão ser propostas a fim de minimizar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos ocasionados pelo empreendimento sobre a fauna nativa.

Considerando as obras de molhes e deques realizados à Meia Praia, serão integradas neste programa a fim de monitorar possíveis impactos sobre à fauna local, e fomentar medidas de mitigação dos mesmos.

7.15 PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Sobre a condição de Área de Preservação Permanente (APP) das margens do ecossistema costeiro, com a presença de restinga de dunas frontais, medidas transversais de acompanhamento e mitigação de impactos ao demais programas ambientais são pertinentes, sob o sentido de promoção da manutenção e recuperação destas áreas protegidas.

Além da compensação ambiental de possíveis supressões de vegetação em frentes de trabalho, e futuras considerações do órgão competente para medidas mais adequadas ao caso, propõe-se uma série de medidas para prevenção e promoção o da qualidade dos remanescentes de restinga ao longo da extensão da praia - Meia Praia - como observado em levantamento florístico.

Semeadura de espécies adaptadas ao ecossistema local e a transposição de espécies podem promover a regeneração da flora local, com efeitos benéficos a fixação de dunas e atração da fauna regional. Também, passarelas elevadas e deques de passeio e/ou de acesso à praia podem mitigar o impacto sobre a vegetação e permitir a regeneração natural.

Do mesmo modo, remoção de espécies invasoras e reposição com quantidade adequada de exemplares nativos às areias da praia, podem qualificar o ambiente para um estado nativo.

Assim, este programa será moldado frente aos impactos e adequações ambientais das obras do respectivo empreendimento, em consonância com os Programas de Monitoramento Ambiental, que irão fomentar as necessidades de requalificação ambiental sobre os problemas encontrados. Contudo, abaixo, segue um roteiro metodológico preventivo para as possíveis intervenções de requalificação praial.

CARACTARIZAÇÃO AMBIENTAL

- Solo formado por sedimentos marinhos, depósitos psamíticos, com textura entre areia fina e média.

- A Vegetação Pioneira com Influência Marinha se caracteriza pela ocorrência de fitofisionomias distintas e se encontram inseridas na Resolução CONAMA 261/99 e 417/2009, como: Restinga herbácea/subarbustiva: Vegetação composta por espécies predominantemente herbáceas ou subarbustivas, atingindo geralmente até cerca de 1 (um) metro de altura, apresentando uma diversidade

relativamente baixa de espécies. Está presente principalmente em: praias, dunas frontais e internas (móveis, semifixas e fixas), lagunas e suas margens, planícies e terraços arenosos, banhados e depressões. Na restinga herbácea e/ou subarbustiva, em função de uma morfodinâmica intensa (causada pela instável ação de ondas, ventos, chuvas e marés), não são definidos estágios sucessionais naturais ou decorrentes de atividades humanas. As disposições das vegetações ao longo da psamosere sofrem influência principalmente dos ventos, das marés, dos tipos de solos e da salinidade. A vegetação mais próxima ao oceano Atlântico está sob permanente influência dos ventos e das marés e possui como substrato depósitos psamíticos, pois são diferentes dos solos arenosos por não possuírem horizonte A e por apresentarem no perfil estruturas de origem eólica. Na faixa inicial observa-se comunidades herbáceas e arbustivas, típicos de ambiente xéricos. Assim, destacam-se Orchidaceae (*Epidendrum, Oncidium e Cyrtopodium), Bromeliaceae (Dickia e Aechmea*), além de líquens, briófitas e pteridófitas (RODERJAN et al., 2002). Dentre as espécies arbustivas sobressaem *Dodonaea viscosa Jacq. (Sapindaceae), Simphyopappus casarettoi B. L. Rob. (Asteraceae), Gaylussacia brasiliensis (Spreng.) Meisn. (Ericaceae) e Dalbergia ecastophylla (L.) Taub. (Fabaceae*). Tendo como vegetação predominante à herbácea, *Ipomea pés-caprae, Tibouchina clavata, Polygala cyparissies e Hidrocotyle bonariensis*.

PLANO DE AÇÃO

- A recuperação de áreas pode ser definida como “a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original” (IBAMA, 2011). Este plano tem a finalidade de promover a recuperação e a qualidade ambiental de uma área de Restinga próxima a zona urbana. Algumas técnicas podem ser utilizadas para esse fim, como: o plantio de espécies nativas ou mudas ou semeadura direta; transposição de solo orgânico ou serapilheira com propágulos;

propagação vegetativa de espécies nativas e condução da regeneração natural. No caso da Restinga a ser recuperada será adotada como técnica principal a Regeneração Natural Assistida, Monitoramento, e conforme necessidade, o Plantio De Mudas. **A Regeneração Natural** consiste em deixar os processos naturais atuarem livremente. É desejável que esses locais apresentem alta densidade e diversidade de plantas nativas regenerantes, incluindo rebrotas, devido principalmente à proximidade com remanescentes de vegetação nativa, solo pouco compactado; e baixa presença de espécies invasoras (ex.: gramíneas) (TAVARES, 2008).

- Isolamento das áreas de recuperação com cercamento; de modo a evitar que animais exóticos ou pessoas pisoteiem ou danifiquem a condução da REGENERAÇÃO NATURAL ASSISTIDA, bem como, o afugento da fauna local.

- Instalação de placas indicativas de PRAD, com informações sobre a obra e importância ecológica do local que está sendo recuperado.

- Instalação de placas de sensibilização ambiental ao longo da praia em obras, para conscientização da população sobre a importância da Restinga.

- MONITORAMENTO: Toda a área de PRAD será monitorada. Esse monitoramento irá acompanhar a RN possibilitando que as plantas regenerantes manifestem sua máxima capacidade de crescimento. Quando do plantio, as mudas mortas serão substituídas e o mato retirado através de constantes coroamentos. O objetivo principal de um monitoramento é o sucesso do PRAD. Para tanto, haverá uma constante análise do plano e serão levantadas as seguintes constatações:

    - Está ocorrendo diversidade de regeneração espontânea?

    - Houve aumento da cobertura do solo por espécies nativas?

- Está havendo redução e eliminação da cobertura de espécies exóticas invasoras?

Esse monitoramento será efetuado juntamente com o órgão ambiental em que serão elaborados relatórios técnicos, sendo:

(i) o primeiro relatório logo após a conclusão do isolamento em questão, contendo informações como: práticas e materiais utilizados no cercamento; histórico fotográfico da implantação; caracterização da vegetação imediatamente após o isolamento; determinação da área coberta com vegetação e sem vegetação; medidas mitigadoras a serem adotadas para essa recomposição e;

(ii) após o término do isolamento, deverão ser elaborados relatórios trimestrais para controle interno e compilado final para protocolo no órgão ambiental contendo os mesmos itens selecionados acima e incluindo a manutenção do RNA e estágio de desenvolvimento das espécies. Caso haja a constatação da necessidade de modificação ou readaptação do plano por causa de situações não previstas que exijam sua readequação, caberá à equipe de supervisão técnica a identificação oportuna de tais necessidades, agindo junto aos responsáveis pela execução dos trabalhos.

Também, considerando as obras de molhes e deques realizados à Meia Praia, serão integradas neste programa com o intuito de verificar possíveis impactos ambientais gerados pelas respectivas obras, e promover ações de mitigação e recuperação ambiental.

A obra foi licenciada pela FAACI, e possui processo adequado de licenciamento ambiental de acordo com a legislação e atribuições desta Fundação. A obra é considerada de utilidade pública conforme Decreto Municipal 051/2022.

A autorização ambiental para construção da passarela está no Processo FAACI 348/2021, Parecer técnico 460/2022 e AUA 223/2022 – retificada em 23/02/2023.

Através do Ofício 2911/2023/IMA/CFI, Coordenadoria Regional do IMA/SC em Itajaí solicitou informações sobre esta Autorização, que foi atendida pela FAACI através do Relatório 039/2023.

Através do Ofício 12191/2024/IMA/CFI, Coordenadoria Regional do IMA/SC em Itajaí solicitou informações sobre esta Autorização, que foi atendida pela FAACI através do Relatório 040/2024.

Conforme parecer técnico da FAACI 460/2022, o entendimento é de que no local não ficou caracterizado como Área de Preservação Permanente – APP de restingas fixadoras de dunas ou estabilizadoras de manques, conforme inciso V do Art. 4º da Lei Federal 12.651/2012, apenas nas proximidades do curso d'água denominado Rio Taboleiro das Oliveiras, de acordo com o inciso I, alínea A da lei supramencionada. Conforme Resolução do CONAMA 417/2009 a fitofisionomia se de o enquadramento de vegetação arbustiva de restinga da Mata Atlântica. Como a passarela foi executada elevada, com altura entre 1,5 e 3,0 m, garantindo a presença da vegetação, não há incompatibilidade com a obra de alimentação praial nem prejuízo ao objetivo do PRAD proposto como medida compensatória. Questões relativas à obra foram orientadas pela FAACI conforme pareceres técnicos 145/2023 e 495/2023.

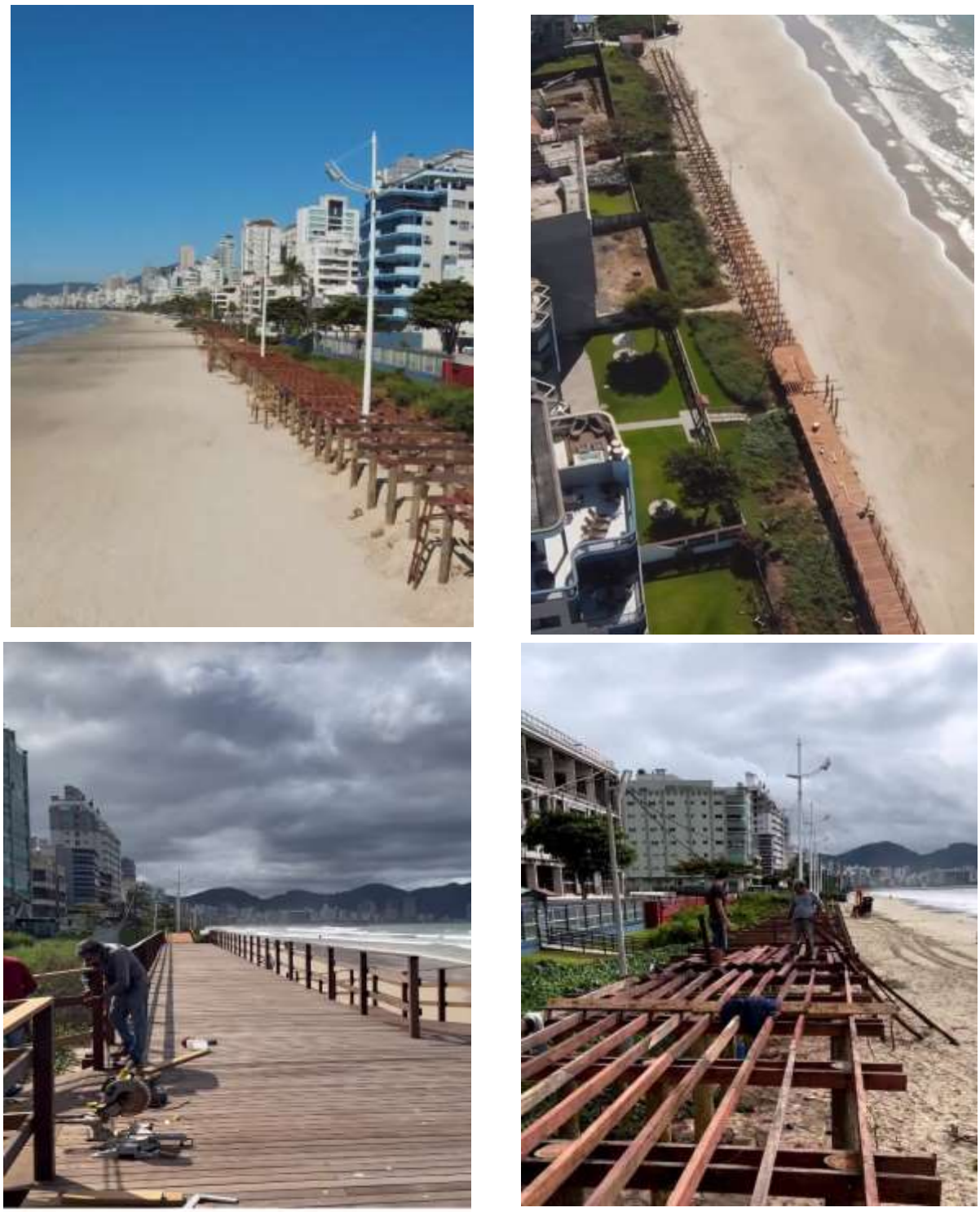


Figura 410: Registro fotográfico das referidas obras.

7.16 PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO AOS PESCADORES ATINGIDOS (PCPA)

7.16.1 JUSTIFICATIVA

A realização das obras de alimentação artificial de praia, apesar de seus benefícios ambientais e turísticos, poderá gerar impactos na atividade pesqueira local. A operação da draga na área da jazida e o transporte do material até a área de despejo dos sedimentos pode resultar no afugentamento dos peixes, prejudicando a produtividade dos pescadores. Além disso, a necessidade de realizar as obras de alimentação da praia em frente aos postos de saída de barco poderá exigir a mudança temporária desses locais, causando transtornos e possíveis perdas econômicas aos pescadores.

Considerando esses impactos, é essencial a implementação de um Programa de Compensação aos Pescadores, que visa mitigar os prejuízos e garantir a continuidade da atividade pesqueira durante e após a execução das obras.

7.16.2 OBJETIVOS

O PCPA tem como objetivo avaliar os impactos à comunidade pesqueira ao longo das obras de alimentação artificial da praia e com isso determinar as medidas preventivas, mitigadoras e compensatórias necessárias.

Objetiva também garantir a continuidade da atividade pesqueira, proporcionando por exemplo, apoio logístico para a mudança temporária dos postos de saída de barco, garantindo que os pescadores possam continuar suas atividades com o mínimo de interrupção possível.

Por fim, este programa visa estabelecer um canal de comunicação direto com os pescadores, garantindo transparência nas ações do programa.

7.16.3 METODOLOGIA

O Programa de Compensação aos Pescadores Atingidos (PCPA) compreende medidas que atendam a dois impactos principais, sendo estes:

1) Impactos relacionados à qualidade/quantidade de pescados, ou outras alterações nas atividades de pesca devido à existência da draga e transporte do material: serão considerados todos os pescadores da colônia Z-19 que realizam pesca na área de influência do empreendimento.

2) Impactos relacionados à mudança do local de saída dos barcos: serão considerados apenas os pescadores locados na Meia Praia, na extensão onde ocorrerão as obras.

A metodologia para ambos os impactos seguirá basicamente os seguintes passos:

7.16.3.1 1° Passo: Caracterização dos Pescadores e das Condições Socioeconômicas

7.16.3.1.1 Objetivo

Realizar um levantamento detalhado dos pescadores e das condições socioeconômicas das comunidades pesqueiras afetadas pelas obras de alimentação artificial de praia, construindo um Inventário da Atividade Pesqueira na região de influência do empreendimento.

7.16.3.1.2 Inventário da Atividade Pesqueira

No primeiro contato junto à Colônia de Pescadores devem ser coletadas minimamente as seguintes informações pessoais: nome completo, apelido, endereço residencial e contato. Com isso, a coleta das demais informações será facilitada.

Demais dados para construção do inventário poderão ser colhidos durante primeira reunião, ou com agendamento para data posterior. O inventário da atividade de pesqueira deverá contar minimamente com as seguintes informações:

- Locais de pesca.

- Número total de famílias residentes, distinguindo entre aquelas que dependem exclusivamente da pesca e aquelas que têm a pesca como atividade secundária ou esporádica (dados cadastrais: nome, idade, sexo, documentos do responsável).

- Renda familiar e fontes de renda.

- Nível de instrução dos pescadores.

- Caracterização e quantificação da pesca artesanal, incluindo custos, receitas e rentabilidade.

7.16.3.1.3 Fonte de Dados e Métodos de Coleta de Dados

A relação de pescadores deverá ser consultada no cadastramento já existente da Colônia de Pescadores Z-19.

Após o levantamento inicial, será realizado o cadastramento dos pescadores que poderão ser impactados. Deve-se realizar reuniões em espaço da comunidade para que, além da coleta de dados, sejam explanadas informações acerca do programa e das obras para todos os pescadores.

Nestas reuniões deve-se distribuir formulários para preenchimento dos dados básicos.

Deverão ser realizadas visitas programadas e entrevistas diretas para coletar demais informações necessárias.

Após compilação dos dados, estes devem ser comparados com o levantamento do Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira no Estado de Santa Catarina (PMAP-SC), elaborado pela UNIVALI e publicado em junho de 2019, uma vez que este estudo apresenta uma pesquisa robusta sobre a atividade pesqueira da região.

7.16.3.2 2° Passo: Acompanhamento com os Pescadores

7.16.3.2.1 Objetivo

Informar aos pescadores sobre o andamento das atividades de dragagem e o estabelecimento de zonas de exclusão de pesca, bem como coletar informações sobre impactos relacionadas à atividade de draga e transporte dos sedimentos.

7.16.3.2.2 Procedimentos

Estes encontros ocorrerão posteriormente à coleta de dados inicial, e deverá ocorrer periodicamente com pescadores que poderão ser impactos pelas obras. Ressalta-se que durante a primeira reunião realizada com os pescadores já poderão ser repassadas informações acerca das obras.

Além do repasse de informações, deve-se questionar sobre possíveis impactos que poderão ocorrer, ou que estejam ocorrendo, a depender da etapa da obra. Também deve-se consultar sugestões de melhorias e medidas preventivas diretamente com os pescadores, as quais serão avaliadas posteriormente por equipe técnica quanto a sua aplicabilidade.

- **Material Informativo**

Utilizar mapas impressos da área de dragagem para os pescadores indicarem locais de possíveis impactos (perda e afugentamento da ictiofauna, redução de captura)

Utilizar materiais gráficos para informar a comunidade pesqueira sobre as atividades de dragagem e futuras zonas de exclusão de pesca.

7.16.3.3 3° Passo: Avaliação dos Impactos e Definição das Medidas Mitigadoras e Compensatórias

7.16.3.3.1 Objetivo

Avaliar os impactos das obras na atividade pesqueira e identificar medidas mitigadoras e compensatórias.

7.16.3.3.2 Identificação dos Impactos

Após a realização das reuniões junto aos pescadores cadastrados deve-se compilar os resultados, listando os impactos citados, e os avaliando conforme sua aplicabilidade.

Para cada impacto citado devem ser previstas medidas mitigadoras e compensatórias. Tais medidas deverão ser apresentadas aos pescadores nos encontros seguintes.

Para impactos que possam afetar diretamente a renda dos pescadores, as medidas compensatórias deverão ter prazos de cumprimento definido junto aos pescadores. Todas as etapas das medidas compensatórias devem ser definidas para cumprimento do prazo, de modo que na ocorrência do impacto de fato, seja possível aplicá-las em tempo hábil.

O levantamento dos impactos e as medidas mitigadoras e compensatórias necessárias devem estar definidas até o início da dragagem e aterro. Tais medidas poderão ser adequadas ao longo do período de obras, se necessário.

7.16.3.3.3 Avaliação de Mudanças nas Receitas

Caso seja citada a mudança nas receitas como um dos impactos ocorridos, devem ser buscados registros que comprovem as mudanças nas receitas das atividades pesqueiras em comparação com a renda informada nos cadastros iniciais.

Na ausência de documentação, avaliar a coerência das informações fornecidas com a realidade observada.

7.16.3.3.4 Impactos relacionados à saída dos barcos na área de aterro

Para impactos relacionados à mudança do local de saída dos barcos, deve-se confirmar as concessões de pescadores que possuam a saída de barcos

na Meia Praia. Durante vistorias iniciais para o processo verificou-se três concessões para pesca na Meia Praia, sendo que em duas a pesca é realizada apenas na época da pesca de Tainha, entre os meses de maio e julho, conforme informado por pescadores locais. Os detentores destas concessões não possuem esta atividade como única fonte de renda, uma vez que o posto permanece desativado pelo restante do ano.

Tais informações devem ser confirmadas com os registros junto à Colônia de Pescadores.

Em relação a este impacto já previsto, a Prefeitura Municipal de Itapema deve apoiar os pescadores, fornecendo toda a infraestrutura necessária para que estes possam se deslocar da área de obras.

Ações específicas serão acordadas junto aos pescadores nos meses pré obra e durante os meses iniciais em que não ocorrerão as atividades de dragagem e aterro.

7.16.3.4 4° Passo: Monitoramento Contínuo

Ao longo das obras e em período pós-obras deve-se implementar um sistema de monitoramento contínuo para avaliar os impactos ao longo do tempo e ajustar as medidas de compensação conforme necessário.

7.16.3.5 Medidas Mitigadoras Recomendadas no EAS

No Estudo Ambiental Simplificado foram definidas as seguintes medidas mitigadoras:

- Recomenda-se que as obras de dragagem e aterro da praia ocorram fora do período de safra da Tainha (maio a julho).

O cronograma prevê um período de 8 meses de obras, porém, a dragagem e o aterro compreendem apenas 3 meses (4°, 5° e 6° mês de obras). Nos meses iniciais e finais serão realizados serviços preliminares, mobilização e desmobilização dos equipamentos. As obras também não devem ser realizadas em alta temporada durante o verão, entre os meses de novembro e março. Deste modo, é possível iniciar as atividades em meados de abril, com a dragagem iniciando apenas em julho e finalizando em outubro; com isto, a obra seria finalizada em novembro.

Esta recomendação busca evitar que a atividade de dragagem e aterro ocorram durante ambos os períodos (safra da tainha e verão), sendo que o cronograma deverá ser discutido junto à prefeitura e representantes da comunidade atingida.

- Não aproximar a draga em uma distância menor que 1.500 metros da costa durante a temporada de pesca de Tainha.

7.16.4 CRONOGRAMA

O PCPA deverá iniciar anteriormente ao período de obras, com os levantamentos cadastrais e reuniões com pescadores. O monitoramento deverá ocorrer por até um ano após finalização das obras.

7.17 PROGRAMAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DO RIO TABOLEIRO DAS OLIVEIRAS

7.17.1 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA AQUÁTICA NO RIO TABOLEIRO DAS OLIVEIRAS

7.17.1.1 Justificativa

Este subprograma de monitoramento da comunidade aquática ao Rio Taboleiro das Oliveiras atende a perspectiva de prevenção e mitigação de impactos negativos à comunidade faunística citada.

Acerca do contexto das futuras obras e áreas de impacto direto e indireto do empreendimento de alargamento da faixa de areia, assim como, a fixação da barra e dragagem de leito já realizadas ao Rio Taboleiro das Oliveiras, onde populações da fauna aquática de águas fluviais interagem com elementos físico-químicos marinhos, reciprocamente, faz-se necessário a observação direta sobre a biota destes locais.

Neste sentido, o Subprograma de fauna aquática ao Rio Taboleiro dos Oliveiras deverá comtemplar:

- Carcinofauna
- Fitoplâncton
- Zooplâncton
- Ictiofauna
- Macrofauna bentônica

7.17.1.2 Objetivo

Caracterizar a estrutura das comunidades da Carcinofauna, Fitoplantônica, Zooplântonica, Ictiofauna e Macrofauna Bentônica de forma a identificar eventuais alterações decorrentes às atividades do alargamento da faixa de areia e a fixação da barra e dragagem do leito do Rio Taboleiro das Oliveiras.

7.17.1.3 Objetivos Específicos

- Identificar as principais espécies da biota aquática ao Rio Taboleiro das Oliveiras, especialmente os seres tóxicos ou potencialmente tóxicas.

- Monitorar, dimensionar e acompanhar eventuais alterações ambientais decorrentes da fase de operação do empreendimento;

- Investigar a ocorrência de espécies que apresentam importância para a conservação, aquelas constantes nas listas oficiais de fauna ameaçada, as endêmicas, as consideradas raras, as passíveis de serem utilizadas como indicadoras de qualidade ambiental, e as de importância econômica.

- Analisar a variação espacial e sazonal das comunidades bióticas.

- Monitorar a ocorrência de densidades elevadas de espécies toxicas ou potencialmente tóxicas.

7.17.1.4 Metodologia

Concomitantemente, serão realizadas incursões ao campo de pesquisa para a investigação e coleta de dados sobre os 5 (cinco) grupos faunísticos em discussão.

Serão realizados monitoramentos sazonais que contemplem as fases Pré-obras, Durante obras e Pós-obras, sobre 3 pontos específicos ao rio Taboleiro das Oliveiras.



Figura 411: Croqui da localização espacial dos pontos de coleta e monitoramento da biota aquática ao Rio Taboleiro das Oliveiras.

Ponto	Coordenadas Georreferenciadas UTM 22s SIRGAS DATUM 2000	
1	736864.00 m E	6999364.00 m S
2	736753.00 m E	6999337.00 m S
3	736690.00 m E	6999334.00 m S

Quadro 18: Coordenadas geográficas dos pontos de coleta e monitoramento da Biota aquática ao Rio Taboleiro das Oliveiras.

7.17.1.5 Materiais e Métodos

Considerando o porte do corpo hídrico analisado, a ictiofauna deve ser coletada através de instrumentos específicos para tal, seguindo minimamente a seguinte instrução:

A) puçá retangular de 0,34cm x 0,40cm e com malha de 5mm, usado por 5 minutos nas margens dos corpos d'água dos pontos amostrais 1 e 2;

B) rede de espera através de malhas de 1,5cm, 3cm e 5cm, entre nós consecutivos, deixadas 24 horas nos pontos 1 e 2;

C) tarrafas com dois (2) tamanhos (1,4m e 2m de altura) e malhas (15mm e 30mm entrenós) diferentes, sendo 15 lances por ponto de amostragem, nos pontos 1 e 2.

Os peixes capturados deverão ser medidos, pesados e fotografados (quando possível), e os que estiverem em condições de voltar ao ambiente, soltos imediatamente. Todos os peixes coletados (mortos ou sem condições de sobreviver no ambiente) serão fixados em formalina a 10%, sendo que os que os ainda estiverem vivos, devem ser anestesiados, conforme determinação na Resolução n° 301 de 08 de dezembro de 2012 do Conselho Federal de Biologia – CFBio, e Portaria CFBio nº 148/2012. A anestesia, que objetiva a eutanásia, deverá ser administrada por meio da imersão de benzocaína na água em concentrações entre 100 e 150 mg/100 ml. Depois de anestesiados, os espécimes serão fixados em formaldeído à 10% por 48h e transferidos para uma solução de álcool etílico a 70% onde ficam preservados. Os peixes coletados são identificados, pesados e medidos para a realização de todas as análises descritas. Posteriormente, estes são depositados em coleção ictiológica credenciada, fiel depositária do IBAMA, ou em instituições indicadas pelo IMA.

Para o **fitoplâncton quantitativo** as amostras deverão ser obtidas com a coleta de 500mL de água, submergindo-se frascos de polietileno a aproximadamente 30cm abaixo da superfície d´água. Quanto para o **fitoplâncton qualitativo,** será filtrado em rede de plâncton com malha de

20µm**,** com 70cm de comprimento e boca de abertura de 30cm de diâmetro. O material deve ser imediatamente fixado com adição de solução de formaldeído na proporção de 4% (WETZEL & LIKENS, 1991) e posteriormente analisado em microscópio invertido, para contagem das células e identificação das espécies.

O **zooplâncton** deve ser amostrado através do arrasto de rede de plâncton, em subsuperfície, com malha de 200µm, com 1,20m de altura, 30cm de diâmetro de boca, com fluxômetro acoplado para cálculo de volume filtrado, durante 2min. Em seguida, as amostras serão acondicionadas em frascos de polietileno com capacidade de 500mL, e fixadas com formaldeído a 4%.

Já à comunidade dos **Macrofauna bentônico**, organismos serão coletados em triplicata com auxílio de uma draga Van-Veen. Cada amostra será armazenada em saco de tela com abertura de malha de 0,5mm e acondicionada em bombona plástica com solução de formaldeído 4%.

Cabe destacar ainda que este programa de monitoramento deverá possuir autorização para captura, coleta e transporte de material biológico, conforme estabelecido em Instrução Normativa IMA nº 62.

Para o Programa de Monitoramento da Biota Aquática ao Rio Taboleiro das Oliveiras é esperado que 100% do monitoramento seja realizado seguindo de forma integral as diretrizes aqui dispostas, considerando campanhas trimestrais ao longo das fases do empreendimento. Os resultados de cada campanha amostral serão usados como indicadores da qualidade ambiental durante as fases de implantação do empreendimento, comparando-os com os resultados já obtidos previamente.

Ao término de cada trimestre, será confeccionado e entregue um relatório situacional acerca do ambiente e grupos faunísticos estudados. Ao término do processo de monitoramento (15º mês) deverá ocorrer a análise conjunta dos dados amostrais, a fim de construir um macro cenário de análise.

Com base nestes dados, deverão ser tomadas medidas de prevenção e mitigação de danos ambientais ao longo de todo o processo do empreendimento.

7.17.1.6 Cronograma

O cronograma das campanhas de monitoramento será organizado de forma trimestral, mas respeitando a perspectiva macro de 8 meses para encerramento das obras; assim, o acompanhamento ambiental ocorrerá sobre todo o período de obras, assim como, antes do início das atividades (fase pré-obras) e após o encerramento das obras (fase pós-obras). Deste modo, serão executadas 5 (cinco) campanhas, conforme quadro abaixo.

	Pré-obras			Execução de obras								Pós-obras			
	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Mês 13	Mês 14	Mês 15
Emissão da licença de coletas	X														
Coletas		X			X			X			X			X	
Relatórios			X			X			X			X			X

Quadro 19: Cronograma geral do monitoramento de Fauna Aquática ao Rio Taboleiro das Oliveiras.

7.17.1.7 Referências Bibliográficas

WETZEL, R. G. LIKENS, G.E. Limnological Analysis. 2nd Edition, Springer Verlag, New York, 1991.

KLEMM, D. J *et al.* Macroinvertebrate field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters. Cincinnati: Environmental Protection Agency, Environmental Monitoring Systems Laboratory, 1990.

7.17.2 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA INTRUSÃO SALINA

7.17.2.1 Justificativa

A construção de molhes no Rio Taboleiro das Oliveiras, realizada com o objetivo de proteção costeira e aumento de vazão, juntamente com a dragagem do leito do rio, pode alterar o regime hidrodinâmico e a qualidade da água. Uma dessas alterações é a intrusão salina, que ocorre quando a água do mar penetra e se mistura com a água doce do rio, influenciando negativamente os ecossistemas aquáticos e os usos da água na região.

Além das obras já realizadas, as obras de alimentação artificial da praia também poderão alterar as características do corpo d´água.

A intrusão salina pode impactar a biodiversidade e comprometer a qualidade da água para atividades diversas. Deste modo, justifica-se a elaboração do Programa de Monitoramento da Intrusão Salina para avaliar e mitigar esses impactos.

7.17.2.2 Objetivo

O objetivo principal deste programa é caracterizar a extensão da cunha salina no rio Taboleiro das Oliveiras após a instalação dos molhes e realização de dragagem, bem como durante e após as obras de alimentação artificial da praia.

Especificamente, este programa objetiva:

- Avaliar a Extensão e Intensidade da Intrusão Salina:

Monitorar os níveis de salinidade ao longo do Rio Taboleiro das Oliveiras para identificar a extensão da intrusão salina e sua variação temporal e espacial.

- Identificar as Causas e Fatores Contribuintes:

Analisar as influências das obras de construção dos molhes e da dragagem na dinâmica da intrusão salina, correlacionando com parâmetros hidrodinâmicos e climatológicos.

- Determinar os Impactos na Qualidade da Água e Ecossistemas:

Avaliar os efeitos da intrusão salina na qualidade da água, incluindo parâmetros físico-químicos e biológicos, e seus impactos nos ecossistemas aquáticos e na biodiversidade local.

- Propor Medidas de Mitigação:

Desenvolver estratégias e recomendações para mitigar os efeitos da intrusão salina, baseadas nos resultados do monitoramento, visando minimizar os impactos.

7.17.2.3 Metodologia

A execução deste programa ocorrerá concomitantemente ao Programa de Monitoramento dos Canais de Drenagem e Cursos d'água Naturais.

O programa deverá utilizar como referência comparativa dados históricos, se existentes; caso não sejam encontrados dados referentes ao período anterior às obras do molhe e dragagem, os resultados deverão ser comparados entre si ao longo do tempo, podendo ser sugerida a continuação do monitoramento se necessário por tempo superior ao determinado neste programa.

Para a mensuração dos níveis de salinidade, sugere-se o uso de um medidor de condutividade ou sonda multiparâmetro que contemple essa variável. Demais resultados que possam ser entregues pelo aparelho serão utilizados para uma caracterização mais completa, bem como para cumprimento do Programa de Monitoramento dos Canais de Drenagem e Cursos d'água Naturais.

Conforme determinado na metodologia do Programa de Monitoramento dos Canais de Drenagem e Cursos d'água Naturais, foram definidos dois pontos para monitoramento, os quais são apresentados na Figura 407.



Figura 412: Pontos pré-definidos para monitoramento da qualidade da água no rio Taboleiro das Oliveiras.

As coordenadas geográficas são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 81: Coordenadas de Localização de coleta amostral.

Ponto amostral	Coordenadas UTM WGS84 (m)	
	X	Y
01	736517	6999402
02	736705	6999341

No rio Taboleiro das Oliveiras, onde se observam profundidades de até 1,00 metro conforme projetos das obras de dragagem, recomenda-se a coleta de duas amostras: uma de superfície (aproximadamente 0,30 metros abaixo da superfície) e uma de fundo (aproximadamente 0,50 m acima do sedimento).

As coletas deverão contemplar períodos de maré enchente e vazante.

7.17.2.4 Cronograma

Recomenda-se a realização de campanhas trimestrais, sendo que em cada campanha serão realizadas coletas semanais durante um mês, ou seja, na primeira campanha serão realizadas 4 coletas em semanas consecutivas, e na segunda outras 4 coletas, com a primeira campanha realizada anteriormente ao início das obras. Após a finalização das obras recomenda-se realizar duas campanhas adicionais.

O cronograma abaixo apresenta a periodicidade das ações em relação ao cronograma de obra.

Tabela 3: Cronograma.

OBRA	SERVIÇO	MÊS 0	MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	MÊS 07	MÊS 08	MÊS 09	Mês 12
		Pré-obra	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Pós-obra	Pós-obra
1	SERVIÇOS PRELIMINARES											
1.1	Abrigo Provisório		x									
1.2	Assentamento e aquisição de Placa de obras		x									
1.3	Cercamento modular do canteiro de obras		x									
1.4	Sinalização e iluminação de segurança		x	x	x	x	x	x	x	x		
1.5	Limpeza mecanizada de terreno		x	x	x	x	x	x	x	x		
1.6	Serviços técnicos de topografia para controle geométrico da execução da obra		x	x	x	x	x	x	x	x		
1.7	Serviços técnicos de batimetria para controle geométrico da		x	x	x	x	x	x	x	x		

	execução da obra											
2	**MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS**											
2.1	Mobilização		x	x	x							
2.2	Desmobilização								x	x		
3	**OBRAS DE ENGORDAMENTO E RECUPERAÇÃO DA PRAIA**											
3.1	Serviços de Dragagem e Aterro Hidráulico					x	x	x				

Execução do programa ambiental

x = Cronograma de execução das obras.

7.17.3 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA TOPOBATIMETRIA DO CURSO HÍDRICO

7.17.3.1 Justificativa

A construção de molhes e a dragagem realizadas no rio Taboleiro das Oliveiras visam aumentar a vazão do rio e reduzir inundações a montante. No entanto, essas intervenções podem alterar a morfologia do leito do rio e afetar seu comportamento hidrodinâmico. As obras de alimentação artificial da praia também podem alterar essa dinâmica, sendo importante incluir este monitoramento ao longo das obras, bem como em período posterior.

A profundidade máxima de 1 metro alcançada com a dragagem torna o rio particularmente sensível a mudanças topográficas, que podem influenciar a distribuição de sedimentos, e diminuir a vazão ao longo do tempo. O monitoramento topobatimétrico é crucial para avaliar as modificações no leito do rio, prever possíveis impactos ambientais e garantir que os objetivos de mitigação de inundações e proteção costeira sejam alcançados.

7.17.3.2 Objetivos

Este programa tem como objetivo monitorar e analisar as mudanças na topobatimetria do rio para avaliar os efeitos das obras de construção dos molhes e

da dragagem, garantindo a manutenção da vazão e a mitigação de inundações, bem como a preservação dos ecossistemas aquáticos.

7.17.3.3 Metodologia

7.17.3.3.1 Levantamento Topobatimétrico Inicial

Deve-se realizar um levantamento inicial utilizando GPS de alta precisão para mapear a topobatimetria do leito do rio. O uso de GPS poderá ser possível considerando a profundidade de apenas 1 metro esperada no projeto de desassoreamento.

As seções transversais ao longo do curso do rio devem ser aquelas já utilizadas para o levantamento topobatimétrico executado para elaboração do projeto. As coordenadas das seções são apresentadas na tabela a seguir. O recorte do projeto de desassoreamento pode ser visualizado na Figura 413.

Tabela 82: Coordenadas de Localização de coleta amostral.

Seção	Coordenadas UTM WGS84 (m)			
	Margem esquerda		Margem direita	
	E	S	E	S
S1	736666.46	6999332.36	736660.60	6999325.52
S2	736673.94	6999326.15	736668.52	6999318.97
S3	736680.05	6999323.34	736679.98	6999313.67
S4	736681.92	6999327.07	736690.33	6999323.86
S5	736686.50	6999337.36	736693.64	6999331.87
S6	736697.39	6999343.57	736700.09	6999334.99
S7	736707.24	6999346.32	736709.50	6999337.61

S8	736718.63	6999348.22	736717.71	6999339.27
S9	736729.03	6999345.01	736726.34	6999336.42
S10	736738.38	6999342.49	736736.29	6999333.73
S11	736748.28	6999339.77	736745.67	6999331.16
S12	736758.56	6999335.31	736753.72	6999327.72
S13	736767.00	6999328.97	736761.25	6999322.05
S14	736774.48	6999323.34	736769.75	6999315.68

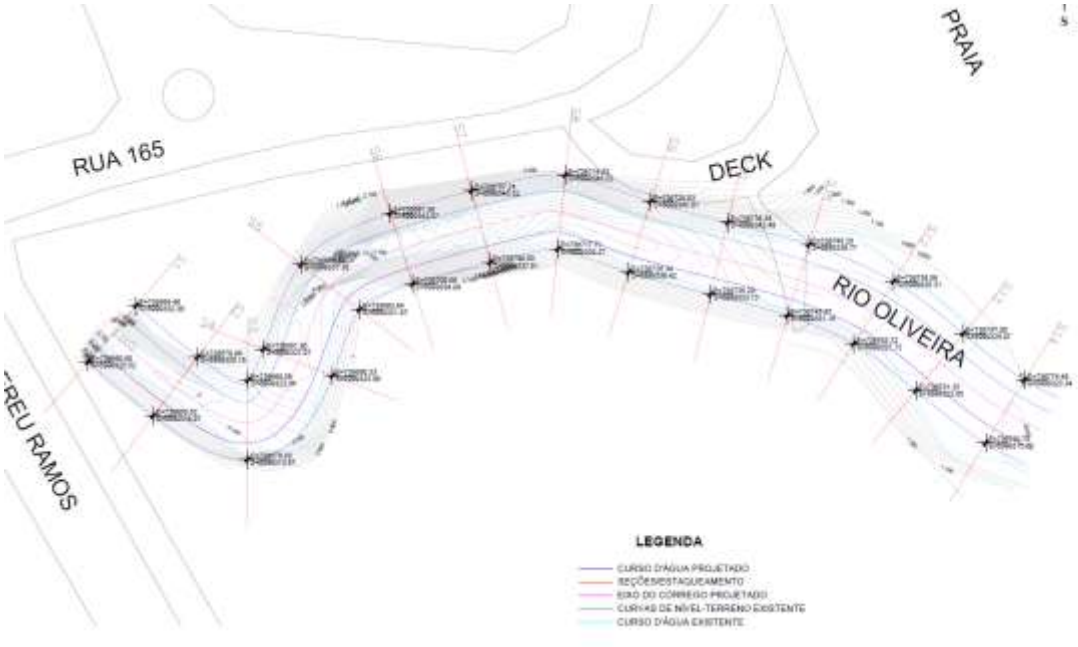


Figura 413: Recorte do Projeto de Desassoreamento. Prancha de Locação das Seções.

7.17.3.3.2 Monitoramento Contínuo

Os levantamentos topobatimétricos deverão ser realizados semestralmente para registrar mudanças na morfologia do leito do rio, continuando por até dois anos após a finalização das obras de alimentação artificial. Os dados deverão ser processados para identificação de padrões de sedimentação e erosão.

Com isso, será possível realizar uma comparação dos perfis topobatimétricos ao longo do tempo para detectar alterações significativas.

Estes resultados poderão ser utilizados para propostas de ajustes nas estratégias de gestão do rio com base nos resultados do monitoramento.

7.17.3.4 Indicadores

O principal indicador deste programa será a variação da profundidade do leito do rio, utilizado para avaliar a eficácia das obras de dragagem e a estabilidade estrutural dos molhes.

7.17.3.5 Cronograma

Os monitoramentos deverão ser realizados semestralmente, continuando por até dois anos após finalização das obras.

Monitoramentos adicionais podem ser realizados após eventos extremos (tempestades, ressacas etc.), ocorrendo assim pequenas alterações do cronograma, sendo devidamente justificados.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração deste estudo, a partir do projeto executivo e estudos complementares permitiu avaliar as características da implantação do empreendimento e suas interferências no ambiente em estudo.

As obras de preenchimento artificial com areia da praia visam promover um sistema de proteção costeira para obter uma defesa natural da costa contra as ações erosivas das ondas e assim melhorar a proteção da infraestrutura costeira e providenciar uma praia de boa qualidade com largura adequada para fins recreativos.

A alimentação artificial é um método de auxiliar a natureza em nutrir a praia com a areia que sofreu processo de erosão reduzindo a capacidade de proteção e o equilíbrio do balanço de sedimentos. Considerando as justificativas apresentadas, pode-se concluir que as obras apresentam viabilidade social, com objetivo de proteção ao ambiente costeiro e infraestruturas.

Quanto aos estudos multidisciplinares apresentados, observou-se que a área apresenta certa fragilidade ambiental, por se tratar de um ambiente costeiro, onde há diversas atividades de lazer e econômicas que dependem da estabilidade destes ambientes, que sofre intensa urbanização e com poucos remanescentes de vegetação (restinga).

Quanto à fauna local, não se observou uma biodiversidade representativa para os mamíferos de grande porte, répteis e anfíbios, porém, foram encontrados exemplares durante os estudos realizados que devem ser considerados. As espécies mais dependentes de ambientes florestais podem ser afetadas pela ocasional intervenção em restinga, porém, a área afetada não é significativa, havendo ainda uma extensa área para habitat da fauna que precisar se deslocar. A fauna ainda sofrerá certa interferência durante a etapa de obras, devido ao fluxo de veículos e máquinas e às obras em si, podendo ocorrer o afugentamento e deslocamento temporário destes animais, bem como acidentes.

A comunidade bentônica e ictiofauna também poderá ser impactada devido às alterações temporárias do ambiente, principalmente a como agitação da água, revolvimento do sedimento e aumento da turbidez. Cabe citar que este impacto tende a ser temporário, encerrando após a implantação da obra.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, conforme já citado, as obras trarão diversos benefícios à comunidade. Durante a implantação a comunidade do entorno próximo sofrerá com os impactos, principalmente pelo trânsito de máquinas e veículos pesados, bem como ruído das obras. Porém, estes impactos serão temporários e finalizados com o término das obras. Durante as obras haverá acompanhamento por profissionais habilitados para garantir o atendimento aos controles ambientais e ações de mitigação dos impactos.

Por fim, conclui-se que a obra apresenta importância para a comunidade local e ao município de Itapema e que, com a implementação de medidas mitigadoras e de controles ambientais será possível diminuir ou evitar a ocorrência dos impactos negativos, tornando este projeto social, econômica e ambientalmente viável.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J.J. 2011. Transporte sedimentar longitudinal e morfodinâmica praial [tese]: exemplo do litoral norte de Santa Catarina / orientador, Norberto Olmiro Horn Filho. UFSC. Florianópolis.

ACQUAPLAN, 2013. Estudo de Impacto Ambiental - EIA ampliação da retroárea e do píer do Porto Itapoá, município de Itapoá, SC.

ACQUAPLAN, 2014. Estudo de Impacto Ambiental da alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, SC.

ACQUAPLAN. 2013. Estudo de Impacto Ambiental – Capítulo VII - Diagnóstico Ambiental Meio Biótico. 431p.

AGOSTINI, V.O. 2011. Levantamento dos macroinvertebrados de substratos consolidados naturais e artificiais do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil e caracterização do processo de bioincrustração em substrato metálico sob condições marinhas costeiras subtropicais. Monografia de Graduação. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. 108p.

ALLEANZA. 2022. Sistema de Proteção Costeira – Rio Taboleiro das Oliveiras – Meia Praia, Itapema/SC. Relatório Técnico – Estudo Hidrológico. Alleanza Arquitetura Urbana e Engenharia. 31p.

ALMEIDA, A. P., THOMÉ, J. C. A., BAPTISTOTTE, C., MARCOVALDI, M. A., SANTOS, A. S. E LOPEZ, M. 2011b. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, Ano I (1): 37-44.

ALMEIDA, A. P.; SANTOS, A. J. B.; THOMÉ, J. C. A.; SOARES, S. S.; MARCOVALDI, M. A.; BELINI, C.; BAPTISTOTTE, C.; MARCOVALDI, M. Â.; SANTOS, A. S. DOS. & LOPEZ-MENDILAHARSU, M. 2018. Chelonia mydas (Linnaeus, 1758), p.26-30. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume IV - Répteis. Brasília, ICMBio. 622p.

ALMEIDA, DE P. A.; SANTOS, A. J. B.; THOMÉ, J. C. A.; BELINI, C.; BAPTISTOTTE, C.; MARCOVALDI, M. Â.; SANTOS, A. S. DOS; LOPEZ, M. 2011a. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Revista Biodiversidade Brasileira Ano I, n. 1, 12-19.

ALMEIDA, L. R. 2013. Estudio de dinâmica litoral y evolución de la zona sur de la Playa de Piçarras (Santa catarina/Brasil). Dissertação de Mestrado (Mestrado em Gestão integrada de Zonas Costeiras)- Universidade de Cantábria. Santander. 263p.

ALMEIDA, L.R.; Branco, J.O. 2002. Aspectos biológicos de Stellifer stellifer na pesca artesanal do camarão sete-barbas, Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. Revista brasileira de Zoologia. 19(2): 601-610.

ALMEIDA, L.R.; GONZALES M.; KLEIN, A. H. F.; GUTIERRES, O.Q.; ARAUJO, R. S.2018. Estudo da dinâmica costeira e modelo de funcionamento da região sul da praia de Piçarras (SC). Capítulo 13. Sistema de modelagem costeira do Brasil - Estudos de caso. Dalinghaus, C. et al. (organizadores). USFC. p. 297-326.

AMARAL, A. C. Z. & Migotto, A. 1980. Importância dos anelídeos poliquetas na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. Boletim do Instituto Oceanográfico. 29 (2): 31-35.

AMARAL, A. C. Z. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (Eds.). 2004. Biodiversidade bentônica da região sudeste-sul do Brasil: plataforma externa e talude superior. São Paulo: s.n.

AMARAL, A. C. Z., Nonato, E. F., Petti, M. A. V. 1994. Contribution of the polychaetous annelids to the diet of some brazilian fishes. MEMOIRES DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE - SERIE A. ZOOLOGIA, Paris (França), v. 162, p. 331-337

AMARAL, A. C. Z.; & Jablonski, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. Megadiversidade. Vol. 1, n°1. 2005.

ANDERLE, P. N. 2004. Fitoplâncton na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil: Variação anual e recorrência interanual de espécies abundantes. Monografia de Graduação. Universidade Federal do Paraná – UFPR. 58p.

ANDERSEN, F. O. & Kristensen, E. 1992. The importance of benthic macrofauna in decomposition of microalgae in a coastal marine sediment. Limnol. Oceanogr. 37(7): 1392-1403.

ANDERSON, D.M.; GLIBERT, P.M. & BURKHOLDER, J.M. Harmful algal blooms and eutrophication: Nutrient sources, composition, and consequences. Estuaries, 25: 704-726, http:// dx.doi.org/10.1007/BF02804901. Acesso em: 22 de maio de 2023.

ANDERSON, D.M.; BURKHOLDER, J.M.; COCHLAN, W.P.; GLIBERT, P.M.; GOBLER, C.J.; HEIL, C.A.; KUDELA, R.M.; PARSONS, M.L.; RENSEL, J.E.J.; TOWNSEND, D.W.; TRAINER, V.L. & VARGO, G.A. 2008. Harmful algal blooms and eutrophication: examining linkages from selected coastal regions of the United States. Harmful Algae, 8: 39-53, http:// dx.doi.org/10.1007/BF02804901. Acesso em 23 de maio de 2023.

APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181: 1-20. ASSIS, M. A. et al. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. Biota Neotropica [online]. 2011, v. 11, n. 2, pp. 103-121. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000200012>. Epub 18 Ago 2011. ISSN 1676-0611. https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000200012. Acesso em 20 de janeiro de 2022.

Araújo, F.G.; Cruz-Filho, A.G. da.; Azevêdo, M.C.C. de. & Santos, A.C. de A. 1998 Estrutura da comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 58: 417-430.

ARAUJO, R. S. et al. Histórico Erosivo, Morfologia do Perfil Praial e Evolução da Linha de Costa das Praias de Enseada do Itapocorói, Santa Catarina (Brasil)(Erosional History, Beach Morphology and Coastline Evolution along the Itapocorói Bay, Santa Catarina (Brazil). **Gestión Ambiental Integrada de Áreas Costeras (Gestão Ambiental Integrada de Áreas Costeiras)**, 2009.

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DA FOZ DO RIO ITAJAÍ – AMFRI. 2019. Diagnóstico Ambiental: Proposição de alternativa técnica para melhoria das características físicas da foz do Rio Perequê. Relatório Técnico. 200p.

AZEVEDO, A.F.; VAN SLUYS, M.; DORNELES, P.R. & LAILSON-BRITO, J. 2008. Trends in Sotalia guianensis abundance in Guanabara bay, southeastern brazil. In: Reunión de trabajo de especialista en Mamíferos Acuáticos de América del Sur. Montevideo.

BANKS G. E. & ALEXANDER M. P. Development and evaluation of a sea turtle-deflecting hopper dredge draghead. (No. WES/MP/HL-94-5). Army Engineer Waterways Experiment Station Vicksburg Ms Hydraulics Lab.US. 1994.

Barletta, M.; Corrêa, M.F.M. 1992 Guia para identificação de peixes da costa do Brasil. Curitiba: UFPR, 131p.

Bates, S.S. & Trainer, V.L. 2006. The ecology of harmful diatoms. *In:* Ecology of harmful algae. Editado por E. Granely e J. Turner. Ecological Studies, Vol. 189. Springer-Verlag, Heidelberg. pp. 81-93.

BELLINI, C. & SANCHES, T. M. 1996. Reproduction and feeding of marine turtles in the Fernando de Noronha Archipelago, Brazil. Marine Turtle Newsletter, n.74.

Bemvenuti, C. E., Capítoli, R. R. , Gianuca, N. M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. II - Distribuição quantitativa do macrobentos infralitoral. Atlântica. 3: 23-32.

BEZERRA, A. G. 2016. Resíduos sólidos ingeridos por tetrápodes marinhos encalhados no litoral norte de Santa Catarina – Brasil. São Francisco do Sul. 68p. (Monografia de Bacharelado. Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE).

Bierbaum, C. K. 1979. Influence of sedimentary factors on the distribution of benthic amphipods of Fishers Island Sound, Connecticut. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 38: 201-223.

BJORNDAL, K.A.; BOLTEN, A.B.; MOREIRA, L.; BELLINI, C. & MARCOVALDI, M.A. 2006. Population structure and diversity of brazilian Green Turtle rookeries based on mitochondrial DNA Sequences. Chelonian Conservation and Biology, 5 (2): 262–268.

Boltovskoy, D. (Ed.). 1981. Atlas de zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plaa. INDEP. 936 p.

Bornatowski, H. & Abilhoa, V. 2012 Tubarões e raias capturados pela pesca artesanal no Paraná: guia de identificação. Curitiba, Hori Consultoria Ambiental. Hori Cadernos Técnicos n° 4. 124 pp.

Bornatowski, H., Abilhoa, V., Brogim, R. A. 2004. A alimentação do linguado *Etropus crossotus* (Pleuronectiformes, Paralichthydae) em um banco areno-lodoso na ilha do mel, Paraná, Brasil. Revista Estudos de Biologia, 26: 11-15.

Braga, E.S. & Niencheski, L.F.H. Composição das Massas de Água e seus Potenciais Produtivos na Área entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). *In*: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. & Madureira, L. S. P. (Orgs.), O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil. São Paulo: Edusp. 2006. p. 161-218.

Branco, J.O. 1993. Aspectos bioecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Itacorubi, Santa Catarina, BR. Arquivos de Biologia e Tecnologia. 36(1):133-148.

Brandini F. P.; Lopes R. M.; Gutseit K. S.; Spach H. L., Sassi R. 1997. Planctologia na plataforma continental do Brasil – Diagnose e revisão bibliográfica. MMA/CIRM/FEMAR: Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva (REVIZEE), 196 p.

BRASIL, 2018. Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro – GI-GERCO/CIRM Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira – Brasília.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/20_12_2013_14.59.14.834f63ee467e90be10cdf563383b3ade.pdf. Acesso em: 28 setembro de 2021

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros. Brasília: MMA, 2010.
BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Guia de Monitoramento da Biota Marinha em

Pesquisas Sísmicas Marítimas.2018. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/petroleo-e-gas/diretrizes/2018-11-01-ibama-guia_de_monitoramento_da_biota_marinha_outubro.pdf. Acesso em: 16 de março de 2022.

BRESOLIN, A. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina. Insula, 10: 1-54. 1979.

BUGONI, L. Diet of sea turtles in southern Brazil. 2003. Chelonian Conservation and Biology. Massachussets, v.4, p. 685-688.

BUGONI, L., KRAUSE, L.; PETRY, M. V. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. Marine Pollution Bulletin, v. 42. p. 1330-1334, 2001.

Cangussu, L.C. 2008. Espécies incrustantes introduzidas na Baía de Paranaguá: Capacidade de estabelecimento em comunidades naturais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Parana (UFPR). 75p.

Carpenter, K.E. 2002 The living marine resources of the Western Central Atlantic. FAO Species Catalogue for Fisheries Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication 5. Rome: FAO, 2127p.

CARUSO, JR. Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Marina Tedesco Garden Plaza, Balneário Camboriú/SC. 2007.

CARUSO JR., 2021a. **Execução do Plano Básico Ambiental (PBA):** Monitoramento Ambiental da Licença Ambiental LI nº 7622/2020. 5º Relatório Mensal (PMBC e IMA) – Novembro/2021. 505p. 2021.

CARUSO JR., 2021b. **Execução do Plano Básico Ambiental (PBA):** Monitoramento Ambiental da Licença Ambiental LI nº 7622/2020. 6º Relatório Mensal (PMBC e IMA) – Dezembro/2021. 330p. 2022.

Carvalho Pinto, C.R.S. 2005. Incidência de fitoplâncton tóxico na costa Catarinense: Impacto na saúde pública e no meio ambiente. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 194p.

CASTILHOS, J. C. DE; COELHO, C. A.; ARGOLO, J. F.; SANTOS, E. A. P. DOS; MARCOVALDI, M. Â.; SANTOS, A. S. DOS; LOPEZ, M. 2011. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829) no Brasil. Revista Biodiversidade Brasileira. Ano I, n. 1, p. 28-36.

CASTILHOS, J. C. DE; SILVA, A. C. C. D da; ARGOLO, J. F.; SANTOS, E. A. P. DOS; MARCOVALDI, M. Â.; SANTOS, A. S. DOS; LOPEZ-MENDILAHARSU, M. 2018. Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829) p.36-41. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume IV - Répteis. Brasília, ICMBio. 622p.

Castro, B. M.; Lorenzzetti, J. A., Silveira, I. C. A.; Miranda, L.B. Estrutura Termohalina e Circulação na Região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS) In: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. & Madureira, L. S. P. (Orgs.), O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil. São Paulo: Edusp. 2006. p. 11-120.

CASTRO, B.M. & MIRANDA, L.B. 1998. Physical oceanography of the Western Atlantic Continental Shelf located between 4º N and 34º S. In: Robinson, A.R. & Brink, K.H. (eds.) The Sea. Vol. 11. John Wiley & Sons, New York. 209-251pp.

Castro, P; Huber, M. 2012. Biologia Marinha. 8° Edição. McGraw Hill Brasil, 461p.

Cesar, A, Martín, A., Marín-Guirao, L., Vita, R. 2004. Amphipod and sea urchin tests to assess the toxicity of Mediterranean sediments: the case of Portmán Bay. *Scientia Marina*, 68 (1): 205-213.

César, I.I., Armendáriz, L.C. & Becerra, R.V. 2007. Fecundity of *Uca uruguayensis* and *Chasmagnathus granulatus* (Decapoda, Brachyura) from the “Refúgio de Vida Silvestre”, Bahía de Samborombón, Argentina. Brazilian Journal of Biology. 67(4): 749-753.

Chaves, P.T. & Bouchereau, J.L. 1999 Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. *Acta oceanologia, 23*: 273-280.

Checón, H.H. 2009. Distribuição espacial de *Uca leptodactyla* e *U. uruguayensis* (Decapoda: Ocypodidae) em um manguezal do litoral sul de São Paulo. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil. 13 – 17 de setembro de 2009. São Lourenço, MG.

CITES - Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Disponível em: https://www.cites.org. Acesso em: dez. de 2021.

Clarke K.R., Somerfield P.J. & Chapman M.G. 2006. On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero-adjusted Bray-Curtis coefficient for denuded assemblages. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 330:55-80.

Clarke, K. R.; Warwick, R. M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: PRIMER-E.

COLMAN L. P., SAMPAIO C. L. S.; WEBER, M. I.; CASTILHOS, J. C. 2014. Diet of olive ridley sea turtles, Lepidochelys olivacea, in the waters of Sergipe, Brazil. Chelonian Conserv Biol 13:266–271.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 261 de 30 de junho de 1999. Dispõe sobre os estágios sucessionais da restinga para o Estado de Santa Catarina. Brasília. 1999.

CONAMA. (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Resolução n°454. 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Disponível http://http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693.

CONAMA. Resolução nº 417, de 23 de novembro de 2009. Dispõe sobre parâmetros básicos para definição de vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários da vegetação de Restinga na Mata Atlântica e dá outras providências. Disponível em:<www.ibama.gov.br>. Acesso em: 10 de novembro de 2021.

CONSEMA (Conselho Estadual de Meio Ambiente de Santa Catarina). 2014. Resolução Consema nº 51, de 05 de dezembro de 2014. Reconhece a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Diário Oficial da União, <http://www.sds.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/325-resolucao-consema-no-512014-1/file> Acesso em 30 janeiro de 2022.

Costa, M., Schwingel, P., Souza-Concenição, J., & Spach, H. (2012). Distribuição espaço-temporal de larvas de Sciaenidae em um estuário subtropical (Santa Catarina, Brasil). *Brazilian Journal Of Aquatic Science And Technology, 16(2),* 51-59. doi:http://dx.doi.org/10.14210/bjast.v16n2.p51-59.

CPE - COASTAL PLANNING ENGINEERING, 2011. Estudo de Modelagem Numérica para Avaliação dos Possíveis Impactos no Meio Físico Associados à Dragagem das Jazidas de Areia Prospectadas. Relatório Técnico. (Anexo a DOCUMENTAÇÃO DE LAP DO PROC. DIV/20071/CFI)

CREMER, M. J., Souza, T. F., DOMICIANO, I. G., GOLDBERG, D. W. & WANDERLINDE, J. 2020. Tartarugas marinhas no litoral norte de Santa Catarina e Baía Babitonga. Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha. Artigo de Revisão - Especial Babitonga. 16 pp.

CUNHA, S. R.; NASCIMENTO, J.; LIMA, G. B.; ZACHARJASIEWICZ, G.; CRESTANI, D. E. V.; MAFRA Jr. L. L.; PAZETO, F. D.; SANT'ANNA, F. ; COSTA C. S. B. Distribuição e Biomassa de Macroalgas em um Manguezal da Baía da Babitonga, SC: Resultados preliminares. NOTAS TÉC. FACIMAR, v. 3, p. 1-15, 1999.

DALBOSCO, A. L. P, 2013. Análise histórica da linha de costa e dos padrões hidrodinâmicos e de transporte de sedimentos da Praia da Armação, Ilha de Santa Catarina – SC. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

DALINGHAUS, C. 2016. Análise da estabilidade da forma em planta e perfil nas praias da Barra da Lagoa, Moçambique e Ingleses, Florianópolis - SC: aplicações em análise de perigos costeiros. Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de mestrado. Florianópolis. 200p

D'AMATO, A. F. 1991. Ocorrência de tartarugas marinhas (Testudines: Cheloniidae, Dermochelyidae) no estado do Paraná (Brasil). Acta Biologica Leopoldensia, 13 (2): 105-110.

DETZEL, V. et al. PLANO DE MANEJO DO REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE DE ITAPEMA. Fundação Ambiental Área Costeira de Itapema, FAACI. Itapema, SC. 2021

DE JONG, C. A. F., AINSLIE, M. A., DRESCHLER, J., JANSEN, E., HEEMSKERK, E. & GROEN, W. Underwater noise of Trailing Suction Hopper Dredgers at Maasvlakte 2: Analysis of source levels and background noise – TNO-DV. C335. 2010.

Dennison, W.C.; Orth, R.J.; Moore, K.A.; Stevenson, J.C.; Carter, V.; Kollar, S.; Bergstrom, P.W.; Batiuk, R.A. 1993 Assessing water quality with submerged aquatic vegetation. BioScience, New York, 43: 86-94.

DHI. 2016. Itapema/SC - Estudos como suporte ao Projeto Executivo do Sistema Integrado de Proteção da Meia Praia - Análise das condições de ondas e estabilidade da linha de costa.

DICKERSON, D. & NELSON, A. D. Environmental effects of dredging: alternative dredging equipment and operational methods to minimize sea turtle mortalities. (No. EEDP-09-6). US Army Engineer Waterways Experiment Station, Environmental Laboratory. 1990.

DICKERSON, D. Sea turtles and dredging navigating the environment - managing risks and sustaining benefits. Technical Seminar & Networking Reception. October 28, 2009. Westin Canal Place & Plimsoll Club. New Orleans, Louisiana. 2009.

DICKERSON, D., WOLTERS, M., THERIOT, C. & SLAY D. 2004. Dredging impacts on sea turtles in the southeastern USA: A historical review of protection. In: Proceedings of the World Dredging Congress, Hamburg, Germany.

DICKERSON, D.; RICHARDSON, J. I.; FERRIS, J. S.; BASS, A. L. & WOLF, M. Entrainment of sea turtles by hopper dredges in Cape Canaveral and King's Bay Ship Channels. Army Corps of Engineers Information Exchange Bulletin, 500. 1991.

DIEDERICHS, A., BRANDT, M. & NEHLS, G. Does sand extraction near Sylt affect harbour porpoises? Wadden Sea Ecosystem, 199-203. 2010.

DOMICIANO, I. G. 2016. Fibropapilomatose em tartarugas-verde (Chelonia mydas, Linnaeus, 1758) no sudoeste do Oceano Atlântico: epidemiologia e parâmetros clínicos laboratoriais. Londrina. 93p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Londrina - UEL).

DOMICIANO, I. G., DOMIT, C. & BRACARENSE, A. P. F. R. L. 2017. The green turtle Chelonia mydas as a marine and coastal environmental sentinel: anthropogenic activities and diseases. Semin.-Cienc. Agrar., 38(5): 3417-3434

DYHRMAN, S.T. 2008. Molecular approaches to diagnosing nutritional physiology in harmful algae: implications for studying the effects of eutrophication. Harmful Algae, 8: 167-174, http://dx.doi.org/10.1016/j.hal.2008.08.016. Acesos em 24 de maio de 2023.

EAS - Estudo Ambiental Simplificado, visando o Licenciamento Ambiental Prévio para a implantação da Subestação 138 Kv Itapema Meia Praia. GEO Consultores Engenharia e Meio Ambiente Ltda, 2018.

FOLK, R.L., WARD, W.C. **Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters**. Journal of Sedimentary Petrology, 1957, 27: 3-26p.
EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1999.

EMBRAPA. Solos do Estado de Santa Catarina. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, nº 46. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

ERBE, C. Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales (*Orcinus orca*), based on an acoustic impact model. Marine Mammal Science, Dartmouth, v. 18, n. 2, p. 394–418, 2002.

ERBER, C. & S. SIMÃO. Analysis of whistles produced by the tucuxi dolphin *Sotalia fluviatilis* from Sepetiba Bay, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro. 76 (2): 381-385. 2004.

EVANS, P.G.H.; NICE, H. Review of the Effects of Underwater Sound generated by Seismic Surveys on Cetaceans. Relatório..UKOOA. Sea Watch Foundation, Sussex. 1996. 50pp.

Fahay, M.P. 1983. Guide to the Early Stages of marine fishes occuring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. J. Northw. Atl. Fish. Sci., Dartmouth vol. 4, 1-423 p

FAIR, P.A.; BECKER, P.R. Review of Stress in Marine Mammals. Journal of Aquatic Ecossistem Stress and Recovery. 7: 335-354. 2000.

Falcão, M.G.; Pichler, H.A.; Félix, F.C.; Spach, H.L.; Barril, M.E.; Bronbatti, K.C. de A.; Godefroid, R.S. 2008 A ictiofauna como indicador de qualidade ambiental em planícies de maré do CEP, Brasil. Cadernos da Escola de Saúde, 1: 1-16.

FALKENBERG, D.B. Aspecto da flora e da vegetação secundária da Restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. Insula, n.28, p. 1-30, 1999.

Fauchaud, K. & Jumars, P. A. 1979. The diet of worms: a study of Polichaete feeding guilds. Oceanogr. Mar. Bio. Ann. Rev. 17: 193-284.

Fausch, K.D.; Lyons, J.; Karr, J.R.; Angermeir, P.L. 1990 Fish communities as indicators of environmental degradation. In: Marshall Adams S. Biological Indicators of Stress in Fish (Marshall Adams, S.) American Fisheries Society, Bethesda, 123-144.

Ferreira, A.N, Beretta, M., Jr, Mafalda, P.O. 2012. Avaliação do impacto da dragagem sobre associação fitoplanctônica do porto de Aratu, Baía de Todos os Santos, Bahia. Arquivos de Ciência do Mar. 45(1).

FIDALGO, O; BONONI, V. L. R. Técnica de coleta, preservação e herborização de material botânico. (Série Documentos) São Paulo. 62p. **1989**.

Figueredo, J.L.; Menezes, N.A. 1978 Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (1). São Paulo: Mus. Zool. Univ. SP, II0p.

Figueredo, J.L.; Menezes, N.A. 1980 Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). São Paulo: Mus. Zool. Univ. SP, 90p.

Figueredo, J.L.; Menezes, N.A. 2000 Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (5). São Paulo: Mus. Zool. Univ. SP, II6p.

FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; BROCHADO, A.L. & GUALA II, G.F. 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. Cadernos de Geociências 12: 39-43.

Fischer, L.G.; Pereira, L.E.D. & Vieira, J.P. 2011. Peixes estuarinos e costeiros. Rio Grande, 2 ed. 131 p. ISBN: 978-85-912095-1-4.

FITZPATRICK, T. G.; GLASS, J. D.; BARGO, T. D. & PARKS, W. The effects of sea turtle relocation trawling during selected coastal dredging projects. In: Proceedings of the Twenty-Third Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, Miami, USA. 2006.

FLORES, P. A. C. Preliminary results of a photo identification study of the marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in southern Brazil. Marine Mammal Science. v. 15, p. 840-847, 1999.

Fogg, G.E.& Thake, B. 1987. Algal Cultures and Phytoplankton Ecology. The University of Wisconsin Press, 3ed., Wisconsin, USA. 320p.

FOOTE, A.D.; OSBORNE, R.W.; HOELZEL, A.R. Whale-call response to masking boat noise. Nature, n. 428, p. 910-910, 2004.

FRANCIS, J. K. Wildland shrubs of the United States and its territories: thamnic descriptions. International Institute of Tropical Forestry: United States Department of Agriculture, Forest Service. 2004. Disponível em: <

http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Dalbergia%20ecastaphylla.pd f>. Acesso em em 21 de janeiro de 2022.

GAMA, L. R. Ecologia Alimentar de Chelonia mydas (Linnaeus, 1758) no Litoral do Paraná. 59f. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

GAPLAN – Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro,.1986

Gimenez, L., Borthagaray, A. I., Rodríguez, M., Brazeiro, A., Dimitriadis, C. 2005. Scale-dependent patterns of macrofaunal distribution in soft-sediment intertidal habitats along a large-scale estuarine gradient. Helgol. Mar. Res. 59: 224–236.

Godoi, S. S. Dinâmica Quase-Geostrófica do Sistema Corrente do Brasil no Embaiamento de São Paulo (23,5° - 27° S). 2005, 157 f. (Tese de Doutorado) – Inst. Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

GOLDBERG, D. W., ALMEIDA, D. T., TOGNIN, F., LOPEZ, G. G., PIZETTA, G. T., LEITE JUNIOR, N. O. & SFORZA, R. 2015. Hopper dredging impacts on sea turtles on the northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil. Mar. Turt. News., 147: 16-20.

GOLDBERG, D. W., PIRES, T., CASTILHOS, J. C., MARCOVALDI, M. A., LOPEZ, G. G., LI[1]MA, E. P., GIFFONI, B. & BAPTISTOTTE, C. 2013. Avaliação dos encalhes de tartarugas marinhas: um indicador estratégico para a conservação. VI Jornada de Conservación e Investigación de Tortugas Marinas en el Atlántico Sur Occidental (ASO), Piriápolis, Uruguay, 238 p.
GOLDBERG, D. W.; ADEODATO, A.; ALMEIDA, D. T.; CORRÊA, L. G. & WANDERLINDE, J., 2010. Green turtle head trauma with intracerebral hemorrhage: image diagnosis and treatment. Ciência Rural, 40(11): 2402-2405.

GOLDBERG, D. W.; ALMEIDA, D. T.; TOGNIN, F.; LOPEZ, G. G.; PIZETTA, G. T.; LEITE JR, N. O. & SFORZA, R., 2015. Hopper dredging impacts on sea turtles on the northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil. Marine Turtle Newsletter, 147: 16-20
.
GOMES DA SILVA, P., 2014. Exposição à inundação costeira nas praias dos Ingleses, Moçambique e Barra da Lagoa, Florianópolis, SC. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GOMES DA SILVA, P.; KLEIN, A. H. F.; GUTIERRES, O.Q; GONZALES M. 2018. Altura de ondas, runup e cota de inundação nas praias da Barra da Lagoa e Moçambique – Florianópolis (SC) – com base em séries de dados de 60 anos de reanálise. Capítulo 14. Sistema de modelagem costeira do Brasil - Estudos de caso. Dalinghaus, C. et al. (organizadores). USFC. p. 228-349.

GONZÁLEZ, M., NICOLODI, J.L., GUTIÉRREZ, O.Q., CÁNOVAS, V., ESPEJO, A., 2016. Braziliancoastal processes: wind, wave climate and sea level. In: Short, A.D.,

Klein, A. H. d. F. (Eds.), Brazilian Beach Syst. Springer International Publishing, Cham, pp. 37–66.

GORNITZ V., WHITE T.W., & CUSHMAN R.M. 1991. Vulnerability of the US to future sea level rise. *In:* Symposium on Coastal and Ocean Management, 7. Long Beach, Proceedings National Lab., Oak Ridge, 1345-1359p.

GRAIPEL, M. E; MEREGE, R. C. B . Diagnóstico socioambiental para criação de unidade de conservação na Ponta do Cabeço Itapema/SC. Florianópolis, 2010.

GRANÉLI, E. & JOHANSSON, N. 2003. Increase in the production of allelopathic substances by Prymnesium parvum cells grown under N- or P-deficient conditions. Harmful Algae, 2: 135-145, http://dx.doi.org/10.1016/S1568-9883(03)00006-4. Acesso em: 24 de maio de 2023.

GRAY, J. S. 1974. Animal-Sediment Relationships. Oceanogr. Mar. Biol. Rev., 12, 223-261, London.

GROSSMAN, A.; BELLINI, C., MARCOVALDI, M. A. 2003.Reproductive biology of the green turtle at the Biological Reserve of Atol das Rocas off northeast Brazil. In: Seminoff J. A. (comp.). Proceedings of the 22nd Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA. Tech. Memo. NMFS-SEFSC-503, p.136.

GUEBERT, F. M. Ecologia alimentar e consumo de resíduos sólidos por tartarugas verdes, Chelonia mydas, no litoral do Estado do Paraná. 63f. 2008. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

Haimovici, M., Martins, A.S. & Vieira, P.C. 2006. Distribuição e abundância de peixes teleósteos demersais sobre a plataforma continental do sul do Brasil. Rev. Bras. Biol., 56(1):27-50.

HALLEGRAEFF, G.M. 2010. Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. Journal of Phycology, 46: 220- 235, http://dx.doi.org/10.1111/j.1529-8817.2010.00815.x. Acesso em 23 de maio de 2023.

HEISLER, J.; GLIBERT, P.M.; BURKHOLDER, J.M.; ANDERSON, D.M.; COCHLAN, W.; DENNISON, W.C.; DORTCH, Q.; GOBLER, C.J.; HEIL, C.C.; HUMPHRIES, E.; LEWITUS, A.; MAGNIEN, R.; MARSHALL, H.G.; SELLNER, K.; STOCKWELL, D.A.; STOECKER, D.K. & SUDDLESON, M. 2008. Eutrophication and harmful algal blooms: A scientific consensus. Harmful Algae, 8: 3-13, http://dx.doi.org/10.1016/j. hal.2008.08.006. Acesso em: 25 de maio 2023.

HILLE, E.; SCHETTINI, C.A.F. & RIBEIRO, M.R. 2008. Estrutura termohalina no litoral de Santa Catarina nos anos de 2005 e 2006. *In:* Braga, E.S. (ed.) Oceanografia e mudanças globais. Edusp, São Paulo. 371- 381p.

HOEFEL, F.G. Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma Revisão Bibliográfica. Itajaí: Editora da Univali, 1998.

Hoey, G.V.; Degraer, S. & Vincx, M. 2004. Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian continental shelf. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 59: 599-613.

HORN FILHO, N. O. Mapa geológico da planície costeira do litoral Centro-norte de Santa Catarina, Brasil. In: Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro. Organização e Edição: MAZZER, A.; REGIS, M.; SOUZA, G. GERCO & Ambiens Consultoria e Projetos Ambientais. 2010.

Hostim-Silva, M.; Vicente, M.J.D.; Figna, V. & Andrade, J. P. 2002 Ictiofauna do Rio Itajaí Açú, Santa Catarina, Brasil. Notas Técnicas. Facimar, 6: 127-135.

Ignácio, J.M. & Spach, H.L. 2009. Variação entre o dia e a noite nas características da ictiofauna da infralitoral raso do Maciel, Baía de Paranaguá, Paraná. Rev. Bras. Zoocienc. 11(1):25-37

IBGE - DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS.1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais técnicos em geociências, n1. Rio de Janeiro. 91p. 1992.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Acesso aos dados do município de Itapema. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em 10 de novembro de 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2012, Rio de Janeiro.

IMA – Instituto do Meio Ambiente e Agricultura de Santa Catarina. Licença Ambiental Prévia 2739/2018 – IMA/SC. PLANO BÁSICO AMBIENTAL DAS OBRAS DE ALIMENTAÇÃO DA PRAIA CENTRAL. 2018

INPH, 2019. Projeto de revitalização e reestruturação das praias do município de Itapoá-SC através de um sistema de proteção costeira. Rio de Janeiro.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, ICMBIO 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I. Brasília, DF: ICMBio/MMA, p. 492 p.: il., gráfs., tabs.

ITAPEMA. Prefeitura Municipal de Itapema. Proposição de alternativa técnica para melhoria das características físicas da foz do Rio Perequê. AMFRI - Associação dos Municípios da Região da Foz do Rio Itajaí, 2019.

ITAPEMA. Prefeitura Municipal de Itapema/SC. Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) incluindo o Plano Municipal de Gestão Integrada, 2019.

Jereb, P. & Roper, C.F.E. 2010 Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes 4, Rome: FAO.

JOLY, A. B. Gêneros de algas marinhas da costa Atlântica latino americana. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1967.

Kahle, J., Zauke, G. P. 2003. Bioaccumulation of trace metals in the Antartic amphipod *Orchomene plebs*: evaluation of toxicokinetic models. *Marine Environmental Research*, 55: 359-384.

Katsuragawa, M., J. H. Muelbert & J. F. Dias. 2006. O ictioplâncton na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). Pp. 359- 446. In: Rossi-Wongschowski, C. L. D. B. & L. S. P. Madureira (Eds.). O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil. São Paulo, Edusp, 472p.

Katsuragawa, M.; Matsuura, Y.; Suzuki, K.; Dias, J. F. & Spach, H. L. O ictioplâncton ao largo de Ubatuba, SP: composição, distribuição e ocorrência sazonal (1985-1988). Publicação especial Instituto oceanográfico. São Paulo, Vol. 10, p. 85- 121, 1993.

Kawakami, E., Amaral, A. C. Z. 1983. Importância dos anelídeos poliquetas no regime alimentar de *Etropus longimanus* Normann, 1908 (Pisces, Pleuronectiformes). Heringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 62: 47-54.

KJERFVE, B. & MAGILL, K. E. 1989. Geographic and hydrodynamic characteristics of shallow coastal lagoons. *Marine Geology*, v. 88, n. 3–4, p.187–199, 1989.

KLEIN, A. H. D. F; SHORT, A.D., 2016. Santa Catarina Beach Systems. In: Short, A.D., Klein, A. H. d. F. (Eds.), Brazilian Beach Syst. Springer International Publishing, Cham, pp. 465-506.

KLEIN, A. H. F. 2004. Morphodynamics of Headland Bay Beaches: Examples form the coast of Santa Catarina State, Brazil. Tese – Universidade do Algarve. Faro, 218 p.

KLEIN, R.M. Ecologia da Flora e Vegetação do Vale do Itajaí. Sellowia, v.32, p.164-369, 1980

KOMAR, P. D. Beach process and sedimentation. New Jersey: Prentice-Hall, 1976.

Lana, P.C. 1986. Macrofauna bêntica de fundos sublitorais não consolidados da Baía de Paranaguá (Paraná). Nerítica. 1(3): 79-90.

LEAL, K.B.; BONETTI, J; PEREIRA, P.S. 2020. Influência da orientação de praia na retração da linha de costa induzida por marés de tempestade: Armação e Canasvieiras, Ilha de Santa Catarina – SC. Revista Brasileira de Geografia Física v.13, n.04.1730-1753.

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

LESAGE, V.; BARETTE, C.; KINGSLEY, M.C.S.; SJARE, B. The effect of vessel noise on the vocal behaviour of belugas in the St Lawrence River estuary, Canada. Marine Mammal Science, Dartmouth, v. 15, n. 1, p.65-84, 1999.

Lopes, R. M. 2007. Marine zooplankton studies in Brazil – A brief evaluation and perspectives. Anais da Academia Brasileira de Ciências 79(3): 369-379.

Lopes, R. M.; Katsuragawa, M.; Dias, F. J.; Montú, M. A.; Muelbert, J. H.; Gorri, C. and Brandini, F. P.. Zooplankton and icthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. Scientia Marina, Barcelona, vol. 70, n.2, p. 189- 202, jun. 2006.

Lopes, R.M., Vale, R. & Brandini, F. P. 1998. Composição, abundância e distribuição espacial do do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e verão de 1994. Revista Brasileira de Oceanografia. 46(2): 195-211.

LUCAS, E. G. Diversidade e conservação de anfíbios anuros no estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. UFSC. 2008.

Lund, J.W. Kipling, G.C. & Le Cren, E.E. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. Hydrobiologia 11: 143-170.

LUSSEAU, D. The short-term behavioral reactions of bottlenose dolphins to interactions with boats in Doubtful Sound, New Zealand. Marine Mammal Science, Dartmouth, v. 22, p. 802-818, 2006.

LUTCAVAGE, M. E., PLOTKIN, P., WITHERINGTON, B.; LUTZ, P. l. 1997. Human impacts on sea turtle survival. in: LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A. (eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press., p.387-409.
MAGALHÃES, J.D.R. et al. Eficiência das técnicas de capturas aplica aos estudos de répteis no Brasil. Anais da VI Semana Nacional de ciência e tecnologia. Recife, 2009.

MARCOVALDI, M. Â. & LAURENT, A. 1996.A six season study of marine turtle nesting at Praia do Forte, Bahia, Brazil, with implications for conservation and management. Chelonian Conservation and Biology. v. 2, p. 55-59.

MARCOVALDI, M. A. & MARCOVALDI, G. G. 1999.Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. Biological Conservation 91: 35-41.

MARCOVALDI, M. A.; BAPTISTOTTE, C.; CASTILHOS, J. C.; GALLO, B. M. G.; LIMA, E. H. S. M.; SANCHES, T. M.; VIEITAS, C. F. 1998. Actividades del Proyecto TAMAR en las areas de alimentación de tortugas marinas en Brasil. Noticiero de Tortugas Marinas, 80: 5-7.

MARCOVALDI, M. A.; CHALOUPKA, M. 2007.Conservation status of the loggerhead sea turtle in Brazil: an encouraging outlook. Endangered Species Research. v. 3, p. 133-143.

MARCOVALDI, M. A.; GIFFONI, B. B.; BECKER, H. & FIEDLER, F.N. 2009. Sea Turtle Interactions in Coastal Net Fisheries in Brazil. In: Proceedings of the Technical Workshop on Mitigating Sea Turtle Bycatch in Coastal Net Fisheries. Regional Fishery Management Council, IUCN.

MARCOVALDI, M. Â.; LOPEZ, G. G.; SOARES, L. S.; BELINI, C.; SANTOS, A. S. DOS; LOPEZ, M. 2011. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha Eretmochelys imbricata (Linnaeus, 1766) no Brasil. Revista Biodiversidade Brasileira. Ano I, n. 1, 20-27.

MARCOVALDI, M. Â.; LOPEZ, G. G.; SOARES, L. S.; SANTOS, A. S. DOS. BELINI, C.; SANTOS, A. S. DOS; LOPEZ, M.. & LOPEZ-MENDILAHARSU, M. 2018. *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766). p.33-36. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume IV - Répteis. Brasília, ICMBio. 622p.

MARCOVALDI, M. A.; THOMÉ, J. C. A.; ALMEIDA, A. P.; LOPEZ, G. G.; SILVA, A. C. C. D. & APOLINÁRIO, M. 2008. Satellite telemetry studies in Brazilian nesting areas: preliminary results. In: Proceedings of the 27th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation.

MARINE TURTLE SPECIALIST GROUP (SSC/IUCN). A global strategy for the conservation of marine turtles. Gland, Switzerland: IUCN Publications, 1995.

MARQUEZ, L. V.; CREED, J. C. Biologia e ecologia das fanerógamas marinhas do Brasil. Oecol. Bras., v. 12, n. 2, p. 315-331, 2008.

Martinez, A.S. 2012. Spatial distribution of the invasive bivalve *Isognomon bicolor* on rocky shores of Arvoredo Island (Santa Catarina, Brazil). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdon. 92 (3): 495-503.

Martins, S.B. & Masunari, S. 2013. Relative growth in the fiddler crab *Uca uruguayensis* (Brachyura, Ocypodidae) from Garças River mangrove, Guaratuba Bay, southern Brazil. Nauplius. 21(1): 35-41.

Matsuura, Y.. Contribuição ao Estudo da Estrutura Oceanográfica da região Sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). Ciência Cultura, São Paulo, vol. 38, n.8, p. 1439-1450, 1986.

McCaulley, J. E., Parr, R. A. & Hancock, D. R. 1977. Benthic infauna and maintenance of dredging. *Water Research*. 11 (1) : 83-89.]

Melo, G.A.S. 1996 Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. Plêiade/FAPESP: São Paulo. 150p.

MENEZES, J. T., 2008. Balanço de Sedimentos Arenosos da Enseada de Balneário Camboriú-SC. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Menezes, N.A.; Figueiredo, J.L. 1980 Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). São Paulo: Mus. Zool. Univ. SP, 96p.

Menezes, N.A.; Figueiredo, J.L. 1985 Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. V. Teleostei (4). São Paulo: Mus. Zool. Univ. SP, I05p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. 2014. PORTARIA No - 444, de 17 de Dezembro de 2014. "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção". Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html. Acesso em agosto de 2020.

Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014b. Reconhece como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção", trata de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e invertebrados terrestres e indica o grau de risco de extinção de cada espécie. Diário Oficial da União: seção 01, p.121, 2014b. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_444_2014_lista_esp%C3%A9cies_ame%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em 25 de janeiro de 2022.

Miranda, L. B.; Castro, B. M. & Bjorn, K. Princípios de Oceanografia física de estuários. São Paulo: Ed. Edusp. 2002. 414p

MIRANDA, L.B. 1982. Análise de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) à Ilha de São Sebastião (SP). Tese. Instituto Oceanográfico – USP. 194p.

MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M. DE; KJERFVE, B. 2002. Princípios de oceanografia física de estuários. São Paulo: EDUSP, 414 p., 2002.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2018. Panorama da erosão costeiro do Brasil. Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial; Organização Dieter Muehe. Brasília,DF:MMA,761p.

MMA, 2018a. Projeto SMC-Brasil: Recuperação de praias: documento temático. Ministério do Meio Ambiente... [et al]. Brasília, DF.

MMA, 2018b. Projeto SMC-Brasil: Ondas: documento temático. Ministério do Meio Ambiente... [et al]. Brasília, DF.

MMA, 2018c. Projeto SMC-Brasil: Níveis e Cotas de Inundação: documento temático. Ministério do Meio Ambiente... [et al]. Brasília, DF.

MAPA 2019. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa no 8, de 8 de maio de 2019. Estabelece cota de captura e medidas associadas para a temporada de pesca de tainha (Mugil liza) do ano de 2019. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 08 de mai. de 2019.

Morrison, M.G. 1986 Bird populations as indicators of environmental change. Current Ornithology, Canada, 3: 429-451.

Moser, G.. Early Stages of Fishes in the California Current Region. CalCOFI Atlas series, Sllen Press, USA. 1996. N°33, 1505p.

MTSG (Marine Turtle Specialist Group). 2015. Disponível em: http://iucn-mtsg.org.

Muelbert, J.H. & Weiss, G. 1991. Abundance and distribution of fish larvae in the channel área of the Patos Lagoon Estuary, Brazil. In: Larval fish recruitment and research in the Americas: proceedings of the 13° annual fish conference. México. 43-54.

Muñoz, J.L.P., Finke, G.R., Camus, P.A., Bozinovic, F. 2005. Thermoregulatory behavior, heat gain and thermal tolerance in the periwinkle *Echinolittorina peruviana* in central Chile. Comparative Biochemestry and Physiology. 142: 92-98.

NARO-MACIEL, E.; BECKER, J.H.; LIMA, H.S.M.; MARCOVALDI, M.A. & DESALLE, R. 2007. Testing Dispersal Hypotheses in Foraging Green Sea Turtles (Chelonia mydas) of Brazil. Journal of Heredity, 98 (1): 29–39.

NEAmb UFSC – Núcleo de Educação Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. 2010. Projeto “Diagnóstico socioambiental para criação de Unidade de Conservação e Itapema/SC”. Volume I. Meio Físico. 141p.

Odebrecht, C. & Garcia, V. M. T. Fitoplâncton. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C.; Castelo, J.P. (Orgs), Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande: Ecoscientia. 1998. p 104-107.

Olivar, M. P. & Fortuno, J. M. I Guide to Ichthyoplankton of the Southeast Atlantic (Benguela Current Region). SCI. MAR., Barcelona, Espanha. 1991, Vol. 55(1): p. 1-383.

Oliveira, J.F, Spach, H.L., Schwarz Junior, R. & Pichler, H.A. 2008. Diel variation in fish assemblages in tidal creeks in southern Brazil. Braz. J. Biol. 68(1):37-43

OLIVEIRA,F.A.M & VINZON,S.B. 2003. Dinâmica de Escoamento da Face da Praia. *Anais...* II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibéricas.

Olrik, K.; Nauwerck, A. 1993. Stress and disturbance in the phytoplankton community of a shallow, hypertrophic lake. Hydrobiologia. 249:15-24.

Omori, M. & Ikeda, T. Methods in marine zooplankton ecology. New York: John Wiley & Sons, 1984.

OSWALD, B.C. Ecologia Populacional de Hypsiboas Bischoffi Boulenger, 1887 (Anura: Hylidae) em áreas abertas e Florestadas da Mata Atlântica do Sul Do Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção dos Títulos de Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas. 2011.

Ourives, T.M.; Rizzo, A.E. & Boehs, G. 2011. Composition and spatial distribution of the benthic macrofauna in the Cachoeira River estuary, Ilhéus, Bahia, Brazil. Revista de biologia Marina y Oceanografía. 46(1): 17-25.

Parsons, T.R., Takahashi, M. & Hargrave, B. 1984. Biological oceanographic process. Pergamon Press, Oxford, 3rd. Ed. 330 p.

Pereira T. H. V.; Costa P. A.; Fernandes M. S.; Beloni B. M; Paula R. F. de. Relato de campo: o paraná na era global, da refinaria ao Porto de Paranaguá. Bol. Geogr., Maringá, v. 30, n. 3, p. 159-167, 2012.

Pessanha, A.L.M.; Araújo, F.G.; Azevedo, M.C.C. & Gomes, I. D. 2000 Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 17: 251-261.

PETITET, R. & MEURER, B. 2007. Estudo Comportamental de Tartarugas Marinhas na Praia de Araçatiba, Ilha Grande, Angra Dos Reis - RJ – Brasil. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de setembro de 2007, Caxambu – MG.

PIACENTINI, V. Q., et al. Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Revista Brasileira de Ornitologia, 23(2), 91-298.

Pinheiro, M.A.A. & Fiscarelli, A.G. 2001. Manual de Apoio à Fiscalização do Caranguejo-Uçá (Ucides cordatus). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) / Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul (CEPSUL), 1ª Edição, ISBN 85-88570-02-5, Itajaí, 43p.

Pomory, C.M. 2004 A guide to the shallow-water echinodermata of the Texas coast. Port Aransas: Marine Science Institute. 182p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPEMA – PMI. 2019. Plano de Gestão Integrada da Orla (PGI): Adequação e Atualização. Documento Técnico. 144p.

PROSUL; ACQUAPLAN. **Estudo De Impacto Ambiental – EIA. Alimentação Artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, SC**. 1199p. 2014.

PUPO, M. M., SOTO, J. M. R. & HANAZAKI, N. 2006. Captura incidental de tartarugas marinhas na pesca artesanal da ilha de Santa Catarina, SC. Biotemas, 19: 63-72.

Queiroz, G.M.L.N. 2005. Caracterização da ictiofauna demersal de duas áreas do complexo estuarino de Paranaguá, Paraná. 2005. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

QUETZALCÓATL, O.; GONZÁLEZ, M.; CÁNOVAS, V.; MEDINA, R.; ESPEJO, A.; KLEIN, A.; TESSLER, M.G.; ALMEIDA, L.R.; JARAMILLO, C.; GARNIER, R.; KAKEH, N.; GONZÁLEZ-ONDINA, J. 2019. SMC a coastal modeling system for assessing beach processes and coastal interventions: Application to the Brazilian coast. Environmental Modelling & Software, v.116, p.131-152.

Ramaiah, N.; Chandramohan, D. & Nair, V.R. 1994 Autotrophic and heterotrophic characteristics in a polluted tropical estuarine complex estuaries, Goa, India. Estuarine Coastal and Shelf Science*,* 40: 45-55.

Raz-Guzman, A. & Huidobro, L. 2002 Fish communities in two environmental different estuarine systems of Mexico. Journal of Fish Biology, Oxford, 60: 1-14.

Ré, P. 1999. Ictioplancton estuarino da Peninsula Iberica:(guia de identifiçao dos ovos e estados larvares planctonicos). Câmara Municipal de Cascais.

Reynolds, C.S. 1993. Scales of disturbance and their role in plankton ecology. Hydrobiologia. *249*: 157-171.

Reynolds, C.S. 2006. Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 535p.

Robert, M.C., Michels-Souza, M.A. & Chaves, P.T. 2007. Biologia de Paralonchurus brasiliensis (Steindachner) (Teleostei, Sciaenidae) no litoral sul do Estado do Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia. 24(1): 191-198.

Rosa, L. C. & Bemvenuti, C. E. 2006. Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. Revista de Biología Marina y Oceanografía 41(1): 1 – 9.

SAITO, E.N. et. al. Répteis. In. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Municipal da Ponta do Araçá: Diagnóstico de Fauna. 2011.

Salvador, B. 2012. Abundância e composição zooplanctônica no complexo estuarino de Paranaguá – PR durante o verão de 2012. Monografia de Graduação. Universidade Federal do Paraná – UFPR. 61 p.

Sánchez-Moyano, J.E.; Estacio, F.J.; García-Adiego, E.M. & García-Gómez, J.C. 2004. Dredging impacto on the benthic community of na unaltered inlet in southern Spain. Helgoland Marine Reseach. 58: 32-39.

Santos C.; Schwarsz R. Jr.; Oliveira Neto J. F. & Spach H. L. A ictiofauna em duas planícies de maré do setor euhalino da baía de paranaguá, PR. Boletim do Instituto de Pesca. São Paulo, Vol. 28, n°1, p. 40-60, 2002.

SANTOS, A. S.; SOARES, S. S.; MARCOVALDI, M. A.; MONTEIRO, D. S.; GIFFONI, B. & ALMEIDA, A. P. 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha Caretta caretta (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, Ano I (1): 3-11.

SANTOS, A. S.; SOARES, S. S.; MARCOVALDI, M. A.; MONTEIRO, D. S.; GIFFONI, B. & ALMEIDA, A. P. 2018. Caretta caretta (Linnaeus, 1758), p.20-25. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume IV - Répteis. Brasília, ICMBio. 622p.

SANTOS, R. G. Variação na dieta da tartaruga verde, Chelonia mydas, e o impacto da ingestão de lixo ao longo da costa brasileira. 92f. 2014. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória, 2014.

SANTOS, T.G., SPIES, M.R., KOPP, K., TREVISAN, R. & CECHIN, S.Z. 2008. Mamíferos do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Biota Neotrop. 8(1): http://www.biotaneotropica. org.br/v8n1/pt/abstract?inventory+bn00508012008. Acesso em 5 janeiro de 2022

SAZIMA, I.; GADIG, O. B. F.; NAMORA, R. C.; MOTTA, F. S. 2002. Plastic debris collars on juvenile carcharhinid sharks (Rhizoprionodon lalandii) in southwest Atlantic. Marine Pollution Bulletin, v. 44, p. 1147 – 1149.

SCARANO, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian atlantic rainforest. Annals of Botany 90: 517-524.

Schaeffer, D.W.; Ettinger, W.H.; Tucker, W.J.; Kerster, H.W. 1985 Evaluation of a communitybased index using benthic-indicator organisms for classifying stream quality. Journal of Water Pollution Control Federation, Canada, 57: 167-171.

SCHETTINI, C.A.F. 2002. Caracterização física do estuário do rio Itajaí-Açu. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 7(1):123-142.

SCHETTINI, C.A.F.; RESGALLA JR., C.; PEREIRA FILHO, J.; SILVA, M.A.C.; TRUCCOLO, E.C. & RÖRIG, L.R. 2005. Variabilidade temporal das características oceanográficas e ecológicas da região de influência fluvial do Rio Itajaí-açu. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology. 9(2):93-102.

SERAFIM,M.B & BONETTI,J. 2017. Vulnerabilidade das praias do Estado de Santa Catarina a eventos de erosão e inundação costeira: proposta metodológica baseada em um índice multicritério. Quaternary and Environmental Geosciences (2017) 08(2):36-54.

SEVEGNANI L, VIBRANS AC, GASPER AL (2013a) Considerações finais sobre a Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. In: VIBRANS AC, SEVEGNANI L, GASPER AL, LINGNER DV (ed) Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, vol. III, Floresta Ombrófila Mista. Blumenau: Edifurb. p. 275-278.

Shyamasundari, K. 1973. Studies on the tube-building Amphipod *Corophium triaenonyx* Stebbing from Visakhapatnam harbor: effect of salinity and temperature. *Biol. Bull.*, v. 144, p. 503-510.

SIGNORIN, M.; PEREIRA FILHO, J.; DELFIM, R.; & SCHETTINI, C. A. F. 2010. Hidrodinâmica e Nutrientes Inorgânicos dissolvidos no estuário do rio Perequê,SC. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, 14(2):13-21.

SILVA, A. C. C. D.; CASTILHOS, J.C.; LOPEZ, G.G. & BARATA, P.C.R. 2007. Nesting biology and conservation of the olive ridley sea turtle (Lepidochelys olivacea) in Brazil, 1991/1992 to 2002/2003. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 87: 1047–1056. 429.

SILVA, A. C. C. D.; CASTILHOS, J.C.; SANTOS, E.A.P.; BRONDÍZIO, L.S. & BUGONI, L. 2010. Efforts to reduce sea turtle bycatch in the shrimp fishery in Northeastern Brazil through a co-management process. Ocean and Coastal Management, 53: 570–576.

SILVA, P.G., KLEIN, A.H.F., GONZÁLEZ, M., GUTIERREZ, O., ESPEJO, A. 2014. Performance assessment of the database downscaled ocean waves (DOW) on Santa Catarina coast, South Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 87, 623-634.

Silva, R.F.; Rosa Filho, J.S.; Souza, S.R. & Souza-Filho, P.W.2011. Spatial and temporal changes in the structure of soft-bottom benthic communities in an Amazon estuary (Caeté estuary, Brazil). Journal of Coastal Reseach. 64: 440-444.

SILVEIRA, F. L. et al. Para que servem os inventários de fauna?. Estudos Avançados [online]. 2010, v. 24, n. 68, pp. 173-207. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100015>. Epub 17 Maio 2010. ISSN 1806-9592. https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100015. Acesso em 11 de janeiro de 2022.

SLI COASTAL SOLUTIONS. **Serviços de Levantamento para Caracterização Detalhada da Jazida Sedimentar, em nível de projeto executivo, prevista para alimentação artificial da praia central de balneário Camboriú – Relatório Integrado Final** – Dezembro/2019. 772p. 2019.

Soares, L. S. H., Gasalla, M. A., Rios M. A. T., Arrasa, M. V., Rossi-Wongtschowski C. L. B. 1993. Grupos tróficos de onze espécies dominantes de peixes demersais da plataforma continental interna de Ubatuba, Brasil.

SOUZA, Celia Regina de Gouveia. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 9, n. 1, p. 17-37, 2009.

SOUZA, M.T.R. 2004. O Litoral Brasileiro. Cultura R. IMAE 5: 63-67.

SOUZA, T., F. 2016. Ecologia alimentar da tartaruga-verde, Chelonia mydas, no litoral norte de Santa Catarina. Joinville. 80p (Dissertação de Mestrado em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE).

Souza-Conceição, J. M. 2013. Variação espaço-temporal do ictioplâncton em praias estuarinas da baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. Biotemas, Vol. 26 (2): p.129-141.

Spach, H.L.; Santos, C. & Godefroid, R. 2003 Padrões temporais na assembléia de peixes na gamboa do Sucuriú, Baía do Paranaguá, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia*,* 20: 591-600.

TAMAR, 2012. Tartarugas Marinhas. Disponível em: http://www.anp.gov.br/meio/guias/sismica/refere/ tartarugas.pdf. Acessado em julho de 2020.

Thrush, S. F. & Dayton, P. K. 2002. Disturbance to Marine Benthic Habitats by Trawling and Dredging: Implications for Marine Biodiversity. Annu. Rev. Ecol. Syst. 33:449-473.

TRUCCOLO, E.C.; FRANCO, D. & SCHETTINI, C.A.F. 2006. The low frequency sea level oscillations in the northern coast of Santa Catarina. Brazilian Journal of Coastal Research. 39(SI):547-552.

Uehlinger, V. 1964. Étude statistique dês méthodes de dénobrement planctonique. Archives Science. 17(2): 121-123.

Underwood, A.J. 1997**.** *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance.* Cambridge University Press. Cambridge, U.K.

UNESCO. 1968. Zooplankton sampling monographson oceanography methodology, 2, UNESCO, Paris.

UNESCO. World Network Of Biosphere Reserves – SC/EES – June 2005. The MAB Program. 19p.

UNIVALLI. UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ. **Estudos Ambientais do Meio Físico, Biótico E Socioeconômico na Orla do Município de Itapema e Foz do Rio Perequê para Obras de Recuperação da Faixa de Areia por Meio de Aterro Hidráulico. Relatório Final.** Julho de 2023. 459 p.

USACE (US ARMY CORPS OF ENGINEERS), 2008. Water Levels and Long Waves. In: USACE. Coastal Engineering Manual – Capítulo 5, Parte II. Vicksburg, Mississippi. 71p.

Utermohl, H., 1958. Zur Vervollkomrnnung ver quantitativen Phytoplankton-Methodic. Mitt. Int. Verein. Limnol., 9: 1-38.

VIBRANS AC, SEVEGNANI L, GASPER AL, LINGNER DV (ed) Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, vol. III, Floresta Ombrófila Mista. Blumenau: Edifurb. p. 275-278.

Vieira, J. P., Castello, J. P., Pereira, L. E. Ictiofauna. In: Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul de Brasil. Seelinger, U.; Odebrecht, C.; Castello, J. P. (eds.). Rio Grande: Ecoscientia, 1998. p. 61-69.

WAECHTER, J. L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Botânica 33**: 49-68.

Ward, T.; Butler, E. & Hill, B. 1998 Environmental indicators for National State of the Environment Reporting - Estuaries and Sea. Canberra: Department of the Environment.

Whitfield, A.K. & Elliott, M. 2002 Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. Journal of Fish Biology, Oxford, 60(A): 1-22.

Williams, P.J.L.; Thomas, D.; Reynolds, C.S. 2002. Phytoplankton Productivity. Iowa State Press, Iowa City.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. Marine Geology, Amsterdam, v. 56, p. 93-118, 1984.

Ysebaert, T.; Meire, P.; Maes, D. & Buijs, J. 1993. The benthic macrofauna along the estuarine gradient of the Schelde Estuary. Netherlands Journal of Aquatic Ecology. 27(2-4): 327-341.

ZOCCHE-DE-SOUZA, P. Dinâmica espaço-temporal de Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub. em restinga no sul do Brasil. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2010.

10 ANEXOS

I. Anotações de Responsabilidade Técnica

Documento assinado digitalmente
gov.br
ANA MARIA MOTTER PEREIRA
Data: 12/08/2026 18:16:25-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br