ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA



Volume II - A

Prefeitura Municipal

UNILIVRE

DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO E BIÓTICO

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA
VOLUME II A

CURITIBA

2025

Catalogação na Fonte

U58p Unilivre

Estudo de impacto ambiental recuperação da orla de Guaratuba: volume IIA / Eduardo Ratton, coordenador geral, Sandra Martins Ramos, coordenadora executiva – Curitiba: Unilivre: ITTI/UFPR, 2025.
1 recurso *on-line* : PDF.

Conteúdo: V.1 – Descrição do empreendimento; V. 2A – Diagnóstico no meio físico e biótico; V. 2B – Diagnóstico do meio socioeconômico e climático; V.3 – Análise dos resultados.

1. Gestão ambiental – Guaratuba. 2. Preservação ambiental. 3. Proteção ambiental. I. Ratton, Eduardo. II. Ramos, Sandra Martins. III. Título.

Bibliotecária: Vilma Machado CRB-9/1563

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ADA - Área Diretamente Afetada

AID - Área de Influência Direta

AII - Área de Influência Indireta

ANM - Agência Nacional de Mineração

APP - Áreas de Preservação Permanente

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

CAP - Comprometimento de Área Prioritária

CEPHA - Conselho Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico do Paraná

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DILIO - Diretoria de Licenciamento e Outorga

DLF - Departamento de Licenciamento de Fauna

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

FUNAI - Fundação Nacional do Índio

GEE - Gases do Efeito Estufa

GI - Grau de Impacto nos ecossistemas

GI-GERCO - Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira, elaborado pelo Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro

IAT - Instituto Água e Terra

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

In loco - expressão em latim, que significa "no lugar" ou "no próprio local"

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

ISB - Impacto sobre Biodiversidade

ITCG - ao Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná

IUC - Influência em Unidade de Conservação

LI - Licença de Instalação

LP - Licença Prévia

ONGs - das Organizações Não Governamentais

OSCIPs - Organizações da Sociedade Civil e de Interesse Público

PAC - Plano Ambiental de Construção/Execução

PAS - Programa de Assistência Social

PBA - Programa Básico Ambiental

PCP - Programa de Capacitação Profissional

PCS - Programa de Comunicação Social

PEA - População Economicamente Ativa

PEA - Programa de Educação Ambiental

PGDF - Programa de Gestão das Dunas Frontais;

PGE - Programa de Gerenciamento de Efluentes

PGRAC - Programa de Gerenciamento de Riscos e Acidentes na Construção

PGRCC - Gerenciamento Resíduos Construção Civil

PHPOI - Programa Habitacional e de Prevenção de Ocupações Irregulares

PIB - Produto Interno Bruto

PMFA - Programa de Monitoramento dos Impactos da Dragagem na lctiofauna, Plâncton e Bentos

PMP - Programa de Monitoramento da Turbidez da Pluma de Sedimentos da Dragagem

PMP - Programa de Monitoramento dos Impactos da Engorda na Fauna de Praias

PMVP - Programa de Monitoramento do Volume Praial

PQTD - Programa de Qualificação Turística e Desenvolvimento de Guaratuba

PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada

PRPA - Programa de Reposição das Perdas de Areia

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

RMA - Relatórios Mensais de Andamento

SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente

SINAFLOR - Sistema Nacional de Controle da Origem de Produtos Florestais

TR - Termo de Referência

UC - Unidade de Conservação

UNILIVRE - Universidade Livre do Meio Ambiente

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – AUTOS DE INFRAÇÃO E EMBARGOS 43
FIGURA 2 – PASSIVOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS NA ORLA DA PRAIA CENTRAL 44
FIGURA 3 – PASSIVOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS NA ORLA DA PRAIA DE CAIEIRAS 45
FIGURA 4 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN DA ÁREA DE ESTUDO 48
FIGURA 5 – PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL (MM) 52
FIGURA 6 – TEMPERATURA MÉDIA ANUAL 55
FIGURA 7 – MÉDIAS MENSAL DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA 56
FIGURA 8 – MAPA DE VENTOS PREDOMINANTES 58
FIGURA 9 – MAPA HIPSOMÉTRICO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO 66
FIGURA 10 – MAPA DE DECLIVIDADE 68
FIGURA 11 – MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO 70
FIGURA 12 – MAPA DA GEOMORFOLOGIA DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA 73
FIGURA 13 – MAPA DO POTENCIAL ESPELEOLÓGICO NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO 75
FIGURA 14 – MAPA PEDOLÓGICO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO 78
FIGURA 15 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA NA PRAIA BRAVA DE CAIOBÁ DESDE 2001 86
FIGURA 16 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA NA PRAIA CENTRAL DE GUARATUBA (PERFIL A) DESDE 2001 89
FIGURA 17 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA NA PRAIA CENTRAL DE GUARATUBA (PERFIL B) DESDE 2001 89
FIGURA 18 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA NA PRAIA CENTRAL DE GUARATUBA (PERFIL C) DESDE 2001 90
FIGURA 19 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “A” DA PRAIA CENTRAL 91
FIGURA 20 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “B” DA PRAIA CENTRAL 91
FIGURA 21 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “C” DA PRAIA CENTRAL 92
FIGURA 22 – LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS LEVANTADOS PARA ANÁLISE TEMPORAL NA PRAIA CENTRAL DE GUARATUBA – PARANÁ 93

FIGURA 23 – PROCESSO EROSIVO ATINGINDO O CALÇADÃO DA PRAIA CENTRAL DE GUARATUBA, NORTE DO ARCO PRAIAL 94
FIGURA 24 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA NA PRAINHA DE GUARATUBA DESDE 2001.....95
FIGURA 25 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “A” DA PRAINHA.....96
FIGURA 26 – LOCALIZAÇÃO DO PERFIL LEVANTADO PARA ANÁLISE TEMPORAL NA PRAINHA DE GUARATUBA.....97
FIGURA 27 – OBRAS DE ENROCAMENTO INSTALADAS PARA CONTER O PROCESSO EROSIVO.....98
FIGURA 28 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA EM CAIEIRAS DESDE 2001.....99
FIGURA 29 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “A” DA PRAIA DE CAIEIRAS ...100
FIGURA 30 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “B” DA PRAIA DE CAIEIRAS ...100
FIGURA 31 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “C” DA PRAIA DE CAIEIRAS ...101
FIGURA 32 – LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS LEVANTADOS PARA ANÁLISE TEMPORAL NA PRAIA DE CAIEIRAS 102
FIGURA 33 – NOTA-SE A RETROGRADAÇÃO ALTERNANDO COM A PROGRADAÇÃO 103
FIGURA 34 – LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS DE AREIA 105
FIGURA 35 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS E DAS AMOSTRAGENS PARA MATINHOS.....106
FIGURA 36 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO E GRANULOMETRIA DA JAZIDA “B” ...107
FIGURA 37 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS E DA ÁREA ESTUDADA.111
FIGURA 38 – PONTOS DE SEDIMENTOS SELECIONADOS PARA ANÁLISE 114
FIGURA 39 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS NA PRAIA CENTRAL 115
FIGURA 40 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS NA PRAIA DE CAIEIRAS.....116
FIGURA 41 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS NA PRAINHA.....117
FIGURA 42 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS NA PRAIA MANSA DE CAIOBÁ, MATINHOS 118
FIGURA 43 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS COLETADOS 119
FIGURA 44 – S1A1 125

FIGURA 45 – S1A2 125
FIGURA 46 – S1A3 126
FIGURA 47 – S1A4 126
FIGURA 48 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S1A 126
FIGURA 49 – S4A1 127
FIGURA 50 – S4A2 127
FIGURA 51 – S4A3 128
FIGURA 52 – S4A4 128
FIGURA 53 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S4A 128
FIGURA 54 – S7A1 129
FIGURA 55 – S7A2 129
FIGURA 56 – S7A3 130
FIGURA 57 – S7A4 130
FIGURA 58 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S7A 130
FIGURA 59 – S9A1 131
FIGURA 60 – S9A2 131
FIGURA 61 – S9A3 132
FIGURA 62 – S9A4 132
FIGURA 63 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S9A 132
FIGURA 64 – S11A1 133
FIGURA 65 – S11A2 133
FIGURA 66 – S11A3 134
FIGURA 67 – S11A4 134
FIGURA 68 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S11A 134
FIGURA 69 – S1B1 136
FIGURA 70 – S1B2 136
FIGURA 71 – S1B3 136
FIGURA 72 – S1B4 137
FIGURA 73 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S1B 137
FIGURA 74 – S3B1 138
FIGURA 75 – S3B2 138
FIGURA 76 – S3B3 138
FIGURA 77 – S3B4 139

FIGURA 78 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S3B 139
FIGURA 79 – S4B1 140
FIGURA 80 – S4B2 140
FIGURA 81 – S4B3 140
FIGURA 82 – S4B4 141
FIGURA 83 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S4B1 141
FIGURA 84 – S0C1 142
FIGURA 85 – S0C2 142
FIGURA 86 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S0C 143
FIGURA 87 – S2C1 143
FIGURA 88 – S2C2 144
FIGURA 89 – S2C3 144
FIGURA 90 – S2C4 144
FIGURA 91 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S2C 145
FIGURA 92 – S4C1 145
FIGURA 93 – S4C2 146
FIGURA 94 – S4C3 146
FIGURA 95 – S4C4 146
FIGURA 96 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S4C 147
FIGURA 97 – HIDROGRAFIA DO MUNICÍPIO DE GUARATUBA.....150
FIGURA 98 – HIDROGRAFIA NAS ADJACÊNCIAS AO EMPREENDIMENTO 151
FIGURA 99 – MAPA DA HIDROGEOLOGIA 155
FIGURA 100 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS DADOS DE HS DO ERA5 E DA ESTAÇÃO PR-1 PARA O ANO DE 2014.....157
FIGURA 101 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS DADOS DE TP DO ERA5 E DA ESTAÇÃO PR-1 PARA O ANO DE 2014.....157
FIGURA 102 – PONTOS DA GRADE GLOBAL DO ERA5 NA ÁREA DE ESTUDO, A LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO PR-1(PONTO AMARELO) E A LOCALIZAÇÃO DO PONTO SELECIONADO PARA GUARATUBA (CÍRCULO VERMELHO) 158
FIGURA 103 – DISTÂNCIA DA COSTA ATÉ O PONTO SELECIONADO DO MODELO GLOBAL ERA-5.....159
FIGURA 104 – SÉRIE HISTÓRICA DE HS E TP DO MODELO ERA-5 DE 2000 ATÉ 2023 160

FIGURA 105 – DIREÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA DE HS E TP DO MODELO ERA-5 DE 2000 ATÉ 2023 162
FIGURA 106 – REGISTRO DE HS PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE LESTE.....163
FIGURA 107 – REGISTRO DE TP PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE LESTE 163
FIGURA 108 – SAZONALIDADE DE HS DIREÇÃO INCIDENTE DE LESTE.....164
FIGURA 109 – SAZONALIDADE DE TP DIREÇÃO INCIDENTE DE LESTE 164
FIGURA 110 – REGISTRO DE HS PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE SUDESTE .165
FIGURA 111 – REGISTRO DE TP PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE SUDESTE..165
FIGURA 112 – SAZONALIDADE DE HS DIREÇÃO INCIDENTE DE SUDESTE ...166
FIGURA 113 – SAZONALIDADE DE TP DIREÇÃO INCIDENTE DE SUDESTE ...166
FIGURA 114 – REGISTRO DE HS PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE NORDESTE 167
FIGURA 115 – REGISTRO DE TP PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE NORDESTE 167
FIGURA 116 – SAZONALIDADE DE HS DIREÇÃO INCIDENTE DE NORDESTE 168
FIGURA 117 – SAZONALIDADE DE TP DIREÇÃO INCIDENTE DE NORDESTE 168
FIGURA 118 – AJUSTE DAS CURVAS GERADAS PELAS DISTRIBUIÇÕES PARA HD - LESTE.....173
FIGURA 119 – AJUSTE DAS CURVAS GERADAS PELAS DISTRIBUIÇÕES PARA HD - SUDESTE 174
FIGURA 120 – ANÁLISE DE ONDAS EXTREMAS PRÓXIMO A GUARATUBA 175
FIGURA 121 – RESULTADOS DA CORRELAÇÃO HS95% E TP PARA O PONTO 1 (PRÓXIMO DE GUARATUBA).....177
FIGURA 122 – SUBDIVISÕES DA LINHA DE COSTA GUARATUBA.....181
FIGURA 123 – PROCESSOS MINERÁRIOS DE OCORRÊNCIA 190
FIGURA 124 – VARIAÇÃO VERTICAL DO LEITO DEVIDO À IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ENGORDAMENTO.....196
FIGURA 125 – VARIAÇÃO DAS VELOCIDADES DAS CORRENTES DEVIDO À IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ENGORDAMENTO E ESTRUTURAS MARÍTIMAS 199
FIGURA 126 – VARIAÇÃO DA FORÇA MÁXIMA DAS ONDAS DEVIDO À IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ENGORDAMENTO E ESTRUTURAS MARÍTIMAS 200

FIGURA 127 – VARIAÇÃO DOS PONTOS EROSIVOS DEVIDO À IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ENGORDAMENTO E ESTRUTURAS MARÍTIMAS 201
FIGURA 128 – SISTEMA DE OVERFLOW COM VÁLVULA VERDE 203
FIGURA 129 – PLUMA DE SEDIMENTOS GERADA DURANTE O OVERFLOW .203
FIGURA 130 – MAPA FITOFISIONOMIA DA REGIÃO DE GUARATUBA 213
FIGURA 131 – DETALHE DA VEGETAÇÃO DE RESTINGA HERBÁCEA EM PRIMEIRO PLANO E RESTINGA ARBÓREO AO FUNDO NA PRAINHA 215
FIGURA 132 – INÍCIO DE OCUPAÇÃO DE VEGETAÇÃO DE RESTINGA EM BLOCOS ROCHOSOS COLOCADOS PARA CONTENÇÃO DE MARÉS.....216
FIGURA 133 – ÁREA COM DOMÍNIO DE BRAQUIÁRIA (*UROCHLOA* SP.) NA PRAIA DE CAIEIRAS.....217
FIGURA 134 – VEGETAÇÃO DE RESTINGA ARBÓREA AO FUNDO DA PRAÇA MEMÓRIAS CAIÇARA NA PRAIA DE CAIEIRAS.....217
FIGURA 135 – ÁRVORES ISOLADAS EM FRENTE À PETISCARIA NA TELHA NA PRAIA DE CAIEIRAS.....218
FIGURA 136 – INÍCIO DE OCUPAÇÃO DE VEGETAÇÃO DE RESTINGA POR DALBERGIA NA PRAIA CENTRAL 219
FIGURA 137 – CANTEIRO COM PRESENÇA EXPRESSIVA DE COQUEIROS ADULTOS E MUDAS NA PRAIA CENTRAL.....219
FIGURA 138 – ÁREA DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO PARA A INSTALAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 221
FIGURA 139 – VEGETAÇÃO COM FISIONOMIA ARBUSTIVA NA ÁREA DE PRAINHA (GUARATUBA-PR).....223
FIGURA 140 – SINAIS DE ANTROPIZAÇÃO NA ÁREA DE PRAINHA (GUARATUBA-PR) 223
FIGURA 141 – ESPÉCIES EXÓTICAS NA ÁREA DE PRAINHA (GUARATUBA-PR) 224
FIGURA 142 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DA ENTOMOFAUNA REALIZADOS DURANTE AS TRÊS CAMPANHAS (SET/2023 E 2024 – INVERNO E DEZ/2024 – PRIMAVERA) DO PRESENTE DIAGNÓSTICO 232
FIGURA 143 – IMAGENS DA ARMADILHA DE QUEDA INSTALADA NA ÁREA AMOSTRAL.....234

FIGURA 144 – IMAGEM DO PONTO AMOSTRAL DAS ARMADILHAS DE QUEDA NA AID DO FUTURO EMPREENDIMENTO, DEMONSTRANDO AS CARACTERÍSTICAS DA PAISAGEM 234
FIGURA 145 – IMAGEM DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE REDE DE VARREDURA NA AID DO EMPREENDIMENTO (PONTO 1).....235
FIGURA 146 – IMAGEM DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE REDE DE VARREDURA NA AID DO EMPREENDIMENTO (PONTO 2).....235
FIGURA 147 – GRÁFICO DEMONSTRANDO A PROPORÇÃO RELATIVA (%) ENTRE AS ORDENS AMOSTRADAS NO ESTUDO.....237
FIGURA 148 – IMAGEM DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NO PRESENTE ESTUDO 240
FIGURA 149 – IMAGEM DAS ESPÉCIES DE ARACNÍDEOS E BESOUROS AMOSTRADAS NO PRESENTE ESTUDO.....242
FIGURA 150 – IMAGEM DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA CAMPANHA 1 (SETEMBRO DE 2023 – INVERNO) NO PRESENTE ESTUDO 244
FIGURA 151 – MÉTODO BUSCA ATIVA: A) PROCURA DE INDIVÍDUOS DA HERPETOFAUNA EM BROMÉLIA DURANTE A CAMPANHA DE INVERNO DE 2023; B) BUSCA ATIVA EM BROMÉLIA DURANTE A CAMPANHA DE INVERNO DE 2024; C) TRANSECTO DE BUSCA ATIVA EM INTERIOR DE FLORESTA.....250
FIGURA 152 – *PITFALL* INSTALADA NA AID DO EMPREENDIMENTO 251
FIGURA 153 – REGISTROS DE ALGUMAS FISIONOMIAS ONDE FORAM EFETUADOS OS PONTOS DE ESCUTA.....252
FIGURA 154 – LOCALIZAÇÃO DOS TRANSECTOS DE BUSCA ATIVA E DOS PONTOS DE ESCUTA REALIZADOS DURANTE AS TRÊS CAMPANHAS (SET/2023 E 2024 – INVERNO E DE/2024 - VERÃO) DO PRESENTE DIAGNÓSTICO.....254
FIGURA 155 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DA OCORRÊNCIA DE ANFÍBIOS NA ÁREA DE ESTUDO.....256
FIGURA 156 –RÉPTEIS REGISTRADOS E CAPTURADOS NA CAMPANHA 1 E 3 NA ÁREA DE ESTUDO.....257
FIGURA 157 – ABUNDÂNCIA POR ESPÉCIE EM CADA CAMPANHA AMOSTRAL 258
FIGURA 158 – RIQUEZA E ABUNDÂNCIA POR PONTO DE ESCUTA (PE) EFETUADO NAS TRÊS CAMPANHAS AMOSTRAIS 259

FIGURA 159 – PERFIL DE DIVERSIDADE PARA AS TRÊS CAMPANHAS AMOSTRAIS DO PRESENTE ESTUDO.....261
FIGURA 160– AMBIENTES VISITADOS PARA A AMOSTRAGEM DA AVIFAUNA TERRESTRE FLORESTAL.....270
FIGURA 161 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DOS PONTOS DE CONTAGEM EM RAIO FIXO PARA AS AMOSTRAGENS DE AVIFAUNA TERRESTRE FLORESTAL – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR.....271
FIGURA 162 – ALGUMAS ESPÉCIES REGISTRADAS NA CAMPANHA 2.....276
FIGURA 163 – CURVA DE RAREFAÇÃO APRESENTANDO O ACÚMULO DE ESPÉCIES AO LONGO DAS UNIDADES AMOSTRAIS E ESTIMADOR DE RIQUEZA JACKNIFE1.....279
FIGURA 164 – VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON AO LONGO DAS UNIDADES AMOSTRAIS EM RELAÇÃO ÀS CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM DE CAMPO E PERFIL DE DIVERSIDADE GERADO ATRAVÉS DA SÉRIE DE RENYI COMPARANDO AS CAMPANHAS AMOSTRAIS 280
FIGURA 165 – METODOLOGIA DE REDE DE NEBLINA SENDO APLICADA NA REGIÃO DE ESTUDO 284
FIGURA 166 – (A) ENCONTRO DE UMA TOCA DO *DASYPUS* SP. (TATU-GALINHA); (B) BUSCA ATIVA SENDO REALIZADA EM TRANSECTO NÃO LINEAR 285
FIGURA 167 – METODOLOGIA DE ARMADILHA FOTOGRÁFICA (CÂMERA TRAP) SENDO APLICADA NAS ÁREAS AMOSTRAIS E NA ÁREA CONTROLE 286
FIGURA 168 – LOCALIZAÇÃO DAS METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA OS LEVANTAMENTOS DA MASTOFAUNA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR.....288
FIGURA 169 – GRÁFICO DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES ENCONTRADAS DURANTE AS CAMPANHAS DE LEVANTAMENTO DE MASTOFAUNA 290
FIGURA 170 – GRÁFICO DE ABUNDÂNCIA POR MÉTODO DE REGISTRO 291
FIGURA 171 – REGISTROS DE FAUNA OBTIDO NA CAMPANHA 1 E 3 ATRAVÉS DAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS NA AID.....292

FIGURA 172 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR E NA ÁREA CONTROLE.....297
FIGURA 173 – A= COLETA DE FITOPLÂNCTON QUALITATIVO COM REDE APROPRIADA (0,3 M DIÂMETRO DE BOCA; 20 MM ABERTURA DE MALHA). B= COLETA DE FITOPLÂNCTON QUANTITATIVO COM O AUXÍLIO DE GARRAFA VAN DORN.....298
FIGURA 174 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUNS ORGANISMOS REGISTRADOS DURANTE A CAMPANHA REALIZADA EM JUNHO E JULHO DE 2022. (A = *ODONTELLA AURITA*; B= *TRIPOS MUELLERI*) 301
FIGURA 175 – DENSIDADE (A) E RIQUEZA (B) DOS FILOS DO FITOPLÂNCTON DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 303
FIGURA 176 – DENSIDADE (A) E RIQUEZA (B) DAS CLASSES DO FITOPLÂNCTON DURANTE A CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023. 304
FIGURA 177 – DENSIDADE LN(CEL./ML) E RIQUEZA DE ESPÉCIES (TÁXONS) DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NOS PONTOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 305
FIGURA 178 – DIVERSIDADE DE SHANNON-WEAVER (H') E EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NOS PONTOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024.305
FIGURA 179 – ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA MOSTRANDO A VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES ATRAVÉS DA VARIAÇÃO AMBIENTAL DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 (COND. =CONDUTIVIDADE ELÉTRICA; SAL. = SALINIDADE; TURB.= TURBIDEZ; TEMP. = TEMPERATURA; OD = OXIGÊNIO DISSOLVIDO) 307
FIGURA 180 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR.....315
FIGURA 181 – COLETA DO ZOOPLÂNCTON DURANTE A CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023. 316

FIGURA 182 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUNS ORGANISMOS REGISTRADOS DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 320
FIGURA 183 – DENSIDADE (A) E RIQUEZA (B) DOS FILOS DO ZOOPLÂNCTON DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 322
FIGURA 184 – DENSIDADE (A) E RIQUEZA (B) DAS CLASSES DO FILO ARTHROPODA QUE OCORRERAM NO ZOOPLÂNCTON DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 323
FIGURA 185 – DENSIDADE (ORG./M^{-3}) E RIQUEZA DE ESPÉCIES (TÁXONS) DA COMUNIDADE ZOOPLÂNCTON NOS PONTOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 324
FIGURA 186 – DIVERSIDADE DE SHANNON-WEAVER (H') E EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') DA COMUNIDADE ZOOPLÂNCTON NOS PONTOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 324
FIGURA 187 – ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA MOSTRANDO A VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES ATRAVÉS DA VARIAÇÃO AMBIENTAL DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 325
FIGURA 188 – COLETA DO ICTIOPLÂNCTON DURANTE A CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023 331
FIGURA 189 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR E NA ÁREA CONTROLE 332
FIGURA 190 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUNS ORGANISMOS REGISTRADOS DURANTE A 1ª CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023. (A= OVO; B= *MUGIL* SP.) 336
FIGURA 191 – DENSIDADE DE OVOS E LARVAS/JUVENIS (ORG./$10M^{-3}$) DO ICTIOPLÂNCTON NOS PONTOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 337
FIGURA 192 – ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO PEGADOR DE FUNDO DO TIPO VAN VEEN PARA COLETA DE MACROFAUNA 340

FIGURA 193 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA BENTOFAUNA INFRALITORAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE.....341
FIGURA 194 – PROCESSO DE TRIAGEM DAS AMOSTRAS DE MACROFAUNA EM MICROSCÓPIO ESTEREOSCÓPICO.....342
FIGURA 195 – ORGANISMOS MAIS ABUNDANTE DA COMUNIDADE DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA ÁREA DE ESTUDO DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA.....345
FIGURA 196 – BOXPLOT DOS VALORES DE MEDIANA E QUARTIS DE 25% E 75% DOS DESCRITORES DE A) RIQUEZA DE TÁXONS (S); B) DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H'); E C) EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. #CONT., CONTROLE 347
FIGURA 197 – ANÁLISE DE ORDENAÇÃO MULTIDIMENSIONAL NÃO PARAMÉTRICA (NMDS) APLICADA SOBRE OS PONTOS DE COLETA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA UTILIZANDO A DISTÂNCIA DE BRAY-CURTIS. COEFICIENTE DE ESTRESSE = 0,2. #CONT., CONTROLE 348
FIGURA 198 – ESQUEMA GERAL INDICANDO POSICIONAMENTO DOS TRÊS ESTRATOS NA PRAIA: INFRALITORAL, MESOLITORAL E SUPRALITORAL.....351
FIGURA 199 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA BENTOFAUNA PRAIAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR.....352
FIGURA 200 – COLETA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE PRAIA COM UM CORER DE PVC 353
FIGURA 201 – PROCESSO DE TRIAGEM DAS AMOSTRAS DE MACROFAUNA EM MICROSCÓPIO ESTEREOSCÓPICO.....354
FIGURA 202 – ORGANISMOS MAIS ABUNDANTES DA COMUNIDADE DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE PRAIA NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. (A) POLIQUETA SPIONIDAE E (B) CRUSTÁCEO *EMERITA BRASILIENSIS*.....358

FIGURA 203 – BOXPLOT DOS VALORES DE MEDIANA (MD) E QUARTIS DE 25% E 75% DOS DESCRITORES DE A) RIQUEZA DE TÁXONS (S); B) DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H') E C) EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') PARA AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SET/23 E DEZ/24.....359
FIGURA 204 – BOXPLOT DOS VALORES DE MEDIANA (MD) E QUARTIS DE 25% E 75% DOS DESCRITORES DE A) RIQUEZA DE TÁXONS (S); B) DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H') E C) EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') PARA OS PONTOS DE COLETA.....360
FIGURA 205 – BOXPLOT DOS VALORES DE MEDIANA (MD) E QUARTIS DE 25% E 75% DOS DESCRITORES DE A) RIQUEZA DE TÁXONS (S); B) DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H') E C) EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') PARA OS ESTRATOS DE MARÉ.....361
FIGURA 206 – ANÁLISE DE ORDENAÇÃO MULTIDIMENSIONAL NÃO PARAMÉTRICA (NMDS) APLICADA SOBRE AS CAMPANHAS DE COLETA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA UTILIZANDO A DISTÂNCIA DE BRAY-CURTIS. COEFICIENTE DE ESTRESSE = 0,2. #CONT., CONTROLE 362
FIGURA 207 – FOTO DEMONSTRATIVA DO TIPO DE EMBARCAÇÃO (A E B); E DETALHE DAS PORTAS DUPLAS UTILIZADO PARA A CAPTURA DA ICTIOFAUNA E CARCINOFAUNA DEMERSAL.....365
FIGURA 208 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA ICTIOFAUNA DEMERSAL E FAUNA ACOMPANHANTE NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR 366
FIGURA 209 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUNS EXEMPLARES CAPTURADOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR.....373
FIGURA 210 – RIQUEZA ESPECÍFICA E ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS DAS FAMÍLIAS DAS ESPÉCIES DE PEIXES AFERIDAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR ...374

FIGURA 211 – ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS ESPÉCIES DE PEIXES AFERIDAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR 375
FIGURA 212 – RIQUEZA DE ESPÉCIES POR PONTO AMOSTRAL INSERIDOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR.....378
FIGURA 213 – ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS POR PONTO AMOSTRAL INSERIDOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR.....378
FIGURA 214 – ÍNDICES DE SHANNON, RIQUEZA DE MARGALEF, EQUITABILIDADE DE PIELOU E DOMINÂNCIA DE SIMPSON POR PONTO AMOSTRAL INSERIDOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR.....379
FIGURA 215 – CURVA DE RAREFAÇÃO DE ESPÉCIES OBSERVADA E CURVAS DE DIVERSIDADE ESTIMADA COM O ÍNDICE DE CHAO1 E ÍNDICE DE JACKNIF1 AFERIDAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR.....380
FIGURA 216 – ALGUNS EXEMPLARES DA CARCINOFAUNA DIAGNOSTICADAS NA ÁREA DE ESTUDO.....383
FIGURA 217 – ABUNDÂNCIA RELATIVA (N%) DAS ESPÉCIES DA CARCINOFAUNA AFERIDA NA ÁREA DE ESTUDO.....384
FIGURA 218 – RIQUEZA DE ESPÉCIES POR PONTO AMOSTRAL INSERIDOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR.....385
FIGURA 219 – ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS POR PONTO AMOSTRAL INSERIDOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR.....385
FIGURA 220 – RIQUEZA DE MARGALEF, ÍNDICES DE SHANNON, EQUITABILIDADE DE PIELOU, DOMINÂNCIA DE SIMPSON PARA OS PONTOS AMOSTRAIS INSERIDOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR.....386
FIGURA 221 – CURVA DE RAREFAÇÃO DE ESPÉCIES OBSERVADA E CURVAS DE DIVERSIDADE ESTIMADA COM O ÍNDICE DE CHAO1 E ÍNDICE DE JACKNIF1

AFERIDAS PARA AS ESPÉCIES DIAGNOSTICADAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR 387
FIGURA 222 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE OBSERVAÇÃO PARA OS LEVANTAMENTOS DE CETÁCEOS E QUELÔNIOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR 392
FIGURA 223 – EQUIPE DE CAMPO REALIZANDO O LEVANTAMENTOS NOS PONTOS FIXOS NA ORLA DE GUARATUBA – PR, DURANTE A PRIMEIRA CAMPANHA 393
FIGURA 224 – EQUIPE DE CAMPO REALIZANDO O LEVANTAMENTO NOS PONTOS FIXOS NA ORLA DE GUARATUBA – PR, DURANTE A SEGUNDA CAMPANHA 393
FIGURA 225 – EQUIPE DE CAMPO REALIZANDO A AMOSTRAGEM A PARTIR DOS TRANSECTOS LINEARES - EMBARCADA, EM SETEMBRO DE 2023, NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO 394
FIGURA 226 – EQUIPE DE CAMPO REALIZANDO A AMOSTRAGEM EMBARCADA A PARTIR DOS TRANSECTOS LINEARES DA REGIÃO COSTEIRA DE GUARATUBA – PR, NA SEGUNDA CAMPANHA 394
FIGURA 227 – LOCALIZAÇÃO DOS TRANSECTOS DE OBSERVAÇÃO PARA OS LEVANTAMENTOS DE CETÁCEOS E QUELÔNIOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR 396
FIGURA 228 – MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DAS TARTARUGAS MARINHAS OBSERVADAS, DURANTE O LEVANTAMENTO REALIZADO NOS PONTOS FIXOS NA PRAINHA, GUARATUBA – PR E NO PONTO CONTROLE, EM MATINHOS – PR 399
FIGURA 229 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE CONTAGEM EM RAIO FIXO PARA AS AMOSTRAGENS DE AVIFAUNA COSTEIRA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR 409
FIGURA 230 – ALGUMAS ESPÉCIES REGISTRADAS NA CAMPANHA 2 414
FIGURA 231 – ALGUMAS ESPÉCIES REGISTRADAS NA CAMPANHA 2 415

FIGURA 232 – CURVA DE RAREFAÇÃO APRESENTANDO O ACÚMULO DE ESPÉCIES AO LONGO DAS UNIDADES AMOSTRAIS COSTEIRAS-AQUÁTICAS E ESTIMADOR DE RIQUEZA JACKNIFE1 417
FIGURA 233 – VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON AO LONGO DAS UNIDADES AMOSTRAIS EM RELAÇÃO ÀS CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM DE CAMPO E PERFIL DE DIVERSIDADE GERADO ATRAVÉS DA SÉRIE DE RENYI COMPARANDO AS CAMPANHAS AMOSTRAIS 418
FIGURA 234 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA SUPERFICIAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR 422
FIGURA 235 – COLETAS DE ÁGUA SUPERFICIAL COM GARRAFA AMOSTRADORA DO TIPO VAN DORN 423
FIGURA 236 – MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS *IN SITU* COM UTILIZAÇÃO DA SONDA HORIBA E COLETA DE ÁGUA 423
FIGURA 237 – VARIAÇÃO DO NÍVEL DA MARÉ EM GUARATUBA, PR, NOS DIAS 26/09/2023 E 16/12/2024 425
FIGURA 238 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ALUMÍNIO DISSOLVIDO COM O LIMITE LEGAL 430
FIGURA 239 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL COM O LIMITE LEGAL 432
FIGURA 240 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL COM O LIMITE LEGAL 433
FIGURA 241 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NÍQUEL TOTAL COM O LIMITE LEGAL 435
FIGURA 242 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CLORO RESIDUAL TOTAL COM O LIMITE LEGAL 436
FIGURA 243 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COBRE DISSOLVIDO COM O LIMITE LEGAL 437
FIGURA 244 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO COM O LIMITE LEGAL 438
FIGURA 245 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE BORO TOTAL COM O LIMITE LEGAL 439

FIGURA 246 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO COM O LIMITE LEGAL 440
FIGURA 247 – AMOSTRADOR TIPO VAN VEEN UTILIZADO PARA A COLETA DE AMOSTRAS DE SEDIMENTO 444
FIGURA 248 – COLETA E ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO EM FRASCOS PLÁSTICOS DEVIDAMENTE IDENTIFICADOS 444
FIGURA 249 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE SEDIMENTO SUBAQUÁTICO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR 445
FIGURA 250 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DO SEDIMENTO PRAIAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR 448
FIGURA 251 – AMOSTRADOR DE PVC (15 X 15 CM) UTILIZADO NA PRAIA ARENOSA 450
FIGURA 252 – REPRESENTAÇÃO DOS ESTRATOS NOS PERFIS REALIZADOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRAIS NA PRAIA: 1 – INFRALITORAL, 2 - MESOLITORAL E 3 - SUPRALITORAL 450
FIGURA 253 – PROCESSO DE SECAGEM E MACERAÇÃO DOS SEDIMENTOS 451
FIGURA 254 – AGITADOR E PENEIRAS UTILIZADAS PARA O PENEIRAMENTO, DANDO SUPORTE A ANÁLISE GRANULOMÉTRICA 452
FIGURA 255 – MÉTODO DE PIPETAGEM, UTILIZADO PARA DETERMINAR O TAMANHO DOS GRÃOS NAS FRAÇÕES LAMOSAS 452
FIGURA 256 – LAYOUT DO SOFTWARE SYSGRAN 3.0, UTILIZADO PARA O TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS DE GRANULOMETRIA 453
FIGURA 257 – CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBMERSO DA ORLA DE GUARATUBA 455
FIGURA 258 – CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO KJELDAHL NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBMERSO DA ORLA DE GUARATUBA 456
FIGURA 259 – CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBMERSO DA ORLA DE GUARATUBA 456
FIGURA 260 – CONCENTRAÇÃO DE CROMO TOTAL NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBMERSO DA ORLA DE GUARATUBA 457

FIGURA 261 – CONCENTRAÇÃO DE ZINCO TOTAL NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBMERSO DA ORLA DE GUARATUBA.....458
FIGURA 262 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES GRANULOMÉTRICAS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS LOCALIZADOS NA AID E PONTO CONTROLE DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA.....460
FIGURA 263 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES GRANULOMÉTRICAS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, SETEMBRO DE 2023 461
FIGURA 264 – PERCENTUAIS DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E SILTE + ARGILA NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS LOCALIZADOS NA AID E POTO CONTROLE DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, SETEMBRO DE 2023.....462
FIGURA 265 – PERCENTUAIS DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E DE SILTE + ARGILA NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, SETEMBRO DE 2023 463
FIGURA 266 – PERCENTUAIS DE CARBONATO DE CÁLCIO (CACO3) NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS LOCALIZADOS NA AID E PONTO DE CONTROLE DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, SETEMBRO DE 2023. 464
FIGURA 267 – PERCENTUAIS DE CARBONATO DE CÁLCIO (CACO3) NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, SETEMBRO DE 2023. 464
FIGURA 268 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES GRANULOMÉTRICAS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024.....465
FIGURA 269 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES GRANULOMÉTRICAS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024.....466

FIGURA 270 – PERCENTUAIS DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E SILTE + ARGILA NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024.....467
FIGURA 271 – PERCENTUAIS DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E DE SILTE + ARGILA NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024.....467
FIGURA 272 – PERCENTUAIS DE CARBONATO DE CÁLCIO ($CACO_3$) NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024.....468
FIGURA 273 – PERCENTUAIS DE CARBONATO DE CÁLCIO ($CACO_3$) NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024.....469
FIGURA 274 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO.....481
FIGURA 275 – ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO.....483

LISTA DE TABELAS

TABELA 1– DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DAS CLASSES GEOMORFOLÓGICAS .72
TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DAS CLASSES PEDOLÓGICAS 77
TABELA 3 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS EM PONTAL DO SUL – PARANÁ.....84
TABELA 4 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS NO ARCO PRAIAL PONTAL-MATINHOS – PARANÁ 85
TABELA 5 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS NA PRAIA MANSA DE CAIOBÁ.....87
TABELA 6 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS NA PRAINHA DE GUARATUBA 95
TABELA 7 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS NA PRAIA DE CAIEIRAS 99
TABELA 8 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS NA PRAIA DE BREJATUBA.....103
TABELA 9 – PROFUNDIDADE DAS COLETAS NO PERFIL DE PRAIA 113
TABELA 10 – ESCALA GRANULOMÉTRICA SIMPLIFICADA DE WENTWORTH E SUAS CORRELAÇÕES PELO PARÂMETRO “PHI”.....121
TABELA 11 – LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAGENS 123
TABELA 12 – DISTRIBUIÇÕES GRANULOMÉTRICAS PERCENTUAIS DA PRAIA CENTRAL.....135
TABELA 13 – DISTRIBUIÇÕES GRANULOMÉTRICAS PERCENTUAIS EM “PHI” DA PRAIA DE CAIEIRAS.....141
TABELA 14 – DISTRIBUIÇÕES GRANULOMÉTRICAS PERCENTUAIS EM “PHI” DA PRAINHA 147
TABELA 15 – OUTORGA DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS 154
TABELA 16 – PROCESSOS MINERÁRIOS NA AII E AID DO EMPREENDIMENTO 191
TABELA 17 – PROCESSOS MINERÁRIOS NA ADA 191
TABELA 18 – LISTA DE ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ÁREA DE SUPRESSÃO DE PRAINHA (GUARATUBA-PR).....226

TABELA 19 – ESPÉCIES INDICADAS PARA PLANTIO EM ÁREAS COM MONODOMINÂNCIA DE DALBERGIA ECASTAPHYLLUM NO LITORAL DO PARANÁ.....228
TABELA 20 – PARÂMETROS DE COMUNIDADE DOS DADOS OBTIDOS COM O MÉTODO DE *PITFALL* E REDE DE VARREDURA.....238
TABELA 21 – COORDENADAS UTM DOS PONTOS DE ESCUTA REALIZADOS NO PRESENTE ESTUDO 253
TABELA 22 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE ENTRE AS ESTAÇÕES AMOSTRAIS APÓS AS TRÊS CAMPANHAS PARA O PRESENTE ESTUDO.....260
TABELA 23 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE ENTRE OS CINCO PONTOS DE ESCUTA (PE) APÓS AS TRÊS CAMPANHAS AMOSTRAIS PARA O PRESENTE ESTUDO 260
TABELA 24 – LISTA DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS, ENDÊMICAS, MIGRATÓRIAS E EXÓTICAS REGISTRADAS NAS AMOSTRAGENS DE CAMPO 277
TABELA 25 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO FITOPLÂNCTON REGISTRADOS NA 1ª CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023.....302
TABELA 26 – RESULTADO DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA O MODELO FEITO PELA RDA (EM DESTAQUE EM VERMELHO OS VALORES DE P QUE FORAM SIGNIFICATIVOS P≤0,05) 307
TABELA 27 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO FITOPLÂNCTON REGISTRADOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM JULHO, NOVEMBRO DE 2022, FEVEREIRO, MAIO E AGOSTO DE 2023 NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA DE PRAIAS – PMFP DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE MATINHOS/PR (ACQUAPLAN, 2023).....310
TABELA 28 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO ZOOPLÂNCTON REGISTRADOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 321
TABELA 29 – RESULTADO DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA O MODELO FEITO PELA RDA (EM DESTAQUE EM VERMELHO OS VALORES DE P QUE FORAM SIGNIFICATIVOS P≤0,05) 326
TABELA 30 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO ZOOPLÂNCTON REGISTRADOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM JULHO, NOVEMBRO DE 2022, FEVEREIRO, MAIO E AGOSTO DE 2023 NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA DE

PRAIAS – PMFP DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE MATINHOS/PR (ACQUAPLAN, 2023) 328
TABELA 31 – DENSIDADES DE OVOS, LARVAS E JUVENIS DE PEIXES, POR PONTO AMOSTRAL, NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 333
TABELA 32 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA E DENSIDADE DA COMUNIDADE ICTIOPLANCTÔNICA POR PONTOS, NA ÁREA DE ESTUDO, NA 1ª CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023 335
TABELA 33 – ABUNDÂNCIA TOTAL E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA (%) DOS TÁXONS OBSERVADOS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. CONT% - PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DO TÁXON EM RELAÇÃO A FAUNA TOTAL IDENTIFICADA 344
TABELA 34 – VALORES DE H TESTE DE KRUSKAL-WALLIS E P PARA OS DESCRITORES DE RIQUEZA DE TAXA (S), ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS (N), EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') E DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H'). VALORES EM VERMELHO REPRESENTAM OS DESCRITORES QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS (P<0,05) 346
TABELA 35 – RESULTADOS DA ANÁLISE SIMPER. DISSIMILARIDADE MÉDIA (DISS.MED), CONTRIBUIÇÃO (CONT.%) E CONTRIBUIÇÃO ACUMULADA (ACUM.%) DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES QUE CONTRIBUÍRAM PARA A DISSIMILARIDADE ENTRE OS PONTOS DE COLETA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO E ÁREA CONTROLE – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. #CONT., CONTROLE 348
TABELA 36 – ABUNDÂNCIA TOTAL E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA (%) DOS TÁXONS DE PRAIA OBSERVADOS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. CONT% - PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DO TÁXON EM RELAÇÃO A FAUNA TOTAL IDENTIFICADA 357
TABELA 37 – VALORES DE H TESTE DE KRUSKAL-WALLIS E P PARA OS DESCRITORES DE RIQUEZA DE TAXA (S), ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS (N), EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') E DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H').

VALORES EM VERMELHO REPRESENTAM OS DESCRITORES QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS (P<0,05).....358
TABELA 38 – RESULTADOS DA ANÁLISE SIMPER. DISSIMILARIDADE MÉDIA (DISS.MED), CONTRIBUIÇÃO (CONT.%) E CONTRIBUIÇÃO ACUMULADA (ACUM. %) DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES QUE CONTRIBUÍRAM PARA A DISSIMILARIDADE ENTRE AS CAMPANHAS DE COLETA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE PRAIA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO E ÁREA CONTROLE – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. #CONT., CONTROLE 362
TABELA 39 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DA ICTIOFAUNA DIAGNOSTICADA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA FUTURO DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR EM SETEMBRO DE 2023 (INVERNO).....370
TABELA 40 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA CONFORME DAJOZ (2005) DAS ESPÉCIES DE PEIXES AFERIDAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR 376
TABELA 41 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DA CARCINOFAUNA AFERIDAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR.....382
TABELA 42 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA CONFORME DAJOZ (2005) PARA AS ESPÉCIES AFERIDAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR.....384
TABELA 43 – DETALHAMENTO DO ESFORÇO AMOSTRAL AO LONGO DA CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE PONTO FIXO REALIZADA NO MÊS DE SETEMBRO DE 2023 397
TABELA 44 – INVENTÁRIO TAXONÔMICO DE TARTARUGAS MARINHAS QUE OCORREM EM GUARATUBA, DE ACORDO COM OS DADOS PRIMÁRIOS, SIMBA E DOCUMENTOS OFICIAIS COMO A LISTA ESTADUAL, NACIONAL E INTERNACIONAL DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO. *INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN).....401
TABELA 45 – DETALHAMENTO DO ESFORÇO AMOSTRAL DAS CAMPANHAS AMOSTRAIS REALIZADAS (EM SET/2023 E DEZ/2024)) POR TRANSECTOS

LINEARES (EMBARCADO) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR.....403
TABELA 46 – INVENTÁRIO TAXONÔMICO DOS CETÁCEOS REGISTRADAS NO ESTADO DO PARANÁ, DE ACORDO COM OS DADOS PRIMÁRIOS, SIMBA, SIMMAM, A LITERATURA E DOCUMENTOS OFICIAIS COMO A LISTA ESTADUAL, NACIONAL E INTERNACIONAL DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO. *INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN).....406
TABELA 47 – LISTA DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS, ENDÊMICAS, MIGRATÓRIAS E EXÓTICAS REGISTRADAS NAS AMOSTRAGENS DE CAMPO.....416
TABELA 48 – COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA SUPERFICIAL NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR (UTM 22J/SIRGAS 2000).....421
TABELA 49 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS MEDIDOS *IN LOCO* EM ÁGUAS SUPERFICIAIS, NOS DIAS 26 DE SETEMBRO DE 2023 E 16 DE DEZEMBRO DE 2024, COM O AUXÍLIO DE UMA SONDA MULTIPARÂMETROS.....427
TABELA 50 – PARÂMETROS ANALISADOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA EM QUE FORAM OBSERVADAS CONCENTRAÇÕES ACIMA DO LIMITE DE DETECÇÃO DOS MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZADOS. LIMITES ESTABELECIDOS PELA RESOLUÇÃO CONAMA N° 357/05 PARA ÁGUAS SALINAS CLASSE 1.....429
TABELA 51 – IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO, DATA DA AMOSTRAGEM E LOCAL DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBAQUÁTICO CONSIDERADAS PARA A CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DOS SEDIMENTOS DA ORLA DE GUARATUBA, PR.....446
TABELA 52 – IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO, DATA DA AMOSTRAGEM E LOCAL DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL CONSIDERADAS PARA A CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DOS SEDIMENTOS DA ORLA DE GUARATUBA, PR.....449
TABELA 53 – CLASSIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM SETEMBRO DE 2023 E ABRIL DE 2024.....471

TABELA 54 – CLASSIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM SETEMBRO DE 2023 E ABRIL DE 2024 473

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA.....35
QUADRO 2 – AUTOS DE INFRAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO 40
QUADRO 3 – DADOS DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO ESTAÇÃO GUARATUBA (CÓDIGO 2548053) 49
QUADRO 4 – DADOS DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO ESTAÇÃO UHE CUBATÃO (CÓDIGO 2548076) 50
QUADRO 5 – DADOS DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO ESTAÇÃO ETE SANEPAR (CÓDIGO 2548087) 51
QUADRO 6 – DADOS DE MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DA ESTAÇÃO GUARATUBA (CÓDIGO S817).....53
QUADRO 7 – DADOS DE MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DA ESTAÇÃO MORRETES (CÓDIGO A873).....54
QUADRO 8 – DADOS DE MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DA ESTAÇÃO ITAPOÁ (CÓDIGO A851).....54
QUADRO 9 – ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR.....61
QUADRO 10 – RESULTADOS DO MONITORAMENTO PARA A ESTAÇÃO PARANAGUÁ NO ANO DE 2022.....63
QUADRO 11 – QUANTIDADE DE OUTORGAS NO MUNICÍPIO DE GUARATUBA 152
QUADRO 12 – QUANTIDADE DE OUTORGAS NO MUNICÍPIO DE GUARATUBA COM DISPENSA POR USO INSIGNIFICANTE.....152
QUADRO 13 – RELAÇÃO DIREÇÃO E ÂNGULOS INCIDENTES.....161
QUADRO 14 – FREQUÊNCIA RELATIVA DE HS PARA DIFERENTES DIREÇÕES 161
QUADRO 15 – FREQUÊNCIA RELATIVA DE TP PARA DIFERENTES DIREÇÕES 161
QUADRO 16 – SÉRIE HISTÓRICA MÁXIMA ANUAL DE HMÁX, HS E TP 171
QUADRO 17 – RESULTADOS DAS ALTURAS DE PROJETO (HD) PARA DIFERENTES TEMPOS DE RECORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÕES, NA DIREÇÃO LESTE.....172

QUADRO 18 – RESULTADOS DAS ALTURAS DE PROJETO (HD) PARA DIFERENTES TEMPOS DE RECORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÕES, NA DIREÇÃO SUDESTE 172
QUADRO 19 – RESULTADOS DAS ALTURAS DE PROJETO (HD) PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 100 ANOS, CONFORME DISTRIBUIÇÃO DE GUMBEL.175
QUADRO 20 – RESULTADOS DE TP UTILIZANDO AS EQUAÇÕES DE CORRELAÇÃO TP E HS 177
QUADRO 21 – RESUMO DAS SUBDIVISÃO DA LINHA DE COSTA 180
QUADRO 22 – COEFICIENTES DE REFRAÇÃO PARA ONDULAÇÃO DE SUDESTE 183
QUADRO 23 – PARÂMETROS DE DIFRAÇÃO PARA A ZONA SUB1 PARA ONDULAÇÃO DE SUDESTE.....184
QUADRO 24 – COEFICIENTES DE EMPOLAMENTO PARA ONDULAÇÃO DE SUDESTE 184
QUADRO 25 – ALTURA DE QUEBRA DE ONDA PARA ONDULAÇÃO DE SUDESTE 186
QUADRO 26 – ALTURA DE ONDA PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES 186
QUADRO 27 – LIMITES DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA EM FUNÇÃO DOS TIPOS DE ÁREAS HABITADAS E DO PERÍODO 187
QUADRO 28 – LISTA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO PRESENTES NO PARANÁ.....478
QUADRO 29 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO MUNICÍPIO DE GUARATUBA 479
QUADRO 30 – MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS PELA APA GUARATUBA.....479
QUADRO 31 – MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS PELO PARQUE NACIONAL (PARNA) GUARICANA 480
QUADRO 32 – MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS NO PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE 480

SUMÁRIO

I. INFORMAÇÕES GERAIS 31
1. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS 33
2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR 34
3. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO AMBIENTAL 34
4. DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR 34
VI. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 40
1. PASSIVOS AMBIENTAIS 40
2. MEIO FÍSICO 46
2.1. CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS 46
2.2. QUALIDADE DO AR 59
2.3. RELEVO, GEOLOGIA LOCAL/REGIONAL, GEOMORFOLOGIA, POTENCIAL ESPELEOLÓGICO, PEDOLOGIA E GEOTECNIA 65
2.4. RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DA ÁGUA 147
2.5. COMPORTAMENTO DE ONDAS 156
2.6. RUÍDOS E VIBRAÇÃO 187
2.7. AVALIAÇÃO DOS DIREITOS MINERÁRIOS E DOS RECURSOS MINERAIS 188
2.8. RESÍDUOS GERADOS 191
2.9. VOLUME PRAIAL 193
2.10. TURBIDEZ DA PLUMA DE SEDIMENTOS DA DRAGAGEM 202
2.11. REPOSIÇÃO DAS PERDAS DE AREIA 203
2.12. DUNAS FRONTAIS 205
2.13. PROCESSO DE DRAGAGEM 206
2.14. CONCLUSÕES 206
3. MEIO BIÓTICO 210
3.1. FLORA 210
3.2. FAUNA 229
3.3. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 477
3.4. CONCLUSÕES 485
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 491

VIII. MAPAS E DESENHOS 529
IX. ANEXOS 530
X. GLOSSÁRIO 578

APRESENTAÇÃO

O presente documento foi elaborado pela Universidade Livre do Meio Ambiente (UNILIVRE), no âmbito do Contrato de Prestação de Serviços nº 523/2023-PMG, celebrado entre o município de Guaratuba e a Universidade Livre do Meio Ambiente (UNILIVRE), visando apresentar a versão final do **Estudo de Impacto Ambiental** do projeto de recuperação da orla de Guaratuba, no litoral do estado do Paraná.

A estrutura geral do Estudo de Impacto Ambiental mantém alinhamento com o Termo de Referência emitido pelo Instituto Água e Terra em 21 de setembro de 2023 (Protocolo nº 20.557.868-4), o qual foi dividido em quatro volumes descritos a seguir:

Volume I – Descrição do Empreendimento

- **I. Informações Gerais**
  1. Objetivos e Justificativas;
  2. Identificação do Empreendedor;
  3. Identificação da Empresa Consultora Responsável Pelo Estudo Ambiental;
  4. Dados da Equipe Técnica Multidisciplinar.
- **II. Caracterização do Empreendimento**
  1. Descrição do Empreendimento;
  2. Localização da Atividade;
  3. Alternativas Locacionais e Tecnológicas;
  4. Órgão Financiador e Valor da Atividade;
  5. Efluentes Líquidos; e
  6. Resíduos Sólidos.
- **III. Instituições Intervenientes e Envolvidas**
- **IV. Áreas de Influência do Empreendimento**
  1. Área de Influência do Meio Físico e Biótico; e
  2. Área de Influência do Meio Socioeconômico.
- **V. Diagnóstico Jurídico.**

Volume II A – Diagnóstico Ambiental

- **VI. Diagnóstico Ambiental**
  1. Passivos Ambientais;
  2. Diagnóstico do Meio Físico; e
  3. Diagnóstico do Meio Biótico.

Volume II B – Diagnóstico Ambiental

- **VI. Diagnóstico Ambiental**
  1. Diagnóstico do Meio Socioeconômico.
- **VII. Diagnóstico Climático**

Volume III – Análise dos Resultados

- **VIII. Análise dos Resultados**
  1. Análise Integrada e Prognóstico Ambiental;
  2. Avaliação dos Impactos Ambientais;
  3. Medidas Mitigadoras / Compensatórias e Programas Ambientais; e
  4. Proposição dos Programas de Controle e Monitoramento.
- **IX. Compensação Ambiental**
- **X. Conclusões**

Curitiba, 10 de junho de 2025.

Prof. Dr. Eduardo Ratton

Coordenador Geral do Projeto

I. INFORMAÇÕES GERAIS

1. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

O litoral do estado do Paraná possui uma curta extensão em comparação com os demais estados costeiros, com aproximadamente 90 km, dos quais apenas 50 km são constituídos de praias. Guaratuba contribui com aproximadamente 14,5 km destas praias frequentados por grande número de pessoas, principalmente durante o verão. Conforme o Relatório de Revisão do Plano Diretor Municipal de 2021, no ano de 2006 foram contabilizados mais de 1,8 milhão de turistas em todo o Litoral Paranaense, sendo cerca de 543 mil apenas no município de Guaratuba. Entretanto, ao longo dos anos a erosão marinha tem sido observada no município de Guaratuba, com a ocorrência de ressacas que destroem a infraestrutura da praia, como calçadas, ruas e até residências, além da retirada de areia das praias nas marés altas, prejudicando a balneabilidade.

Conforme o Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira, elaborado pelo Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO), do Governo Federal, as regiões costeiras são áreas complexas e sensíveis, estando sob influência da interação entre os ambientes marinhos e continentais. Esta característica, associada ao fenômeno das mudanças climáticas e à ocupação humana, acarreta um desequilíbrio do ambiente, aumentando as taxas de erosão ao longo da costa.

Neste contexto, visando executar um projeto de controle da erosão costeira e de atender aos anseios e à reivindicação da população local e dos veranistas, que há tempos aguardam a ação governamental para a minimização dos impactos da erosão costeira e melhoria no sistema de drenagem, o governo municipal solicitou ao Instituto Água e Terra (IAT) um Termo de Referência (TR) para Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) que deverá subsidiar o licenciamento ambiental do Projeto de Recuperação da Orla de Guaratuba, o qual contempla o engordamento da faixa de praia, a instalação de estruturas marítimas semirrígidas, canais de macrodrenagem e galerias de águas pluviais e revitalização urbanística e paisagística.

2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Município de Guaratuba	**CNPJ: 76.017.474/0001-08** **CTF: 670455**
Endereço: Rua Dr. João Cândido, 380, Centro	**Bairro:** Centro
Município-UF: Guaratuba- PR	**CEP:** 83280-000
Nome do Responsável	**Cargo**
Mauricio Lense	Prefeito Municipal

3. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO AMBIENTAL

Universidade Livre do Meio Ambiente (UNILIVRE)	**CNPJ: 85.075.778/0001-12** **CTF: 474214**
Endereço: Rua Comendador Macedo, 613	**Bairro:** Centro
Município-UF: Curitiba-PR	**CEP:** 80060-030
Fone: (41) 99879-6032	**E-mail:** adm@unilivre.org.br
Nomes dos Responsáveis	**Cargo**
Francisco A. Gevaerd	Diretor Superintendente
Eduardo Ratton	Coordenador Geral

4. DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR

A elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA / RIMA) do projeto de recuperação da orla de Guaratuba, localizada no município de Guaratuba, litoral do estado do Paraná, foi realizada por um corpo técnico multidisciplinar que contempla profissionais de diversas áreas do conhecimento e abrange as variadas disciplinas envolvidas na completude das análises previstas. A lista dos profissionais é apresentada no QUADRO 1. As assinaturas da equipe técnica são apresentadas no Anexo do Processo de Solicitação de Licença Prévia do Empreendimento.

QUADRO 1 – EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA

NOME	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	ATIVIDADES / FUNÇÃO NO PROJETO
RAUL BAGLIOLI FILHO **CREA-PR: 4765/D** **CTF: 1216034** **ART: 1720244607935**	Engenheiro Civil M.Sc. Gestão Empresarial	Supervisor
EDUARDO RATTON **CREA-PR: 7.657/D** **CTF: 274192** **ART: 1720243933260**	Engenheiro Civil M.Sc. Geotecnia Dr. Geotecnia	Coordenador Geral
ROBSON SELEME **CREA-PR: 16.282/D** **CTF: 8873472** **ART: 1720240103240**	Eng. Civil e de Segurança do Trabalho M.Sc. Engenharia de Produção Dr. Engenharia de Produção	Coordenador de Engenharia
SANDRA MARTINS RAMOS **CRBIO-PR: 66.547/07-D** **CTF: 2443871** **ART: 07-2775/24**	Bióloga M.Sc. Ecologia e Conservação Dra. Geologia Pós-Dra Ecologia de riachos	Coordenadora Executiva e do Meio Biótico
PHILIPE RATTON **CREA-PR: 108.813/D** **CTF: 3616532** **ART: 1720244570934**	Engenheiro Civil M.Sc. Engenharia De Recursos Hídricos E Ambiental Dr. Engenharia De Recursos Hídricos E Ambiental	Anteprojeto de Obras Marítimas
MARCOS AURÉLIO TARLOMBANI DA SILVEIRA **CREA – PR 23135** **CTF: 5523200** **ART: 1720244617884**	Geógrafo M. Sc. Geografia Dr Geografia Pós-Dr Geografia Humana	Coordenador do Meio Socioeconômico
DONIZETI ANTONIO GIUSTI **CREA-SP: 63947/D** **CTF: 5533790** **ART: 1720244575146**	Geólogo M.Sc. Geociência Dr. Geociências e Meio Ambiente, Pós-Dr em Hidrogeologia	Coordenador do Meio Físico
AMANDA CHRISTINE GALLUCCI SILVA **CREA-PR 170306-D** **CTF: 7001469** **ART: 1720244578889**	Engenheira Civil M. Sc. Geotecnia Doutoranda em Sustentabilidade Ambiental Urbana	Projeto de revitalização urbanística Análise tecnológica e locacional
CAETANO PIRES TOSSULINO **CTF: 8247248**	Bacharel em Direito M.Sc. Antropologia Doutorando em Antropologia	Diagnóstico da socio economia e turismo
DANIEL ZAMBIAZZI MILLER **CREA-PR 155061/D** **CTF: 5839871** **ART: 1720244584307**	Engenheiro Florestal M.Sc. Conservação da Natureza	Caracterização da vegetação

NOME	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	ATIVIDADES / FUNÇÃO NO PROJETO
FLAVIA CRISTINA ARENAS **CREA-PR: 219829/D** **CTF: 6079670** **ART: 1720244629661**	Engenheira Cartógrafa e Agrimensora Esp. Análise Ambiental	Elaboração de mapas temáticos
GABRIEL TROYAN RODRIGUES **CREA-PR: 189.287/D** **CTF: 7934307** **ART: 1720244576819**	Engenheiro Ambiental Esp. Geoprocessamento M.Sc. Gestão Urbana Doutorando em Gestão Urbana	Anteprojeto de drenagem e caracterização climática
GUSTAVO PACHECO TOMAS **CREA - SC-107305-9** **CTF: 6007726** **ART:1720244631208**	Engenheiro Civil M.Sc. Engenharia Recursos Hídricos e Ambiental Dr. Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental	Caracterização hidrosedimentológica
RODRIGO DE CASTRO MORO **CREA-PR: 137.730/D** **CTF: 5782659** **ART: 1720244575006**	Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor M.Sc. Ciência da Computação e I.A.	Elaboração de mapas temáticos
NACIF VERGAÇAS SELEME **CTF: 8792662**	Tecnólogo em Meio Ambiente	Elaborar projetos ambientais
VILMA MACHADO **CRB-PR: 1.563/O** **CTF: 5933344**	Biblioteconomia Esp. Gestão da Informação e Inovações Tecnológicas M.Sc. Gestão de Políticas Públicas Doutoranda em Gestão da Informação	Edição de Relatórios
GABRIELA COSTANARO GONÇALVES **CAU-PR A305550-7** **CTF: 8812430**	Arquitetura e Urbanismo Esp. Gestão Urbana, Planejamento e Desenvolvimento Sustentável	Projeto de revitalização urbanística Análise tecnológica e locacional
GUILHERME COLOMBO **CREA PR 166671/D** **CTF: 8812461**	Engenheiro Civil Esp. Gestão de Projetos Cursando Especialização em Engenharia de Pavimentação	Projeto de revitalização urbanística Orçamento e cronograma

NOME	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	ATIVIDADES / FUNÇÃO NO PROJETO
SOFIA MORESCA DE LARCERDA **CAU-PR A304492-0** **CTF: 8813219**	Arquitetura e Urbanismo Mestranda em Gestão Urbana	Projeto de revitalização urbanística Análise tecnológica e locacional
WANDERSON SCHMIDT AMARAL **CAU/PR A1936492** **CTF: 8815585**	Arquiteto e Urbanista Mestre em Planejamento Urbano	Projeto de revitalização urbanística Análise tecnológica e locacional
JOSIANE ROVEDDER **CRBIO: 45049-07/S** **ART: 0-2381/23** **CTF: 355459**	Bióloga M. Sc. Sensoriamento Remoto	Coordenadora e Responsável Técnica pelo Diagnóstico do Meio Biótico / Revisão Técnica /Diagnóstico Ambiental – Meio Biótico
MARIANA FAVERO SILVANO **CRBIO: 110704/07/S** **CTF: 7836655**	Bióloga Pós-graduando em Consultoria e Licenciamento Ambiental	Diagnóstico Ambiental – Meio Biótico: Mamíferos Marinhos e Quelônios
ALESSANDRO DE ALMEIDA **CRBIO: 110611/07/S** **ART: 07-2188/23** **CTF: 5927853**	Biólogo Pós Graduação em Gestão, Auditoria e Licenciamento Ambiental	Diagnóstico Ambiental: Levantamentos da Fauna Terrestre - Mastofauna
LUIS AUGUSTO SEARA RENNÓ **AOCEANO: 1515** **DTH: 9147** **CTF: 5031312**	Oceanógrafo	Atividades de Campo – Levantamentos de Dados do Meio Físico e Biótico
MARTIN HOMECHIN JUNIOR **CREA-PR:SC-0798036/D** **ART:1720233988711** **CTF: 1509626**	Engenheiro Ambiental	Atividades de Campo – Levantamentos de Dados do Meio Físico e Biótico
VINICIUS DALLA ROSA COELHO **CREA-PR: 79103/D** **ART: 172023395867** **CTF: 610896**	Engenheiro Ambiental Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho	Levantamentos de Dados do Meio Físico e Biótico
ALINE APARECIDA FIRMINO DA SILVA **CTF: 8679302**	Graduanda em Ciências Biológicas	Suporte nas análises do Meio Biótico

NOME	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	ATIVIDADES / FUNÇÃO NO PROJETO
EDUARDO TEODORO KUCHAK CTF: 8766866	Graduando em Geografia	Elaboração de mapas temáticos
FRANCISCO BEZERRA DA SILVA GRANI CTF: 8766889	Graduando em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura	Elaboração de mapas temáticos
GIOVANNA SOUZA VALE CTF: 6268389	Graduanda em Tecnologia em Processos Gerenciais Assistente administrativo	Suporte nas questões administrativas.
JONATAS DANIEL SILVERIO CTF: 6963345	Graduando em Inteligência Artificial Aplicada Graduando em Engenharia da Computação	Suporte de Tecnologia e Informação
JULLIET CHRISTINE PAVARIN CTF: 8766318	Graduanda em Ciências Biológicas	Suporte nas análises do Meio Biótico
LUCA PAOLINI CTF: 8671143	Graduando em Geologia	Suporte nas análises do Meio Físico
LUIZ GUILHERME GONÇALVES DA SILVA BORGES CTF: 8776445	Graduando em Tecnologia em Design Gráfico	Identidade visual
MARINA BATISTA DA SILVA CTF: 8766915	Graduanda em Geografia	Elaboração de mapas temáticos
MATHEUS RICARDO DA SILVA GONÇALVES CTF: 8773125	Graduando em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura	Elaboração de mapas temáticos
SHEILA DIAS DOS SANTOS CTF: 8766862	Graduanda Em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura	Elaboração de mapas temáticos

NOME	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	ATIVIDADES / FUNÇÃO NO PROJETO
THIAGO FADEL STEFANIAK CTF: 8776413	Graduando em Geografia	Elaboração de mapas temáticos

Fonte: UNILIVRE, 2024.

VI. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Este volume é destinado à apresentação dos Passivos Ambientais identificados na área de estudo, bem como o diagnóstico do meio físico e do meio biótico.

1. PASSIVOS AMBIENTAIS

O conceito de passivo ambiental está relacionado a toda pendência ambiental gerada na implantação ou operação de um empreendimento, ou seja, qualquer degradação da qualidade ambiental (débito) não recuperado ou mitigado (pago) fazendo com que, sobre aquela degradação, continuem incidindo novos impactos indesejáveis com consequente ampliação de danos até para a sua regularização. É um conceito vinculado ao tempo e oportunidade, ou seja, pressupõe que foi perdida a oportunidade (prazo) para a sua correção, reversão ou controle (DER/PR, 2024).

Dessa forma, foram consultados o Instituto Água e Terra (IAT) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), tendo em vista verificar a existência de autos de infração, embargos ambientais e passivos ambientais registrados na área de estudo, bem como, nas áreas de influência, Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Direta (AID).

Foram identificados dois autos de infração localizados na ADA, e 28 autos de infração na AID, sendo apenas dois autos de infração emitido pelo ICMBio, os demais foram emitidos pelo IAT. Os autos de infração interceptados estão listados no QUADRO 2 a seguir, e ilustrados na FIGURA 1.

QUADRO 2 – AUTOS DE INFRAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO

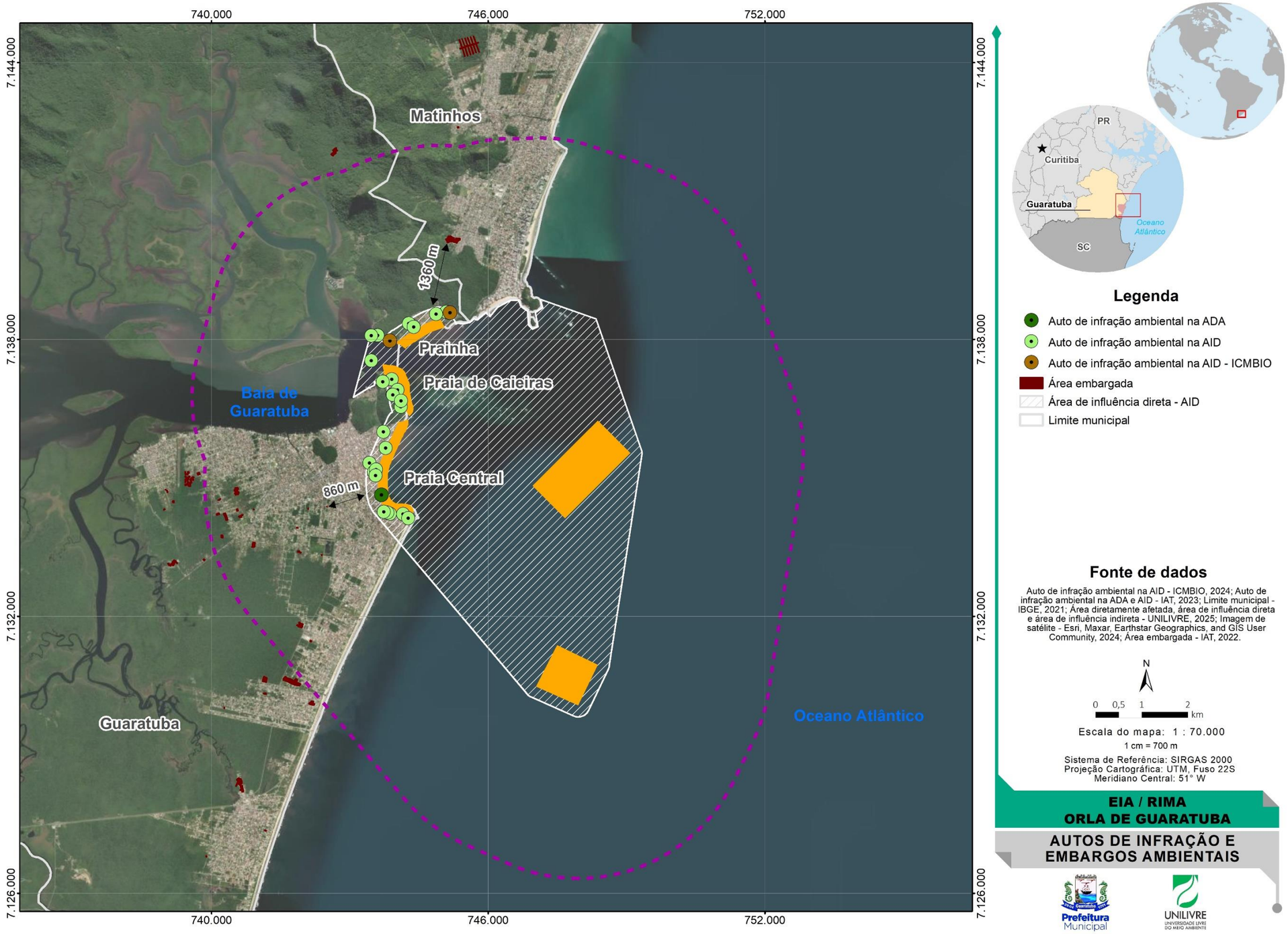
Data	Motivo	Grupo	Situação	Intersecção
24/01/2004	Pessoa física acima do permitido	Poluição Sonora	Dívida Ativa	AID
15/12/2004	Construção, reforma, funcionamento sem licenciamento ou em desacordo	Empreendimentos Industriais e de Serviços	Dívida Ativa	AID
14/03/2005	Comércio, venda, transporte, armazenamento, cativeiro	Fauna Terrestre	Dívida Ativa	AID
23/11/2005	Pesca sem licença	Pesca	Subsistente	ADA
23/11/2005	Época ou local proibido	Pesca	Dívida Ativa	ADA
29/12/2005	Industrial acima do permitido	Poluição Sonora	Lavrado	AID
02/02/2006	Comercial e serviço acima do permitido	Poluição Sonora	Dívida Ativa	AID

Data	Motivo	Grupo	Situação	Intersecção
03/06/2006	Pastagens sem autorização/desacordo	Queima	Dívida Ativa	AID
05/01/2008	Construção, reforma, funcionamento sem licenciamento ou em desacordo	Empreendimentos Industriais e de Serviços	Dívida Ativa	AID
25/01/2008	Pessoa física acima do permitido	Poluição Sonora	Dívida Ativa	AID
28/12/2009	Dificultar formação de vegetação nativa em unidades de conservação (restinga)	-	Dívida Ativa	AID
08/01/2010	Produzir ruídos sonoros acima de 60 decibéis, em período diurno independente de ruído de fundo	-	Dívida Ativa	AID
19/02/2010	Impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas em unidades de conservação ou áreas protegidas	Flora	Dívida Ativa	AID
07/04/2010	Lançar efluentes líquidos tratados fora dos parâmetros estabelecidos pelo IAT e/ou CONAMA em desconformidade com a licença ambiental por empreendimento licenciado	Poluição Hídrica	Subsistente	AID
04/06/2010	Instalar serviço potencialmente poluidor utilizando recursos naturais (desvio de curso hídrico com a utilização de mangueiras e caixas D'água) sem licença do órgão ambiental competente	-	Subsistente	AID
08/02/2011	Corte isolado de árvores nativas sem autorização ou desacordo com a mesma fora da Reserva Legal e APP	Flora	Subsistente	AID
29/03/2011	Danificar vegetação e solo com construção de um sobrado em área de encosta de morro considerado como área de preservação permanente	-	Dívida Ativa	AID
11/01/2013	Estágio inicial - bioma mata atlântica - desmatar, destruir, destruir por uso de fogo, danificar florestas sem autorização ou em desacordo com a mesma	Flora	Dívida Ativa	AID
17/01/2013	Manter em cativeiro animais e aves silvestres sem licença ou autorização	Fauna Terrestre	Dívida Ativa	AID
15/12/2014	Pescar em período ou local no qual a pesca seja proibida	Pesca	Dívida Ativa	AID
29/01/2015	APP - Desmatar, destruir, danificar ou utilizá-las com infringência as normas de proteção	Flora	Dívida Ativa	AID

Data	Motivo	Grupo	Situação	Intersecção
05/05/2015	APP - Corte de árvores isoladas, nativas ou exóticas sem autorização	Flora	Subsistente	AID
30/09/2015	Construir 02 edificações (chalé e garagem), no interior do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, sem autorização do órgão ambiental competente (ICMBio)	Das infrações relativas à poluição e outras infrações ambientais	Multa simples	AID
12/12/2018	APP - Impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas ou demais formas de vegetação nativa	Flora	Subsistente	AID
10/02/2019	Pesca com técnica / aparelhos / petrechos proibidos	Pesca	Subsistente	AID
27/03/2019	Obstar ou dificultar a ação do poder público no exercício de atividades de fiscalização ambiental	Desrespeito à Autoridade Ambiental	Subsistente	AID
19/10/2021	Causar poluição através do vazamento ou derramamento de petróleo ou seus derivados ou outros produtos nocivos ao meio aquático, provenientes embarcações, em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana	Poluição Geral	Lavrado	AID
25/05/2022	Pesca com técnica / aparelhos / petrechos proibidos	Pesca	Lavrado	AID
25/05/2022	Pesca com técnica / aparelhos / petrechos proibidos	Pesca	Lavrado	AID
28/07/2023	Causar dano ao Parque Nacional Saint Hilaire Lange, através de execução de serviços de desbaste e desrama na vegetação, em 8 picadas abertas na UC para realizar serviços topográficos preparatórios da Ponte de Guaratuba sem autorização ou comunicação.	Das infrações cometidas exclusivamente em Unidades de Conservação	Multa simples	AID

Fonte: IAT e ICMBio, 2024.

FIGURA 1 – AUTOS DE INFRAÇÃO E EMBARGOS



Em relação aos passivos ambientais, durante a visita técnica realizada no dia 19 de maio de 2024, na orla da praia central foram identificados quatro pontos de passivos ambientais ilustrados na FIGURA 2, devido a contaminação das águas de drenagem pluviais por efluente sanitário, as quais se acumulam na areia, ocasionando odor e risco à saúde devido à grande possibilidade de transmissão de doenças.

FIGURA 2 – PASSIVOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS NA ORLA DA PRAIA CENTRAL



Fonte: UNILIVRE, 2024.

Na mesma data, também foi realizada uma visita técnica na orla da praia de Caieiras, onde foram identificados dois pontos de passivos ambientais, também provenientes do lançamento indevido de efluentes sanitários na rede de drenagem pluvial (FIGURA 3).

FIGURA 3 – PASSIVOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS NA ORLA DA PRAIA DE CAIEIRAS



Fonte: UNILIVRE, 2024.

Cabe salientar que no anteprojeto de engordamento da orla estão previstas a implantação de estruturas para o manejo adequado das drenagens das águas pluviais, tendo em vista mitigar o espraiamento e acúmulo das águas contaminadas na areia.

2. MEIO FÍSICO

Neste tópico é apresentado o diagnóstico dos aspectos do meio físico contemplando a caracterização climática, qualidade do ar, relevo, geologia local e regional, potencial espeleológico e condições geotécnicas. Além desses temas, serão apresentadas as informações sobre recursos hídricos, comportamento das ondas, ruídos e vibração, avaliação dos Direitos Minerários e dos Recursos Minerais, bem como, um diagnóstico dos resíduos a serem gerados durante a implantação do empreendimento.

As informações sobre o volume praial, a turbidez da pluma de sedimentos provenientes da dragagem, o processo de reposição de areia, as condições das dunas frontais e a qualidade do material a ser dragado, também serão abordadas neste tópico.

2.1. CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

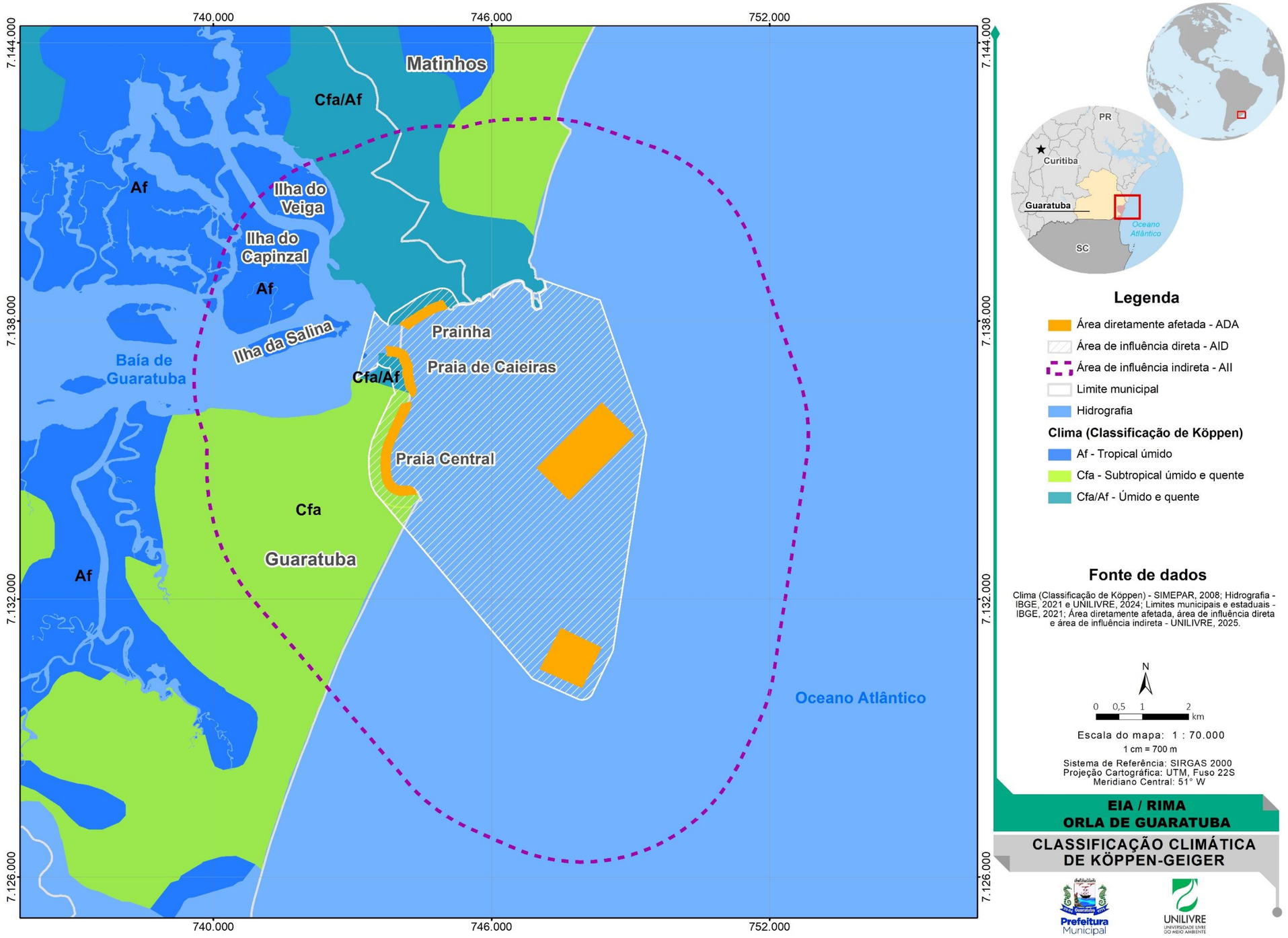
Para a caracterização do clima do município de Guaratuba, mais especificamente da região da orla e baía de Guaratuba, foi utilizado como referência a classificação de clima proposto por Köppen-Geiger, popularmente conhecida como a classificação climática de Köppen. O município possui duas classes de clima ilustradas na FIGURA 4, e regiões transitórias (Cfa/Af) sendo elas definidas como (Embrapa, 1999):

- Af: clima tropical úmido ou superúmido, sem estação seca, sendo a temperatura média do mês mais quente superior a 18ºC. O total das chuvas do mês mais seco é superior a 60 mm, com precipitações maiores de março a agosto, ultrapassando o total de 1.500 mm anuais. Nos meses mais quentes (janeiro e fevereiro) a temperatura é de 24 a 25ºC;
- Cfa: clima subtropical, com verão quente. As temperaturas são superiores a 22ºC no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco.

Tendo em vista o objetivo de caracterizar as condições meteorológicas, as variações (mensais e anuais) e os intervalos relacionados às séries históricas de dados, foram pesquisados dados das estações de monitoramento meteorológico, considerando as variáveis referentes a: temperatura (média, mínima, máxima),

precipitação acumulada, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos.

FIGURA 4 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN DA ÁREA DE ESTUDO



Em consulta ao Instituto Água e Terra (IAT), foram localizadas três estações de monitoramento pluviométrico ativas no município de Guaratuba, das quais foram obtidas as alturas mensais de precipitação apresentadas a seguir, conforme as estações e periodicidade disponível:

- Estação Guaratuba (Código 2548053) – período 2000 - 2023 (QUADRO 3);
- Estação Usina hidrelétrica (UHE) Cubatão (Código 2548076) – período 2000 - 2023 (QUADRO 4);
- Estação ETE SANEPAR - Guaratuba (Código 2548053) – período 2007 - 2023 (QUADRO 5).

QUADRO 3 – DADOS DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO ESTAÇÃO GUARATUBA (CÓDIGO 2548053)

Alturas mensais de precipitação (mm)												
Ano	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
2000	336,3	378,4	195,0	19,5	10,1	210,8	34,6	99,0	134,0	164,7	142,1	66,6
2001	150,3	350,2	217,5	128,5	216,9	209,7	173,7	41,5	140,1	221,4	108,5	144,1
2002	244,3	137,0	110,9	246,6	148,8	45,4	35,9	105,9	116,5	109,2	162,7	181,1
2003	435,5	194,9	174,0	97,0	31,6	60,3	87,9	66,7	123,2	77,4	115,0	265,3
2004	224,3	169,3	180,7	179,1	150,7	56,5	181,2	20,5	128,9	123,8	130,0	310,8
2005	250,9	89,4	153,8	155,1	87,5	39,3	91,1	135,2	192,5	134,2	209,2	183,7
2006	154,8	310,8	375,1	108,7	43,2	85,5	81,8	44,5	194,7	136,2	420,9	205,5
2007	348,2	228,8	258,7	265,9	234,3	12,9	112,3	57,2	114,9	193,3	210,7	220,0
2008	729,3	689,0	324,5	264,2	141,4	114,7	35,2	162,7	141,2	446,2	822,7	245,1
2009	355,5	374,1	550,0	148,2	80,4	101,8	314,9	126,8	352,0	217,7	196,6	172,0
2010	592,1	244,5	478,2	335,7	236,9	179,1	159,5	99,0	86,4	228,4	154,2	364,2
2011	339,6	423,9	407,3	79,0	82,1	86,1	125,9	333,1	113,9	179,2	198,3	451,6
2012	345,6	123,0	58,0	275,5	193,7	275,8	160,9	47,7	57,0	191,4	180,1	217,9
2013	282,3	327,5	458,9	116,0	124,4	223,1	184,2	86,9	171,5	107,7	181,3	232,0
2014	180,7	156,0	257,2	159,0	95,1	167,3	75,3	71,7	185,6	47,6	139,9	235,7
2015	274,3	370,9	426,0	226,0	323,3	87,3	157,9	30,8	159,8	280,9	348,9	371,3
2016	212,3	257,4	255,4	200,1	158,4	133,4	101,6	134,9	99,6	240,7	108,1	129,8
2017	416,7	209,7	271,3	172,6	230,4	119,4	36,9	47,2	146,4	167,8	150,2	262,5
2018	452,3	129,0	237,7	193,6	111,1	82,7	28,4	88,1	81,6	267,7	120,7	165,2
2019	333,6	565,3	305,1	135,9	253,9	184,4	34,4	45,4	188,9	155,3	127,8	119,9
2020	209,2	378,8	71,1	58,2	23,9	113,0	83,3	97,1	45,8	174,2	288,8	517,4
2021	602,7	321,5	292,5	314,6	119,2	63,4	35,0	131,3	142,7	329,9	162,2	301,9
2022	223,4	70,8	132,9	89,9	112,8	138,3	17,0	220,6	172,0	170,8	228,3	170,7
2023	264,0	250,4	229,4	184,3	31,1	167,5	149,1	77,9	87,1	497,7	119,1	102,4
Valores anuais												
Ano	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
Média	331,6	281,3	267,6	173,0	135,1	123,2	104,1	98,8	140,7	202,6	209,4	234,9
Mínima	150,3	70,8	58,0	19,5	10,1	12,9	17,0	20,5	45,8	47,6	108,1	66,6
Máxima	729,3	689,0	550,0	335,7	323,3	275,8	314,9	333,1	352,0	497,7	822,7	517,4

Fonte: IAT, 2023.

QUADRO 4 – DADOS DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO ESTAÇÃO UHE CUBATÃO (CÓDIGO 2548076)

Alturas mensais de precipitação (mm)												
Ano	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
2000	288,3	263,9	323,3	23,2	27,3	117,5	31,9	66,6	133,9	125,0	247,0	410,4
2001	213,5	540,9	253,0	171,0	165,4	182,9	235,1	32,7	181,7	173,5	114,6	107,8
2002	273,5	128,0	265,0	159,6	92,7	74,0	38,2	119,9	130,7	115,0	166,0	210,0
2003	395,2	211,3	216,3	96,4	41,8	80,1	100,2	48,3	107,8	75,4	158,5	175,2
2004	268,8	221,4	137,9	162,8	87,6	55,0	192,3	34,0	155,8	107,6	92,8	263,6
2005	175,5	47,6	173,3	159,4	123,7	89,6	90,8	98,9	292,0	132,6	126,7	173,9
2006	214,4	180,5	187,4	59,0	34,2	29,1	64,6	29,8	143,0	92,1	290,4	80,9
2007	273,2	232,0	47,2	145,9	192,0	19,4	86,6	50,8	63,4	150,1	123,5	158,7
2008	459,5	539,2	225,2	149,0	51,8	82,2	23,2	121,4	111,0	329,4	421,0	117,4
2009	267,5	200,8	127,0	58,8	44,5	87,1	227,9	64,2	208,0	107,0	135,1	171,5
2010	401,7	139,3	120,0	186,1	121,3	97,0	124,4	45,9	106,1	118,8	98,1	233,9
2011	135,6	195,6	356,5	37,3	23,6	74,2	111,7	237,8	91,3	132,4	75,2	209,9
2012	330,8	82,9	45,6	188,9	90,0	177,4	100,5	18,8	39,6	122,6	138,6	137,1
2013	193,8	179,0	116,9	53,3	86,2	148,2	172,2	69,2	145,6	103,3	179,1	150,7
2014	195,3	239,0	169,7	222,9	84,1	195,2	59,0	54,3	142,4	66,0	81,6	187,1
2015	251,0	376,2	400,7	139,7	174,8	98,9	128,6	23,8	145,1	254,1	324,5	297,5
2016	262,8	289,4	149,0	147,4	176,9	123,8	78,0	127,0	83,9	300,8	152,5	123,0
2017	441,9	336,9	229,7	143,0	243,3	117,7	45,6	79,5	99,8	245,7	149,7	273,0
2018	344,8	176,5	191,5	63,3	165,2	95,8	47,8	60,1	101,2	314,9	138,3	178,6
2019	310,3	295,7	153,8	145,8	269,7	159,2	54,5	64,0	194,9	172,3	187,7	87,9
2020	231,7	430,5	92,5	51,5	33,4	129,1	91,0	107,8	51,2	199,0	223,6	378,4
2021	490,2	250,0	258,2	213,9	98,6	149,2	30,4	143,0	121,7	279,7	330,6	327,8
2022	440,0	137,3	204,5	164,7	119,1	151,4	45,1	276,7	131,9	181,8	368,7	454,8
2023	415,5	399,3	422,8	271,5	47,6	110,8	87,7	109,6	101,8	412,3	155,9	-
Valores anuais												
Ano	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
Média	303,1	253,9	202,8	133,9	108,1	110,2	94,5	86,8	128,5	179,6	186,7	213,4
Mínima	135,6	47,6	45,6	23,2	23,6	19,4	23,2	18,8	39,6	66,0	75,2	80,9
Máxima	490,2	540,9	422,8	271,5	269,7	195,2	235,1	276,7	292,0	412,3	421,0	454,8

Fonte: IAT, 2023.

QUADRO 5 – DADOS DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO ESTAÇÃO ETE SANEPAR (CÓDIGO 2548087)

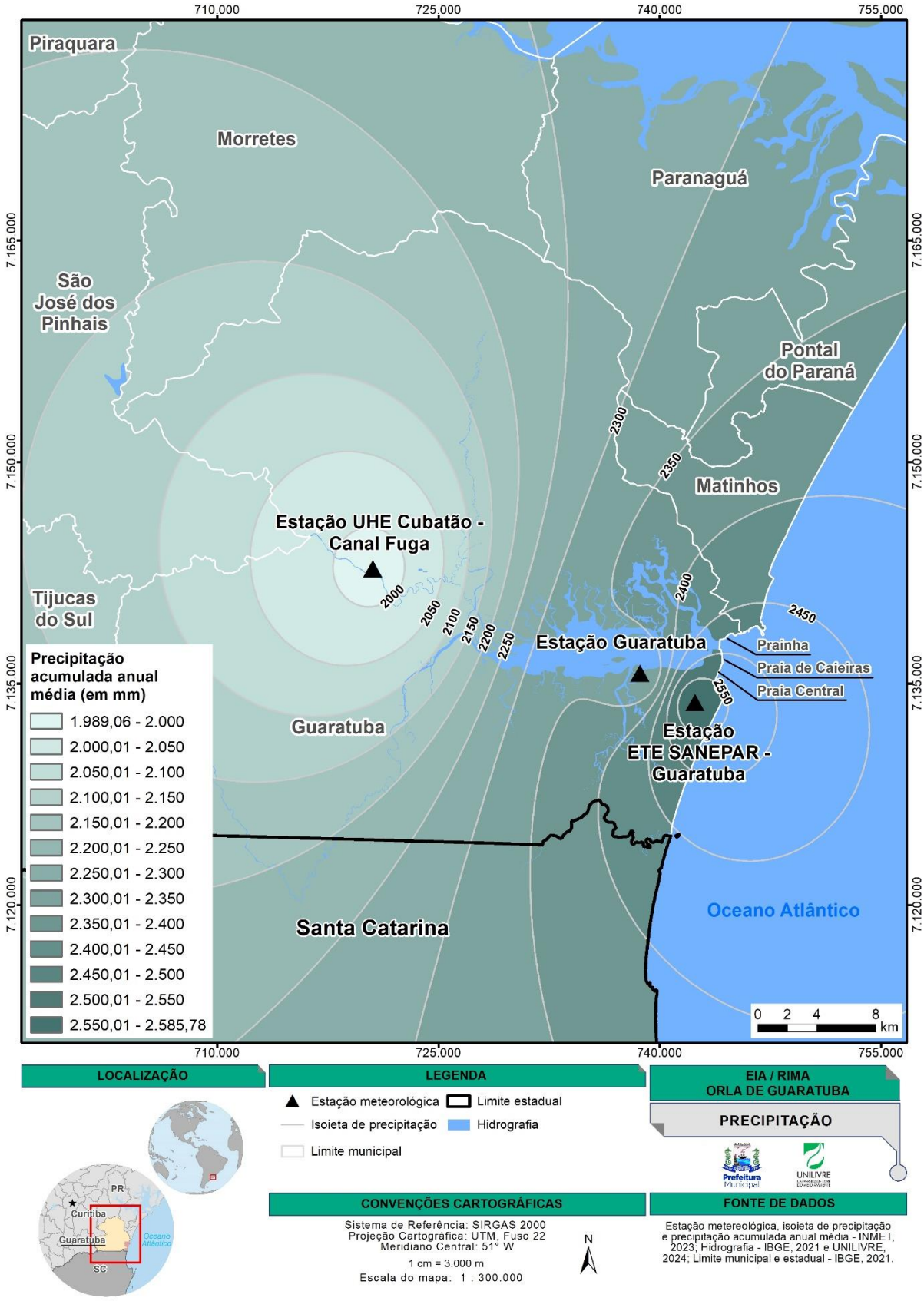
Alturas mensais de precipitação (mm)												
Ano	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
2007	-	215,0	328,3	194,1	225,9	12,6	103,7	81,3	82,1	151,7	182,0	195,9
2008	736,3	537,2	292,6	273,2	120,0	102,3	30,1	154,5	150,3	340,7	708,4	253,0
2009	342,8	316,7	490,1	153,9	78,8	93,2	292,8	94,8	313,2	198,5	164,4	230,1
2010	621,7	243,3	507,0	378,7	227,4	177,2	173,5	92,8	92,4	188,4	165,1	405,1
2011	302,9	619,5	429,4	104,1	90,8	78,6	138,1	314,3	103,2	169,7	191,4	330,4
2012	322,1	133,1	78,5	287,8	157,7	275,3	165,2	47,6	54,2	133,7	154,2	227,3
2013	365,2	423,1	402,6	183,0	171,6	225,8	170,8	85,0	165,8	98,7	143,4	202,9
2014	192,1	135,4	346,3	175,8	105,5	171,9	105,5	74,4	181,6	47,6	129,5	269,2
2015	390,5	553,5	499,8	286,5	261,3	86,1	147,1	26,1	155,4	292,6	370,4	433,6
2016	226,7	366,4	183,2	159,5	245,9	129,7	101,7	143,1	114,3	231,1	64,4	104,5
2017	314,4	231,5	340,7	165,2	293,2	95,8	26,8	109,5	153,4	222,5	164,8	231,4
2018	502,3	152,8	247,8	238,6	186,4	102,5	26,3	81,6	49,9	305,2	102,1	165,4
2019	311,2	537,5	313,6	203,4	269,9	219,3	38,1	41,5	179,6	152,4	135,2	126,6
2020	257,2	399,8	73,0	44,4	50,3	140,0	81,2	97,1	71,5	115,8	216,2	395,5
2021	598,8	332,9	315,1	240,9	148,5	195,7	26,1	267,0	96,8	208,0	245,8	122,1
2022	573,5	132,1	424,0	188,7	186,1	170,9	15,3	219,1	215,6	196,0	254,8	276,4
2023	296,7	313,6	427,9	525,5	39,1	153,2	135,3	134,4	125,5	449,3	139,2	164,7
Valores anuais												
Ano	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
Média	397,1	332,0	335,3	223,7	168,1	142,9	104,6	121,4	135,6	206,0	207,7	243,2
Mínima	192,1	132,1	73,0	44,4	39,1	12,6	15,3	26,1	49,9	47,6	64,4	104,5
Máxima	736,3	619,5	507,0	525,5	293,2	275,3	292,8	314,3	313,2	449,3	708,4	433,6

Fonte: IAT, 2023.

A partir dos dados históricos de monitoramento, foram obtidas as médias anuais de precipitação acumulada. Em seguida, foi realizada a interpolação das médias anuais entre as três estações, resultando na FIGURA 5.

Pode-se destacar ainda, que a média anual de precipitação na região obtida pelas estações varia de 1.989 entre 2.545 mm. Destacam-se os meses de janeiro, fevereiro e março com as maiores médias anuais de precipitação, e inversamente, os meses de agosto e julho com as menores médias anuais pluviométricas.

FIGURA 5 – PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL (MM)



Em relação à temperatura, foram obtidos os dados no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referente aos últimos dez anos (2013-2023), das medições instantâneas de temperatura com frequência horária, em três estações:

- Guaratuba (Código S817) – Coordenadas Latitude 25°51'01" e Longitude 48°34'48" (QUADRO 6);
- Morretes (Código A873) – Coordenadas Latitude 25°30'36" e Longitude 48°48'36" (QUADRO 7);
- Itapoá (Código A851) – Coordenadas Latitude 26°4'48" e Longitude 48°38'24' (QUADRO 8).

As médias mensais foram calculadas, sendo desconsiderados os meses com dados de monitoramento ausentes superiores há dez dias, ou seja, que representassem mais de 30% dos dados faltantes.

QUADRO 6 – DADOS DE MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DA ESTAÇÃO GUARATUBA (CÓDIGO S817)

Ano	Temperatura média mensal (ºC)											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2013	-	-	-	-	-	18,46	15,86	16,22	18,18	20,38	20,80	23,97
2014	25,65	26,17	24,04	22,00	19,80	18,50	17,00	17,88	19,88	21,46	22,33	23,81
2015	25,43	24,65	23,61	21,99	19,58	17,77	17,95	19,67	19,66	19,51	21,17	24,48
2016	25,41	26,20	24,49	25,02	18,52	-	-	-	-	20,21	22,13	25,26
2017	25,97	25,69	23,58	21,70	20,27	18,13	-	-	-	-	21,49	23,62
2018	24,36	23,85	24,20	23,10	20,55	16,90	16,81	16,41	19,72	20,15	22,19	24,42
2019	27,05	24,08	23,72	22,88	20,86	19,43	16,77	16,80	17,48	21,27	22,25	23,35
2020	24,46	23,89	23,93	21,74	19,37	18,82	16,88	17,17	18,91	20,95	21,56	23,72
2021	24,44	24,66	24,12	21,52	19,01	17,23	15,53	16,81	19,11	19,07	21,42	22,87
2022	24,46	24,94	24,11	21,21	18,49	-	-	16,94	17,07	19,94	20,58	23,13
2023	24,48	24,62	24,42	21,21	20,28	18,48	17,16	18,07	20,20	19,34	22,30	24,75
Valores anuais (mm)												
Ano	**Jan.**	**Fev.**	**Mar.**	**Abr.**	**Mai.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Out.**	**Nov.**	**Dez.**
Média	25,17	24,87	24,02	22,24	19,67	18,19	16,75	17,33	18,91	20,23	21,66	23,94
Mínima	24,36	23,85	23,58	21,21	18,49	16,90	15,53	16,22	17,07	19,07	20,58	22,87
Máxima	27,05	26,20	24,49	25,02	20,86	19,43	17,95	19,67	20,20	21,46	22,33	25,26

Fonte: Adaptado de INMET, 2023.

QUADRO 7 – DADOS DE MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DA ESTAÇÃO MORRETES (CÓDIGO A873)

Ano	Temperatura média mensal (ºC)											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2013	23,20	24,30	22,78	21,30	19,35	18,23	15,70	16,18	18,33	20,28	21,74	24,09
2014	25,99	26,09	23,83	21,66	19,56	18,37	17,09	18,13	19,85	21,41	22,47	24,21
2015	25,59	24,63	23,47	21,94	19,73	18,19	18,10	20,11	20,12	20,24	21,62	24,42
2016	24,49	25,47	23,91	24,47	18,31	14,57	16,20	17,11	18,86	20,00	21,30	23,45
2017	24,87	25,48	22,98	21,28	20,25	18,16	17,24	18,38	21,17	21,21	21,52	23,49
2018	24,23	23,65	24,17	23,02	20,36	17,41	17,93	17,20	20,66	-	-	24,79
2019	26,48	24,12	23,59	22,99	20,97	19,30	17,09	17,16	18,25	21,94	22,22	23,59
2020	24,51	23,57	23,55	21,55	19,06	18,89	17,36	17,62	19,82	21,39	21,95	-
2021	-	24,41	24,23	21,12	18,89	17,30	15,71	17,63	19,81	19,66	22,23	23,04
2022	25,15	25,12	24,49	-	-	-	-	16,53	17,10	20,33	20,53	23,05
2023	24,32	24,69	24,26	21,37	20,31	18,71	17,58	18,81	21,18	19,80	22,66	24,98
Valores anuais (mm)												
Ano	**Jan.**	**Fev.**	**Mar.**	**Abr.**	**Mai.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Out.**	**Nov.**	**Dez.**
Média	24,88	24,68	23,75	22,07	19,68	17,91	17,00	17,71	19,56	20,63	21,82	23,91
Mínima	23,20	23,57	22,78	21,12	18,31	14,57	15,70	16,18	17,10	19,66	20,53	23,04
Máxima	26,48	26,09	24,49	24,47	20,97	19,30	18,10	20,11	21,18	21,94	22,66	24,98

Fonte: Adaptado de INMET, 2023.

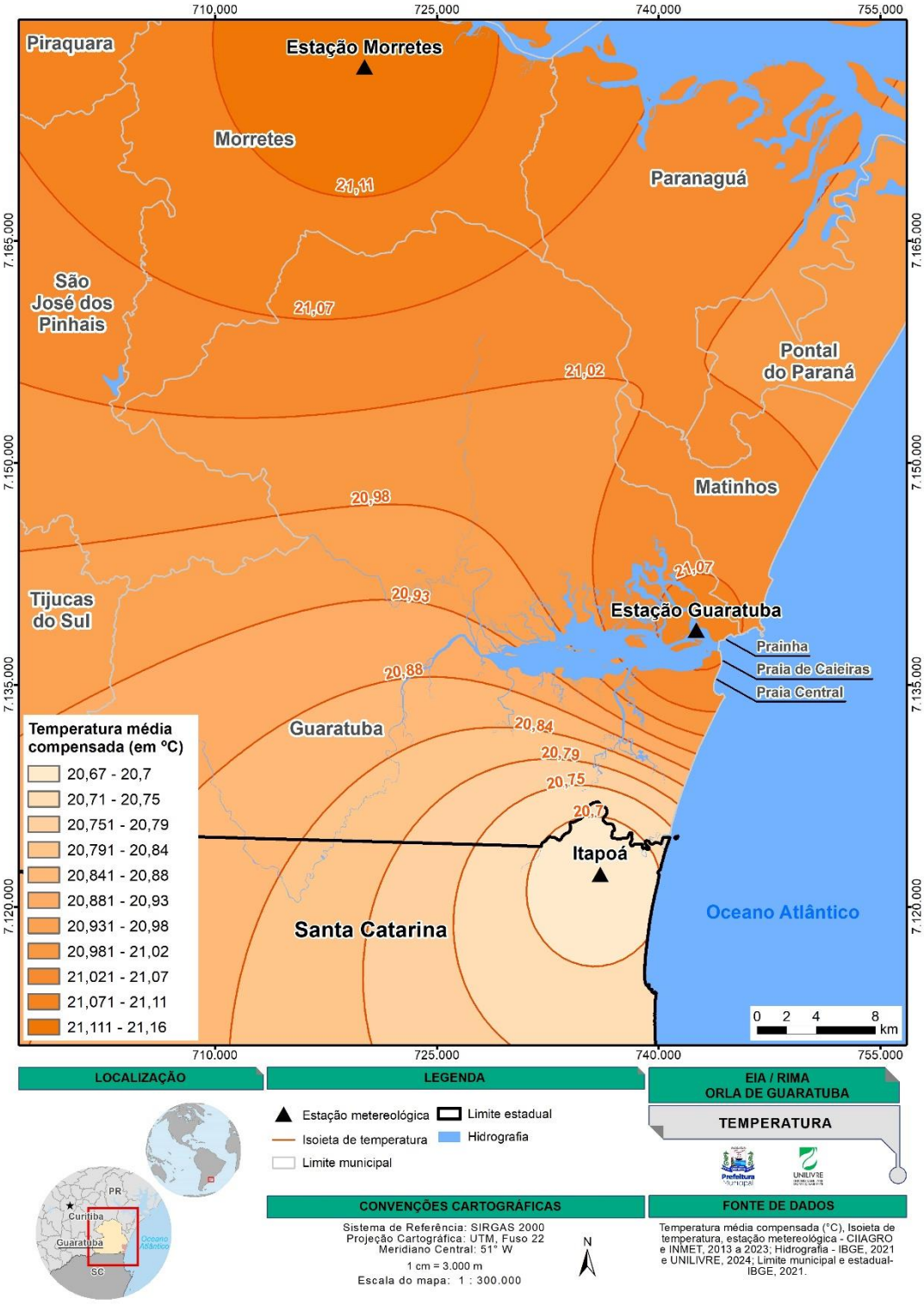
QUADRO 8 – DADOS DE MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DA ESTAÇÃO ITAPOÁ (CÓDIGO A851)

Ano	Temperatura média mensal (ºC)											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2013	23,39	24,46	22,72	20,60	18,27	17,28	14,54	15,20	18,00	-	21,79	23,94
2014	25,39	25,71	23,64	21,51	18,77	17,68	16,18	16,91	19,50	21,35	22,45	23,93
2015	25,43	24,61	23,73	21,58	19,24	16,71	17,41	-	-	-	22,36	24,43
2016	24,53	25,50	23,63	23,80	17,83	13,49	15,16	15,98	18,05	19,95	21,17	23,27
2017	25,11	25,38	23,26	21,15	19,79	17,05	16,12	17,76	20,62	20,80	21,19	23,57
2018	24,19	23,45	23,97	22,21	19,54	16,02	16,14	15,73	19,30	20,33	22,30	24,31
2019	26,55	23,82	23,43	22,24	20,64	18,25	-	-	-	21,71	22,22	23,30
2020	24,15	23,65	23,29	20,42	17,39	17,88	16,12	-	19,02	20,90	21,55	23,77
2021	-	-	-	-	-	-	-	17,33	19,02	-	21,77	22,87
2022	24,64	24,80	23,93	20,92	17,81	16,19	17,48	16,63	16,83	20,06	20,20	23,29
2023	24,47	24,57	24,20	20,81	19,27	16,89	16,57	17,68	20,20	19,85	22,38	24,77
Valores anuais (mm)												
Ano	**Jan.**	**Fev.**	**Mar.**	**Abr.**	**Mai.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Out.**	**Nov.**	**Dez.**
Média	24,79	24,59	23,58	21,52	18,85	16,74	16,19	16,65	18,95	20,62	21,76	23,77
Mínima	23,39	23,45	22,72	20,42	17,39	13,49	14,54	15,20	16,83	19,85	20,20	22,87
Máxima	26,55	25,71	24,20	23,80	20,64	18,25	17,48	17,76	20,62	21,71	22,45	24,77

Fonte: Adaptado de INMET, 2023.

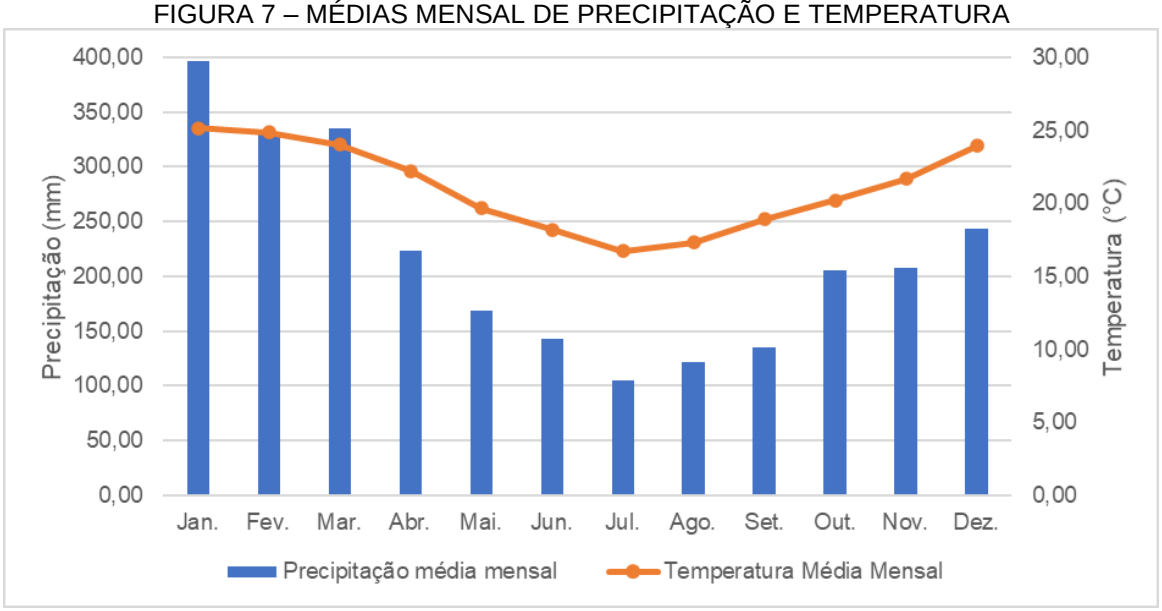
Em seguida, foi realizada interpolação entre as três estações utilizando a temperatura média anual resultando na FIGURA 6, a qual ilustra a temperatura média anual para Guaratuba de aproximadamente 21,08 ºC, 21,13 ºC para Morretes e 20,67 ºC Itapoá.

FIGURA 6 – TEMPERATURA MÉDIA ANUAL



A FIGURA 7 ilustra as médias históricas mensais de precipitação da Estação ETE SANEPAR (Código 2548053) e de Temperatura da Estação Guaratuba (Código S817). As duas estações foram escolhidas pelo fato de estarem localizadas próximas da área em estudo.

FIGURA 7 – MÉDIAS MENSAL DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA



Fonte: Adaptado de IAT e INMET, 2023.

Pode-se observar que as maiores temperaturas médias, assim como os maiores índices de precipitação, ocorrem no período de verão, compreendendo os meses de janeiro, fevereiro e março. Inversamente, as menores médias mensais de precipitação e temperatura concentram-se nos meses de junho, julho e agosto, caracterizando o período seco de inverno.

Utilizando ainda os dados de monitoramento meteorológico da Estação Guaratuba (Código S817), foi analisado o percentual da umidade relativa do ar, referente aos últimos dez anos (2013-2023) das medições instantâneas de umidade relativa do ar com frequência horária. Os dados apresentam que a média mensal da umidade relativa do ar possui pouca variação, no intervalo entre 82 à 87% ao longo do ano.

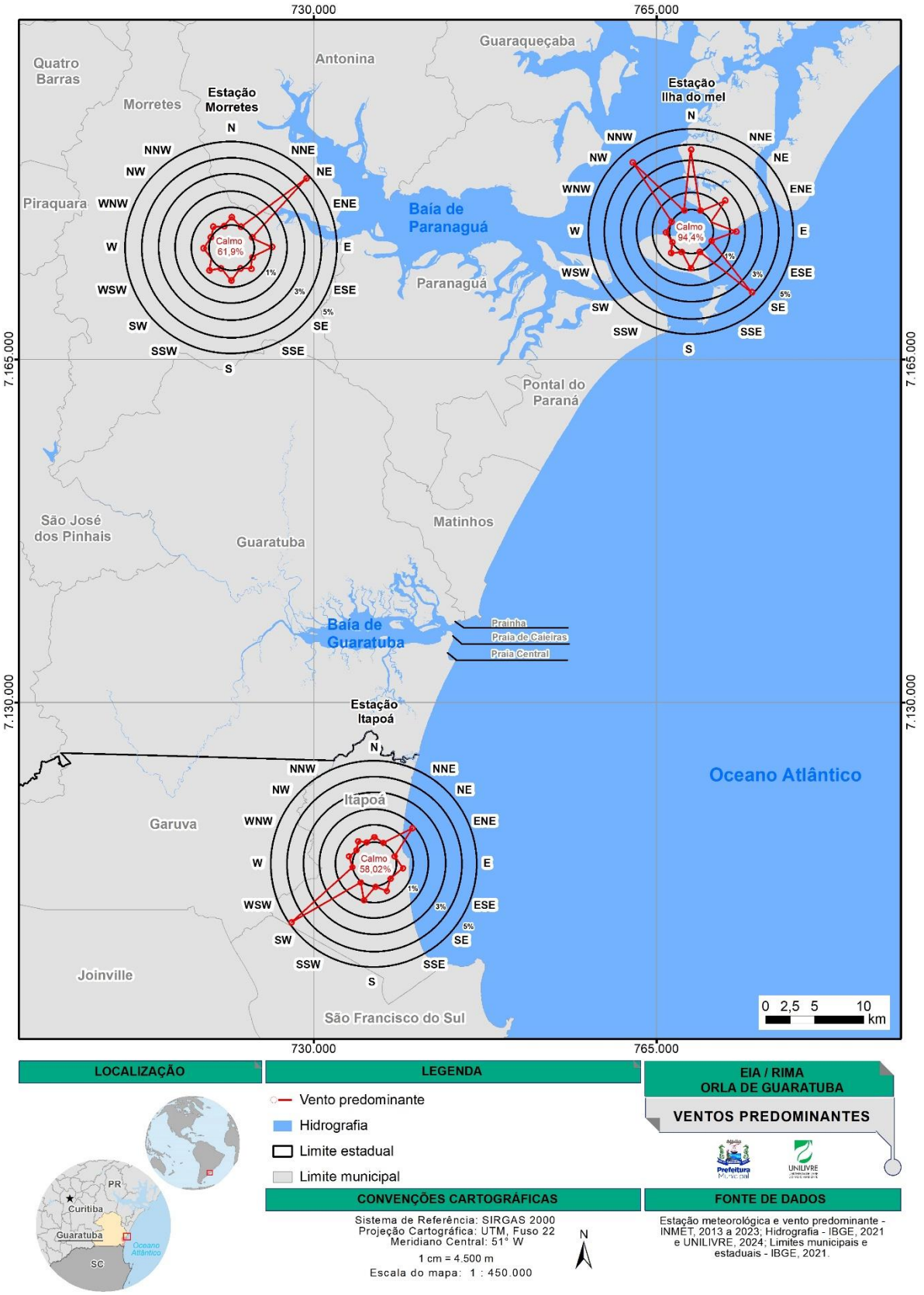
Da mesma maneira, utilizando as estações também do INMET, foram coletados os dados de monitoramento da direção dos ventos predominantes com frequência horária, referente aos últimos dez anos (2013-2023). Entretanto, foram selecionadas as estações mais próximas de Guaratuba, pois a estação no município

(Código S817), apresentou ausência de dados disponíveis. Desse modo, foram selecionadas as seguintes estações:

- Morretes (Código A873) – coordenadas Latitude 25°30'36" e Longitude 48°48'36";
- Ilha do Mel (Código 83825) – coordenadas Latitude 25°29'24" e Longitude 48°19'48";
- Itapoá (Código A851) – coordenadas Latitude 26°4'48" e Longitude 48°38'24".

A FIGURA 8 ilustra as estações mais próximas de Guaratuba em relação ao monitoramento do comportamento dos ventos. Pode-se observar que mais de 50% dos fluxos de ventos monitorados são categorizados como calmos. Por conta disso, a direção do vento se torna instável, mudando constantemente a direção do fluxo. Neste sentido, pode-se afirmar que as direções predominantes dos ventos não ultrapassam 5% da amostragem total do monitoramento.

FIGURA 8 – MAPA DE VENTOS PREDOMINANTES



2.2. QUALIDADE DO AR

O monitoramento da qualidade do ar dispõe uma série de análises físico-químicas e qualiquantitativas, realizadas em períodos controlados. No estado do Paraná, relatórios da qualidade do Ar são disponibilizados pelo Instituto Água e Terra (IAT) para Curitiba e demais regiões, por meio do levantamento de dados promovido pelas estações da rede estadual da qualidade do ar.

Os dados e resultados obtidos nas estações de controle de qualidade do Ar, apresentam o perfil comparativo e o monitoramento das principais concentrações e principais parâmetros de qualidade do ar, bem como a concentração de Partículas Totais Suspensas (PTS) e de Partículas Inaláveis (PI), além de demais parâmetros que devem atender às legislações vigentes, como a Resolução CONAMA nº 491/2018 (IAT, 2024).

O ar puro é composto em sua maioria por Nitrogênio e Oxigênio, e em quantidades menores por outros gases que juntos representam aproximadamente 1% da concentração do ar. A poluição atmosférica pode ser definida como qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, concentração, tempo ou características que possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danosos aos materiais, à fauna e flora, à segurança, ao uso e gozo da propriedade e à qualidade de vida da comunidade (Brasil, 2024).

De uma forma geral, a qualidade do ar é produto da interação de um complexo conjunto de fatores dentre os quais se destacam a magnitude das emissões, a topografia e as condições meteorológicas da região, favoráveis ou não à dispersão dos poluentes (Brasil, 2024).

2.2.1. Índices de qualidade do ar

Através da Resolução CONAMA nº 491/18, em complementação à Resolução CONAMA nº 03/1990, são estabelecidos os critérios nacionais de qualidade do ar. Os padrões paranaenses e nacionais para qualidade do ar são os mesmos, sendo estabelecidos padrões primários e secundários para oito parâmetros listados a seguir:

- Partículas Totais em Suspensão (PTS);
- Fumaça;

- Partículas Inaláveis (PM_{10});
- Partículas inaláveis finas ou respiráveis ($PM_{2,5}$) – poluente não contemplado na Resolução CONAMA nº 03/1990;
- Ozônio (O_3);
- Monóxido de Carbono (CO);
- Dióxido de Nitrogênio (NO_2); e
- Dióxido de Enxofre (SO_2).

A Resolução CONAMA nº 03/1990 e o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (PRONAR) estabelece limites nacionais para as concentrações de poluentes atmosféricos, os quais possam vir a prejudicar a saúde da população. Tais concentrações são divididas em dois padrões de qualidade para o ar atmosférico, os quais estão divididos em primário e secundário.

O padrão primário de qualidade do ar define as concentrações máximas de um componente que, quando ultrapassadas, podem causar danos à saúde da população. Porém não é uma proteção ampla, não considerando toda a natureza, e expressa apenas o mínimo de proteção à saúde populacional contra os danos causados pela poluição do ar, não atendendo as necessidades da flora e fauna. O padrão primário pode ser considerado como condição máxima de concentração de poluentes atmosféricos.

Para uma proteção mais abrangente, existe o padrão secundário de qualidade do ar, que determinam concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Para padronizar todas as substâncias em uma única escala, foi criado o Índice de Qualidade do Ar (IQA). A elaboração do IQA pelo IAT classifica a qualidade do ar em cinco categorias, de boa até péssima, conforme demonstrado no QUADRO 9.

QUADRO 9 – ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR

IQA		PTS	PM_{10}	$PM_{2,5}$	O_3	CO	NO_2	SO_2
ÍNDICE	QUALIDADE	(µg/m³)-24h	(µg/m³)-24h	(µg/m³)-24h	(µg/m³)-8h	(µg/m³)-8h	(µg/m³)-1h	(µg/m³)-24h
0-40	BOA	0 – 240	0 – 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20
>40-96	REGULAR	>240 - 285	> 50 – 120	> 25 - 60	> 100 - 140	> 9 - 11	> 200 - 260	> 20 - 125
>96-144	INADEQUADA	> 285 - 330	> 120 – 180	> 60 - 90	> 140 - 160	> 11 - 13	> 260 - 340	> 125 - 400
>144-200	RUIM	> 330 - 375	> 180 – 250	> 90 - 125	> 160 - 200	> 13 - 15	> 340 - 1130	> 400 - 800
>200	PÉSSIMA	> 375	> 250	> 125	> 200	> 15	> 1130	> 800

Fonte: Adaptado do IAT, 2024.

A velocidade do vento e a estabilidade térmica da atmosfera são parâmetros importantes para as condições de dispersão de poluentes. Boas condições de dispersão significam que os poluentes estão sendo bem espalhados pelos mecanismos de transporte, evitando assim uma acumulação destes próximos as suas fontes. Se as condições estão desfavoráveis à dispersão, observamos essa acumulação, resultando em altas concentrações dos poluentes que muitas vezes ultrapassam os padrões estabelecidos (IBEAS, 2024).

É importante lembrar dessas influências quando interpretamos os resultados do monitoramento. Uma concentração menor do que a apresentada no ano anterior de certo poluente não significa necessariamente que foi lançado menos para a atmosfera. Isso também pode ser causado pelas condições mais favoráveis à dispersão (IBEAS, 2024).

Em consulta ao IAT, foram ainda identificadas definições respectivas à dois tipos de fontes de poluentes, divididos em duas categorias de acordo com sua origem, conforme listado abaixo:

1) Fontes fixas: as indústrias são as fontes mais significativas, ou de maior potencial poluidor. Também se destacam as usinas termoelétricas, que utilizam carvão, óleo combustível ou gás, bem como os incineradores de resíduos, com elevado potencial poluidor. Existem ainda as fontes fixas naturais, como maresia e vulcanismo, que também podem influenciar a composição do ar.

2) Fontes móveis: os veículos automotores, juntamente com os trens, aviões e embarcações marítimas são as chamadas fontes móveis de poluentes atmosféricos. Os veículos se destacam nas cidades como as principais fontes poluidoras e são divididos em: leves de passageiro (utilizam principalmente gasolina ou álcool como combustível); leves comerciais (utilizam gás natural veicular (GNV) ou óleo diesel); e veículos pesados (somente de óleo diesel).

2.2.2 Metodologias

Desde a década de 80, o Instituto Água e Terra (IAT) monitora a qualidade do ar na Região Metropolitana de Curitiba com a operação de quatro estações de amostragem do ar, localizadas uma em Curitiba e três em Araucária. Essas estações analisam principalmente três dos oito parâmetros supramencionados, conforme

previstos na legislação vigente (Resolução CONAMA nº 491/18, em complementação à Resolução CONAMA nº 03/1990). São estes, a concentração de Dióxido de enxofre (SO2), Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Fumaça. Presentemente existem oito estações de amostragem do Ar na Região Metropolitana de Curitiba, além de seis estações nas cidades de Ponta Grossa, Paranaguá, Londrina, Maringá, Foz do Iguaçu e Cascavel, compondo a Rede Estadual de Qualidade do Ar. A ampliação da rede para as demais regiões do Estado iniciou-se em 2016, com aquisição de sete novas estações automáticas.

Outrossim, o IAT apresenta o Plano de Controle de Emissões Atmosféricas, o qual dispõe de forma resumida o panorama geral da qualidade do ar, além das diretrizes e metas objetivadas para o período de 2021 a 2023. Também é disponibilizado pelo IAT o Plano de Controle de Poluição Veicular (PCPV), que por sua vez parametriza a gestão e controle dos níveis de emissão de poluentes por veículos automotores, visando o atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar, em especial nos centros urbanos.

Respectivo ao empreendimento em questão, considerando sua AII anteriormente apresentada, existe somente a estação PGUA, localizada em Paranaguá. Foi identificado em consulta ao IAT que a estação PGUA, por sua vez, não disponibiliza de forma periódica os valores de monitoramento de qualidade do Ar, não sendo identificados resultados para o ano de 2023 e 2024.

2.2.3 Resultados

Segundo IAT (2022), a rede de monitoramento automática do Paraná possui uma estação para medição dos parâmetros de qualidade do ar na região litorânea. Nessa estação, são medidos os seguintes parâmetros: dióxido de enxofre (SO_2), ozônio (O_3) e monóxido de carbono (CO). As análises dos resultados dos parâmetros avaliados para o ano de 2022 podem ser observadas no QUADRO 10.

QUADRO 10 – RESULTADOS DO MONITORAMENTO PARA A ESTAÇÃO PARANAGUÁ NO ANO DE 2022

Parâmetro	Disp. anual	Média diária máxima (µg/m³)	Data da média máxima	Média anual (µg/m³)	Nº de classificações das médias diárias			
					Boa	Reg.	Inad.	Ruim
SO_2	18,6%	25,09	09/09/2022	11,69	61	6	0	0

Parâmetro	Disp. anual	Média diária máxima (µg/m³)	Data da média máxima	Média anual (µg/m³)	Nº de classificações das médias diárias			
					Boa	Reg.	Inad.	Ruim
CO	3,0%	0,41	02/06/2022	0,32	11	0	0	0
O_3	18,4%	6,52	22/01/2022	1,08	67	0	0	0

Fonte: adaptado de IAT, 2022.

Os parâmetros CO, SO_2 e O_3 foram monitorados em uma estação automática no município de Paranaguá. Em relação às médias diárias, nenhuma violação ao Padrão Primário foi registrada; já em relação ao Padrão Final, seis violações foram registradas em relação ao SO_2. Baseado no Índice de Qualidade do Ar, 95,9% das medições realizadas foram classificadas como “Boa” e 4,1% como “Regular” (considerando as classificações individuais de cada poluente) (IAT, 2022).

Foi elaborado o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Mina Velha Minérios Eireli (2024) para a atividade de mineração de areia em um local do Município de Guaratuba, no qual, a fim de avaliar a qualidade ambiental do ar na área de influência do empreendimento, foi realizada a medição do Material Particulado em Suspensão, com o amostrador de grandes volumes.

O amostrador nada mais é que uma unidade com motor aspirador de ar, que força a passagem do ar por um filtro de fibra de vidro, que retém as partículas do ar por 24 horas. Após o período, o valor é calculado pelo peso do filtro antes e depois da coleta. Os resultados apontaram que a qualidade ambiental do ar na área do empreendimento é boa, não implicando em riscos à saúde humana e atendendo a legislação vigente (Mina Velha Minérios Eireli, 2024).

Ainda segundo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Mina Velha Minérios Eireli (2024), os impactos gerados pelas atividades de mineração de areia com risco de poluição atmosférica são a geração de poeiras e de fumaça preta proveniente do maquinário utilizado. Também neste estudo cita-se que o impacto gerado pela atividade é de fraca significância e que devem ser aplicadas as práticas recomendadas nos programas controle de poeiras e qualidade do ar.

As atividades de mineração de areia se assemelham às atividades que serão realizadas para o engordamento da orla de Guaratuba, em partes. Portanto, é válida a comparação entre as mesmas.

2.3. RELEVO, GEOLOGIA LOCAL/REGIONAL, GEOMORFOLOGIA, POTENCIAL ESPELEOLÓGICO, PEDOLOGIA E GEOTECNIA

A seguir serão apresentadas as informações geológicas das áreas de interesse.

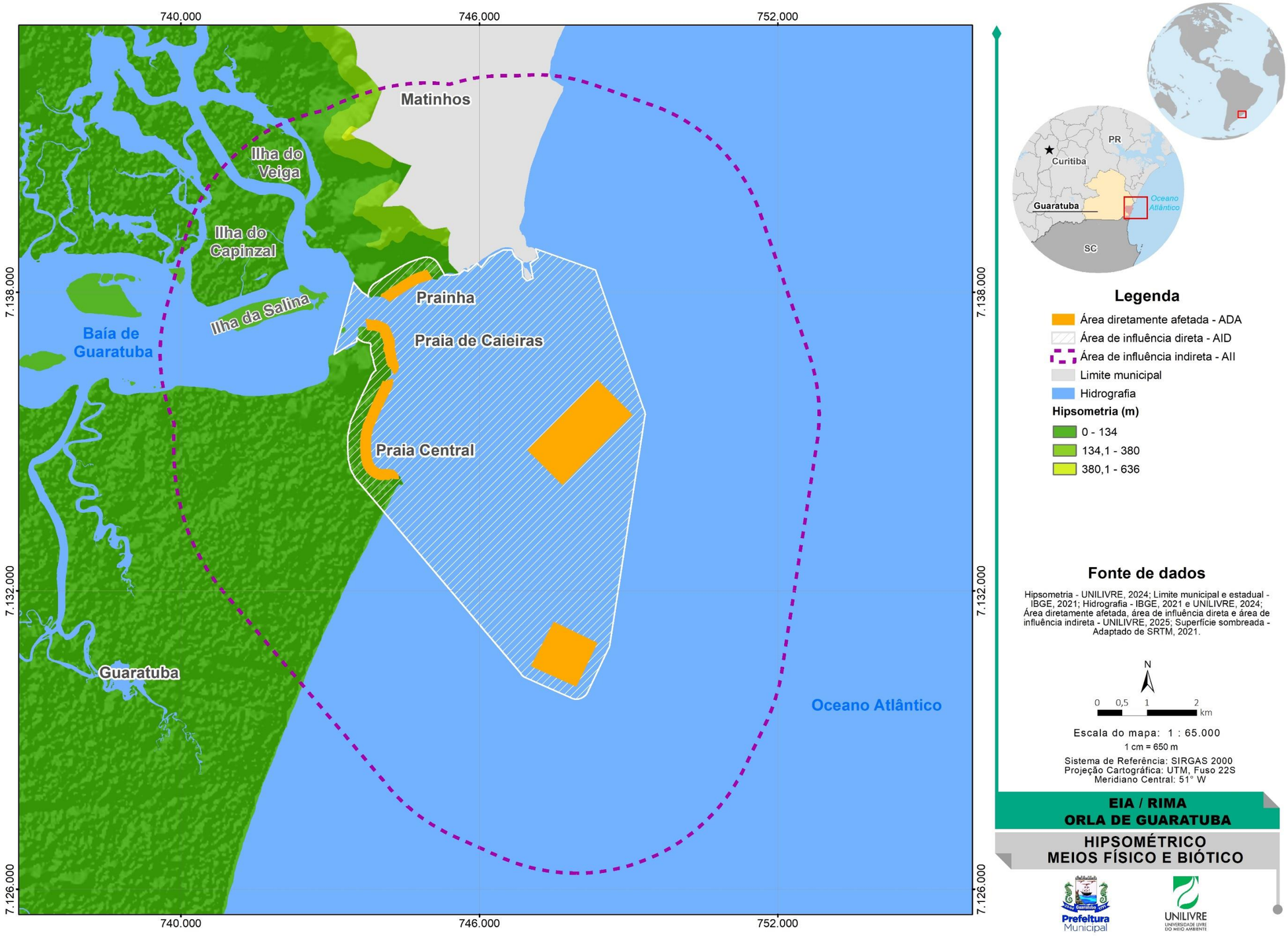
2.3.1. Relevo

A região compreendida pelo presente estudo está localizada na “zona de paisagem natural” denominada Litoral, sub-zona Planície Litorânea (Maack, 1968). A Planície Litorânea, ou Planície Costeira, estende-se desde o sopé da Serra do Mar até o Oceano Atlântico. A planície está profundamente recortada pelos complexos estuarinos da baía de Guaratuba, resultando em várias ilhas, algumas de grande extensão. A planície tem em geral uma altura inferior a 20 m sobre o nível do mar.

Em diversos locais, ocorrem morros e colinas isolados na planície, com altitudes que podem alcançar centenas de metros, tais como o morro Cabaraquara (478 m). Em geral, a altura da planície aumenta da costa para o continente, alcançando as maiores altitudes no sopé da serra. Nas regiões próximas à orla em estudo, as altitudes variam de 0 a 134 metros.

O relevo plano caracteriza a maior parte do município, sendo fortemente influenciado pelas flutuações do nível médio do Oceano Atlântico ocorridas no litoral brasileiro durante os últimos 6.000 anos (segunda metade do Holoceno). Os levantamentos geológicos indicam que houve, neste período, três momentos de elevação do nível do mar (+4 m a 5.200 anos, +3 m a 3.500 anos e +2 m a 2.500 anos), intercalados por recuos do mesmo, atingindo possivelmente níveis inferiores ao atual. Para fins de mapeamento do relevo das Áreas de Influência deste projeto, foi utilizado como fonte os dados de satélite da Missão Topográfica de Radar Embarcado (Shuttle Radar Topography Mission - SRTM, NASA, 2004). Os mapas hipsométricos, construídos em ambiente de SIG, caracterizam as classes altimétricas do relevo em questão. Foram observadas variações na ordem entre 0 e 636 m na Áreas de Influência (FIGURA 9).

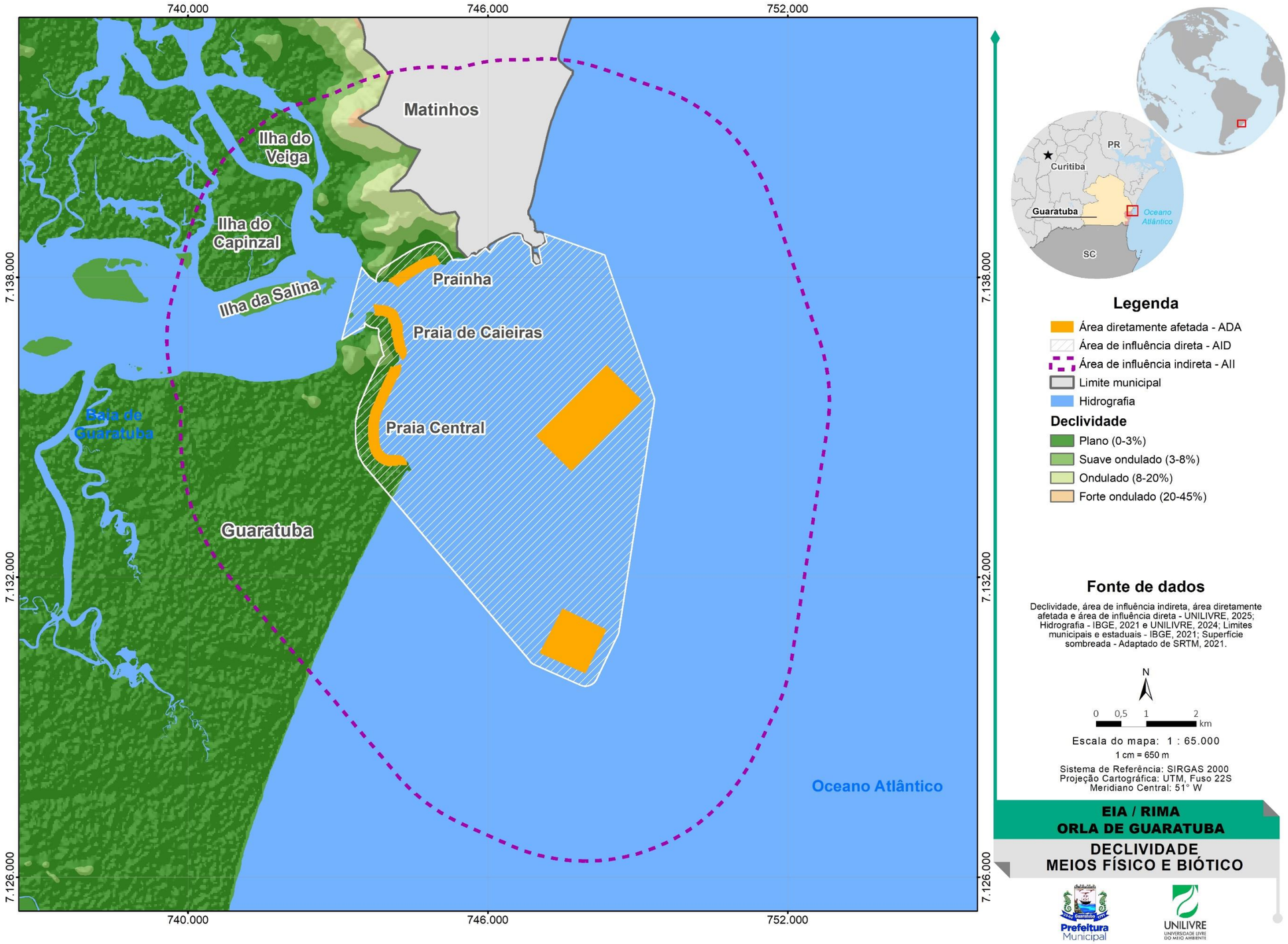
FIGURA 9 – MAPA HIPSOMÉTRICO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO



A partir das informações de altitude e topografia, utilizando o modelo digital de elevação, o relevo também pode ser classificado quanto à sua declividade. Na AII, pode-se observar a ocorrência de relevo mais acidentado com vales estruturados e declividade elevada (>20%) (FIGURA 10).

As compartimentações do relevo quanto à sua declividade, na Área de Influência Direta, englobam declividades de até 8%, classificada como suave ondulado. A Área Diretamente Afetada reflete uma partição específica do relevo correspondente de maneira geomorfológica identificada como uma planície litorânea e planície fluviomarinha, com baixos níveis de obliquidade (0-3%) e erosão. Essa porção do relevo é de extrema importância, uma vez que se trata da região de foz da baía do Rio São João e do Rio Cubatão.

FIGURA 10 – MAPA DE DECLIVIDADE

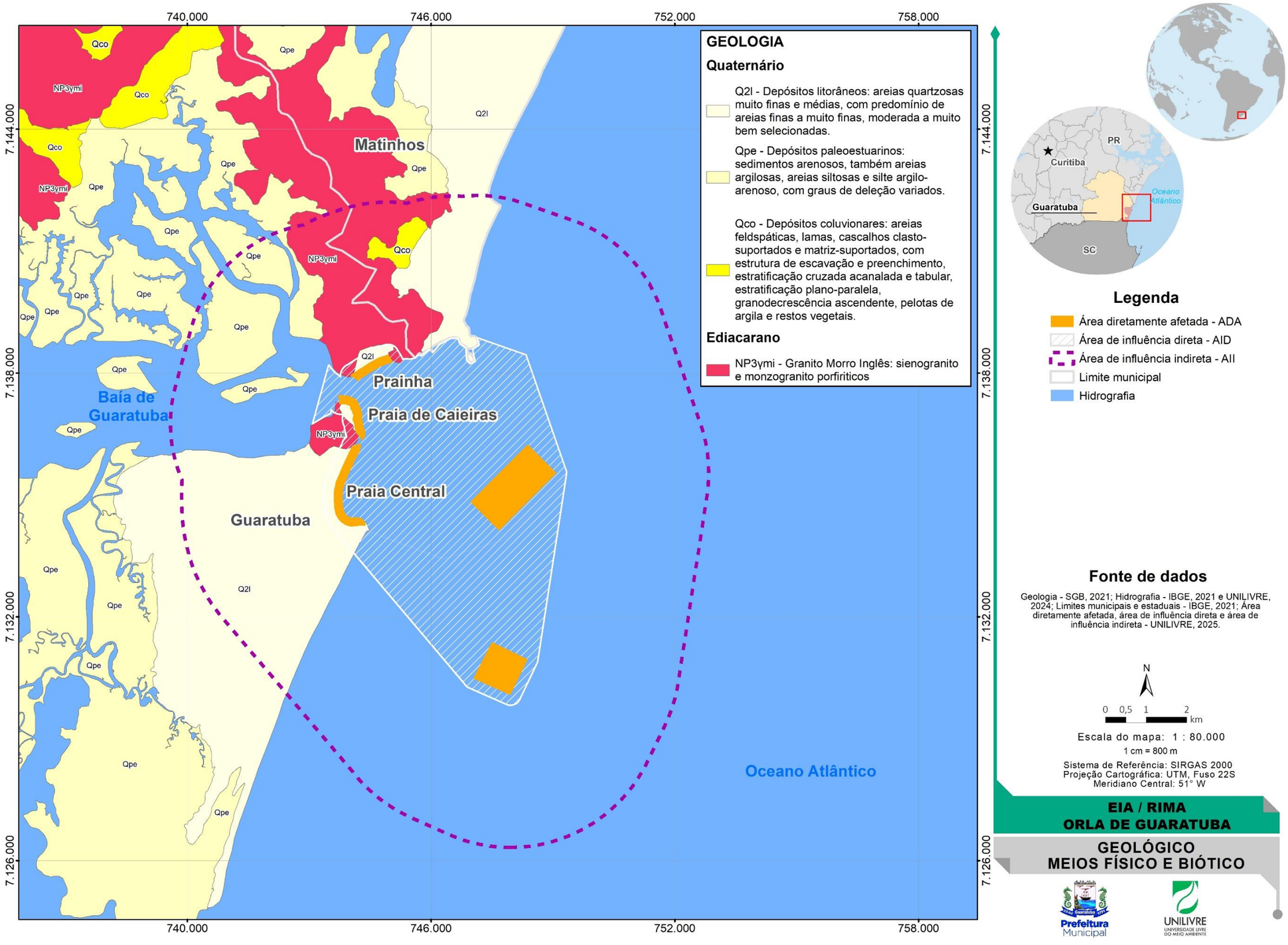


2.3.2. Geologia Local/Regional

A geologia da região é composta pelo Terreno Paranaguá (Cury, 2009), formado por rochas ígneas e metamórficas do Arqueano ao Cambriano, principalmente granitóides com encaixes variados. Essas rochas mostram a diversidade geológica, litológica e geoquímica da área, relacionada à formação do supercontinente Gondwana.

Na Área de Influência Indireta (AII) foram mapeadas porções deste complexo cristalino, sendo refletidas pela ocorrência da Suíte Granítica Paranaguá, mais especificamente o Granito Morro Inglês. As outras unidades geológicas se referem aos sedimentos inconsolidados do Quaternário, sendo presentes na AII: depósitos paleoestuarinos, caracterizados por sedimentos arenosos acompanhados de porções de silte e argila; depósitos coluvionares, onde ocorrem lamas e areias de composição feldspática que se apresentam sob diversas formas de estratificação; depósitos litorâneos, representados por areias quartzosas, predominantemente finas a muito finas, refletindo as praias atuais (Besser; Brumatti; Spisila, 2021). A Área de Influência Direta (AID) abrange apenas as rochas ígneas neoproterozóicas da Suíte Granítica Paranaguá e os sedimentos quaternários litorâneos. A Área Diretamente Afetada (ADA) contém, novamente, apenas os depósitos litorâneos holocênicos, correspondentes às praias atuais, com pequenas áreas englobando o Granito Morro Inglês. Todas as informações mencionadas podem ser visualizadas no mapa geológico apresentado na FIGURA 11.

FIGURA 11 – MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO



2.3.3. Geomorfologia

Considerando o aspecto geomorfológico, de maneira simplificada, a região de Guaratuba e baías adjacentes são constituídas com terrenos pré-cambrianos de granitos, gnaisses e migmatitos como base, e sedimentos quaternários como litologias superficiais. Enquanto as rochas cristalinas ocupam pontualmente algumas ilhas, blocos no nível marinho e áreas montanhosas, os sedimentos quaternários ocupam os canais, mangues e restingas.

A Serra do Mar é a maior evidência geológica, cuja origem está relacionada a um colapso gravitacional da crosta no pré-cambriano, após período de soerguimento anterior. Durante o cretáceo, houve “rifteamento” causando a introdução de muitos diques com características predominantemente básicas, orientando e alinhando processos hidrogeomorfológicos na direção NW.

Essa evolução geológica aliada ao recuo da Serra do Mar em relação à linha de costa (Gianinni, *et al*. 2009) foi fundamental para a origem de morros, ilhas e morretes e por consequência a formação de reentrâncias com baías e expressiva sedimentação nos vales durante o quaternário, onde atualmente ocorre os manguezais, canais, restingas e praias.

O período quaternário foi marcado por diversos processos de oscilações do nível do mar. Guedes e Gianinni (2003) e Gianinni *et al.* (2003) consideram o processo evolutivo em quatro fases: o primeiro considera a captura da drenagem na planície costeira com formação de ilhas; a orientação das ilhas na direção NE corresponde a segunda fase; a terceira fase indica o crescimento e engorda das ilhas; e a quarta fase corresponde a formação de barras num processo acelerado de abertura de canais e vales. Esses processos geológicos aconteceram a partir dos últimos 3 M.a. do quaternário (Bigarella, 1965; Maack, 1968). Acompanhando esse raciocínio e considerando dados de Guedes (2003) e Gianinni *et al*. (2003, 2009), deve-se atentar para uma idade aproximada para as restingas como sendo de no mínimo de 5.000 anos. As principais unidades geoambientais encontradas estão intimamente ligadas com a sua evolução geomorfológica. Nesse sentido destacam-se os cordões litorâneos que marcam antigas linhas de costa e as áreas mais baixas associadas às calhas existentes entre os cordões e dunas frontais.

Com o intuito de caracterizar e mapear as distribuições geomorfológicas das Áreas de Influência, os dados foram trabalhados em SIG e a partir deste processamento obtiveram-se as unidades respectivas de cada área.

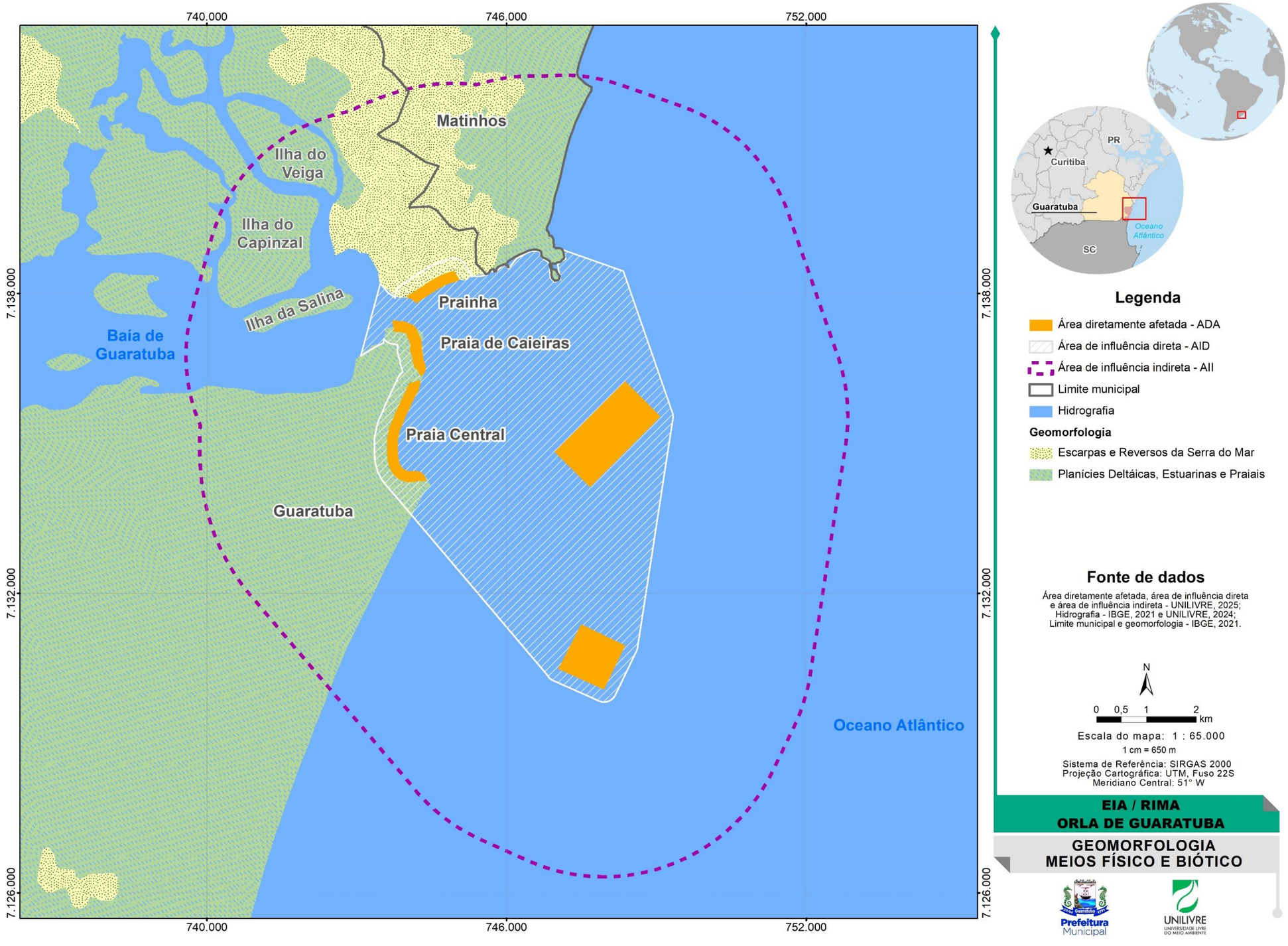
Para a AID foram mapeadas as porções de Planícies Litorâneas e Serra do Mar Paranaense nas imediações da orla de Guaratuba. A distribuição dessas classes está apresentada na TABELA 1 e ilustrada na FIGURA 12.

TABELA 1– DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DAS CLASSES GEOMORFOLÓGICAS

Classe	Área na AII (ha)	Área na AID (ha)	Área na ADA (ha)
Escarpas e Reversos da Serra do Mar	1.103,60	53,29	10,90
Planícies Deltáicas, Estuarinas e Praias	3.123,12	176,62	62,33

Fonte: UNILIVRE, 2024.

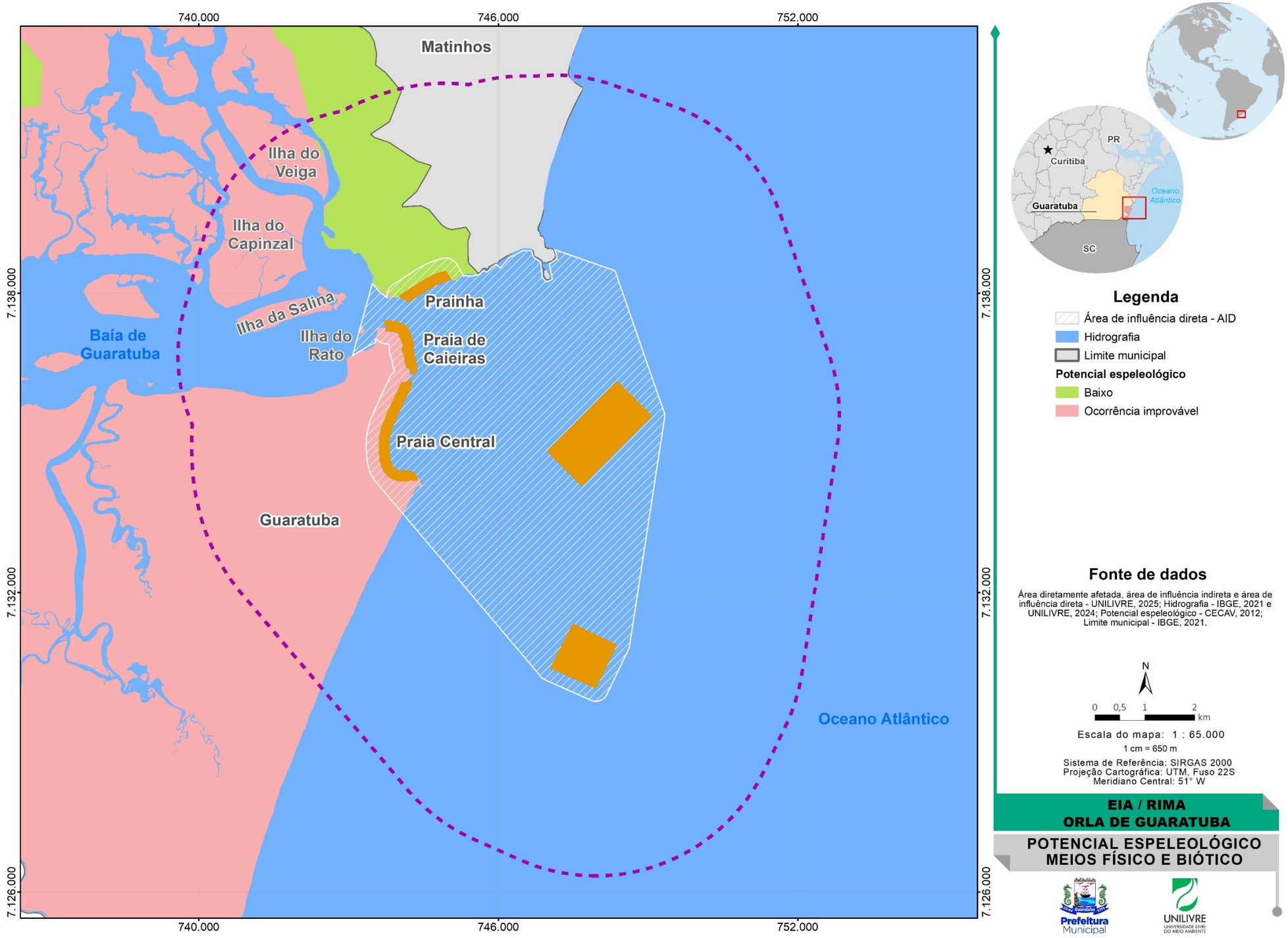
FIGURA 12 – MAPA DA GEOMORFOLOGIA DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA



2.3.4. Potencial espeleológico

Conforme mapeamento da potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) – 2022, a região de Guaratuba não tem cadastrada a ocorrência de cavernas. Porém, na AII é possível a ocorrência de grutas desenvolvidas entre matacões de granitos originadas por fluxo de águas correntes e acomodação de blocos. Isso é evidenciado pelo potencial baixo nas imediações do empreendimento, ilustrado na FIGURA 13.

FIGURA 13 – MAPA DO POTENCIAL ESPELEOLÓGICO NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO



2.3.5. Pedologia

O processo de formação de solos na região está intimamente ligado com a evolução geomorfológica que condiciona a litologia, a declividade, a profundidade, e a oscilação do nível freático. O padrão de escoamento da água superficial, além da própria matéria prima, gera solos essencialmente argilo-arenosos nas encostas e essencialmente arenosos na planície. Esses solos, no caso da planície, são de fácil reconhecimento em campo numa sucessão de três horizontes: horizonte A, superficial e mais escuro que o horizonte subjacente E eluvial (branco acinzentado); seguido de horizonte B, de origem aluvial com cor escura entre o preto e marrom avermelhado, contendo fases cristalinas e combinações amorfas de matéria orgânica com presença de metais, principalmente alumínio e ferro.

Na porção mais interiorana das restingas ocorrem solos com compartimentos morfopedológicos, classificado como neossolo quartzoso, que tende a se tornar um espodossolo com o passar do tempo. Nas regiões de manguezal predominam os solos indiscriminados de mangue.

Com base em observações de campo, e levando em conta o modelo mais recente de evolução das restingas e cordões arenosos os solos são, em geral, muito pobres em fertilidade, moderadamente a fortemente ácidos, normalmente com saturação baixa por bases, podendo ocorrer altos teores de alumínio, e não apresentam aptidão agrícola, sendo indicados para áreas de conservação ambiental (EMBRAPA, 2006). Nesses casos o nível freático é bastante raso.

Predominam entre os solos da região: depósito de colúvio e tálus com argila, silte, areia, seixos e blocos nas encostas; sedimentos paleoestuarinos, argilos-silto-arenosos; sedimentos flúvio marinhos associados à manguezais; cordões litorâneos, sedimentos marinhos de planície costeira indiferenciados (fase antiga); e cordões litorâneos, sedimentos marinhos de planície costeira indiferenciados (fase intermediária); gleissolo, caracterizado por condições de umidade excessiva, ligadas ao nível do lençol freático e à má drenagem.

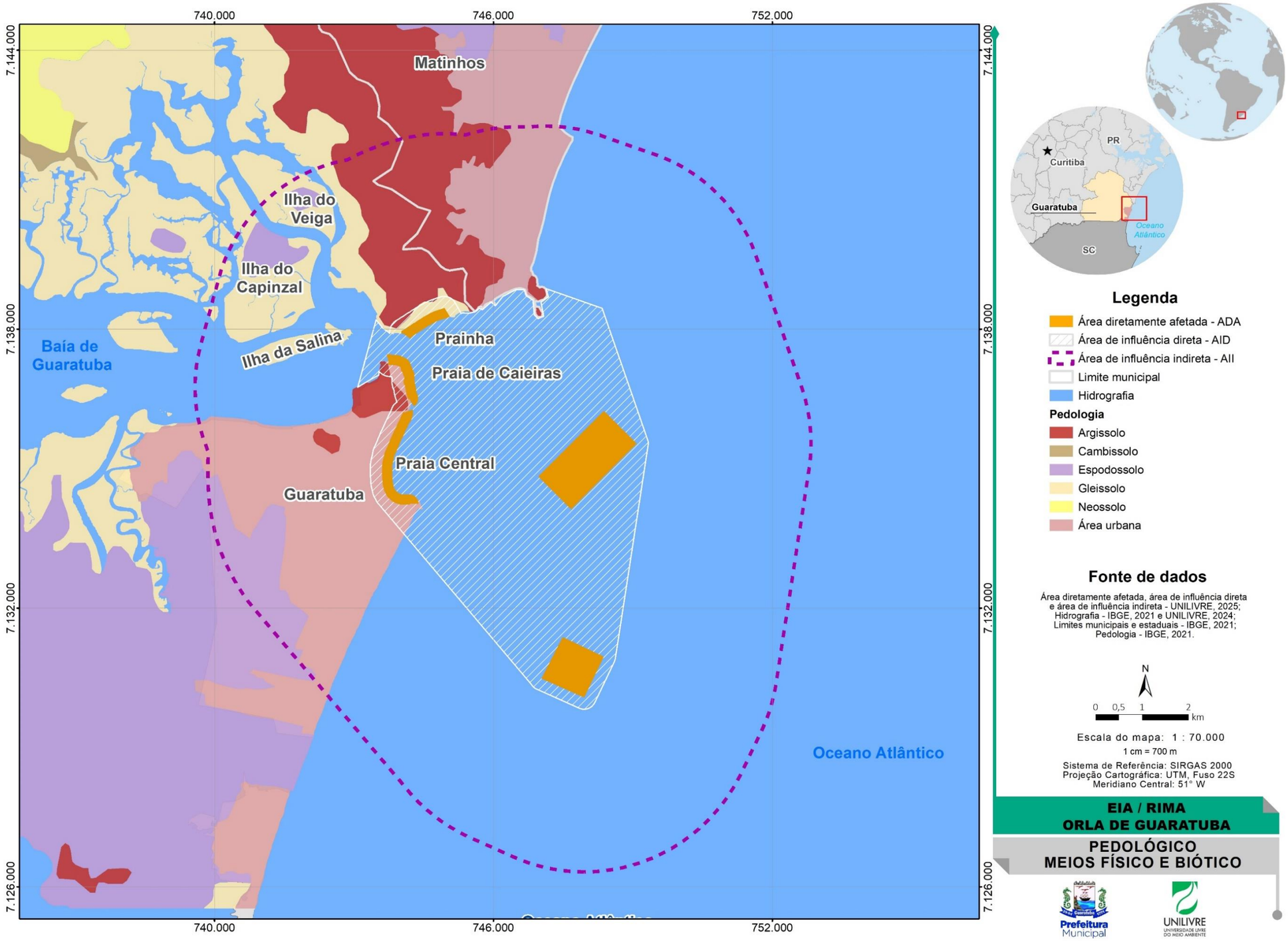
De acordo com a base de dados pedológicos do IBGE (2021), a classificação dos solos existentes nas Áreas de Influência engloba os seguintes tipos: argissolo, espodossolo e gleissolo (FIGURA 14). Suas respectivas distribuições são apresentadas na TABELA 2.

TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DAS CLASSES PEDOLÓGICAS

Classe	Área na AII (ha)	Área na AID (ha)	Área na ADA (ha)
Argissolo	1.030,67	25,29	-
Gleissolo	681,83	42,13	6,76
Espodossolo	438,30	-	-

Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 14 – MAPA PEDOLÓGICO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO



2.3.6. Geotecnia

A possibilidade de ocorrência de riscos geotécnicos, seja movimentos de massa, erosão, assoreamento, inundações e poluição das águas superficiais ou subterrâneas mostra a necessidade do mapeamento geológico com observações de campo incluindo: morros, blocos e rochedos (granitos, gnaisses e migmatitos) e restingas. Nas restingas deve ser considerada a fragilidade de cordões de dunas, terraços de dunas, rampas sobre dunas e dunas em montículos isolados. Da mesma forma é necessário de batimetria e avaliação da dragagem dos canais.

Eventos geológicos/geotécnicos naturais ou induzidos como corte em taludes, dragagem de canais, edificações e lançamentos de esgoto e resíduos em curso d'água, banhados e mangues são podem ser indutores de processos com riscos geológicos.

A retirada da vegetação em encostas ou cortes do talude em geomorfologia com declividade maior que 25% merece avaliação para evitar deslizamentos, quedas de blocos e placas rochosas.

A fragilidade e a dinâmica do sistema praial, cordões arenosos, restinga e dunas mostra que a vegetação tem importância fundamental, sendo obstáculo à erosão e assoreamento. A dragagem para alargamento de canais pode promover erosão ou assoreamento.

A sedimentação essencialmente arenosa e a elevada pluviosidade da região favorecem a formação do espodossolos com níveis de: horizonte A escuro e E branco; horizonte B preto e marrom com matéria orgânica e metais; neossolo quartzoso. Esses são solos facilmente erosivos.

Além dos solos no sentido pedológico, deve-se ter também atenção geotécnica em relação aos materiais inconsolidados, aos sedimentos coluvionares e aluvionares de terraços e saprólitos e solos argilo-silto-arenosos marrom a rosa-avermelhado, que se caracterizam como a cobertura ou manto de intemperismo.

Trabalhos e ensaios geotécnicos de campo mostram atributos que evidenciam movimentos de massa, erosão, transporte e sedimentação nas partes ou zonas com maior declividade da região, fundos de vales e pequenos rebaixamentos de relevo (não verificado na ADA). Tanto na ADA, como AID e AII, esses processos de erosão de talvegues e deposição de sedimentos em calhas fluviais podem ocorrer, caso

zonas ou faixas de solos e materiais inconsolidados fiquem expostos totalmente. Da mesma forma, devido as características geomorfológicas, a rede de drenagem é desenvolvida em consequência da elevada permeabilidade e porosidade em superfície plana, de modo que nas áreas de baixios há o contato dos corpos d'água, onde o nível freático é raso. A variação do nível freático varia entre 0,50 até 12,00 metros.

Assim, durante a execução e implantação de obras é preciso avaliar o comportamento geotécnico das litologias e a relação solo/rocha com as variáveis hidrológicas. As análises efetuadas poderão caracterizar a classe textural (granulometria); porosidade e grau de saturação (índices de campo); teores de umidade (limites de liquidez e de plasticidade); volume de fluxo de água (permeabilidade) e avaliação de absorção de água (erodibilidade). O comportamento geotécnico de solos e sedimentos quanto aos seus índices físicos pode indicar as técnicas e metodologias mais eficientes (tensão admissível) durante a execução das obras civis, assim também como podem ser consideradas as sondagens SPT e verificação de relação com impactos.

A maioria dos impactos gerados quanto ao meio físico poderão ocorrer por ocasião da execução de corte, talude e terraplenagem na ADA, e transporte e movimentação de material na AID e ADA.

2.3.6.1. Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro

A ação das águas oceânicas sobre o relevo litorâneo gera a erosão marinha, processo que pode alterar o relevo de forma destrutiva ou dando origem a praias, restingas, recifes e tômbolos devido ao acúmulo de material transportado pela movimentação da água. Esses fenômenos associados à variação do nível marinho são conhecidos como progradação e retrogradação.

A degradação do relevo pela ação da água ocorre pelos mesmos mecanismos atuantes nas águas dos rios, pela ação hídrica (ação mecânica da água atuando sobre o relevo); ação corrosiva: desgaste do relevo em função do atrito com o material suspenso na água; ação abrasiva: desgaste dos fragmentos de rochas suspensos em função do atrito com as formações do relevo litorâneo e a diluição química: diluição dos sais solúveis liberados das rochas.

O livro “Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro” (Muehe, 2006) produziu um estudo sistemático de toda a costa brasileira, mobilizando conceituados cientistas e profissionais dos mais importantes centros de pesquisa para a elaboração de um diagnóstico da linha de costa brasileira. Este estudo refere-se à erosão ou recuo (retrogradação) e ganho/avanço da linha de costa (progradação). À medida que aumenta a ocupação do litoral, aumentam também os relatos sobre erosão, principalmente próximo a grandes cidades ou em balneários.

O capítulo referente ao estado do Paraná, que foi elaborado pelo corpo acadêmico da Universidade Federal do Paraná (Muehe, 2006), caracteriza toda a extensão do litoral paranaense. A costa paranaense pode ser dividida em rochosa ou sedimentar, de acordo com sua constituição geológica. A costa rochosa ocorre no encontro das águas costeiras com as rochas do embasamento cristalino, principalmente granitos e diques de diabásio, formando costões. As costas sedimentares ocorrem no encontro das águas costeiras com a planície costeira, formada principalmente por planícies com cordões litorâneos e planícies paleo-estuarinas. Associados a esse tipo de costa ocorrem praias e planícies de maré. Segundo Angulo e Araújo (1996), dentre os 23 tipos de linhas identificados, as linhas costeiras podem ser agrupadas em cinco tipos principais:

- Linha de costa rochosa em contato com corpo aquoso;
- Rochosa em contato com planície de maré;
- Sedimentar com terraço em contato com corpo aquoso;
- Sedimentar com terraço em contato com planície de maré;
- Sedimentar com duna frontal em contato com praia.

Considerando as características fisiográficas e dinâmicas, Angulo e Araújo (1996) classificam a costa paranaense em três tipos principais:

- Oceânicas ou de mar aberto;
- Estuarinas ou protegidas e, fazendo a ligação entre elas; e
- Costas associadas às desembocaduras de estuários e complexos estuarinos.

A costa estuarina ocorre no interior das bacias de Paranaguá e Guaratuba, no Mar do Ararapira e no Rio Saí-Guaçu e tem comprimento aproximado de 1.317km. As costas oceânicas sem influência direta das desembocaduras têm apenas 61km de comprimento e as costas associadas a desembocaduras, 105km. A costa paranaense

é considerada a segunda menor do Brasil, já que a distância em linha reta entre seu limite norte e sul é inferior a 90km, com comprimento em torno de 1.483km, quando se consideram as ilhas e o recorte da costa estuarina.

No Paraná, a costa oceânica é retilínea com orientação aproximadamente nordeste e caracteriza-se pela presença de praias arenosas e em alguns lugares por costões rochosos. A partir da linha da costa, em direção ao continente, geralmente ocorrem dunas frontais.

A costa estuarina se caracteriza pela presença de extensas planícies de maré recobertas principalmente por manguezais. Em alguns locais, canais de maré erodem terraços arenosos quaternários. Como os sedimentos que constituem esses 31 terraços possuem certa coesão, devido ao enriquecimento epigenético em matéria orgânica, formam-se falésias de até 10m de altura com depósitos arenosos no sopé. Em locais onde as ondas possuem energia suficiente, desenvolvem-se pequenas praias arenosas.

As costas de desembocadura localizam-se na área de influência das desembocaduras do Mar do Ararapira, Baía de Paranaguá, canal do Superagui, Baía de Guaratuba e rio Saí-Guaçu e caracterizam-se pela ocorrência de praias arenosas e, em locais protegidos, de pequenas planícies de maré. Ainda, segundo Angulo e Araújo (1996), a classificação de costas envolve aspectos dinâmicos. Costas oceânicas possuem dinâmica dominada por efeitos das ondas e correntes de deriva litorânea.

As costas estuarinas apresentam influência significativa na dinâmica das desembocaduras, sendo sua dinâmica dominada pelas marés.

As costas de desembocaduras, podendo ser voltadas para o estuário ou para o mar aberto, possuem dinâmica mais complexa além de sofrer influência de ondas e correntes de deriva litorânea e também influenciadas pelas correntes de maré. Os autores salientam a dificuldade em estabelecer limites precisos entre costas com ou sem influência de desembocaduras, pois estes limites podem variar temporal e espacialmente. Porém, a influência da desembocadura pode ser inferida a partir de mudanças significativas na orientação dos cordões litorâneos e na morfologia da planície contígua. Ao contrário das costas sem influência das desembocaduras, onde os cordões são paralelos entre si e os cordões mais novos frequentemente truncam os mais antigos, denotando mudanças frequentes na configuração da costa.

Com base em fotografias aéreas capturadas nas últimas décadas, Angulo (1993b), observou mudanças na linha de costa paranaense. Mudanças essas, que foram atribuídas à dinâmica natural das desembocaduras dos estuários e das feições a elas associadas, principalmente os deltas de maré vazante e, a partir dessa abordagem, Angulo (1993a) realizou a primeira tentativa de classificação da costa paranaense de acordo com sua estabilidade, analisando as costas oceânicas e com influência das desembocaduras. De acordo com a variação observada nas fotografias aéreas do aerolevantamento realizado entre 1952 e 1955 e o de 1980, foram definidos três níveis de estabilidade:

- Costas estáveis – variação da linha de costa inferior a 10m;
- Costas moderadamente instáveis – variação da linha de costa de algumas dezenas de metros; e
- Costas instáveis – variação da linha de costa de várias dezenas de metros até centenas de metros.

Em geral as costas oceânicas sem influência de desembocaduras são consideradas estáveis, e as costas com influência são consideradas moderadamente instáveis e instáveis.

Segundo Angulo e Souza (2014), os fenômenos climáticos como *El Niño* e *La Niña*, podem originar intensos processos de erosão e sedimentação assim como observados nas praias próximas à desembocadura da baía de Paranaguá, através da modificação do padrão anual de ventos e por consequência a influência no estado de agitação do mar. Mudanças sazonais como as mudanças de clima, de ondas e as modificações do perfil durante tempestades, referem-se principalmente às adaptações do perfil praial.

As praias de desembocaduras da Baía de Paranaguá, Baía de Guaratuba e Barra do Saí estão associadas aos estuários e complexos estuarinos e fazem parte da bacia litorânea. Elas ocorrem tanto do lado oceânico quanto do lado interno, voltado para o estuário.

Já as praias oceânicas sem influência direta das desembocaduras no litoral paranaense que fazem parte da região contemplada pela Bacia Litorânea são: o arco praial Pontal do Sul – ponta de Matinhos, Praia Brava de Caiobá, Praia de Guaratuba e Praia de Brejatuba.

As praias associadas a desembocaduras são similares às praias oceânicas, quanto a geomorfologia e sedimentologia, porém possuem uma dinâmica mais complexa em função da influência das correntes de maré que fluem através das desembocaduras dos estuários.

De acordo com Angulo (1993a), comparando fotografias aéreas de 1954 e 1980 pôde-se observar mudanças na linha de costa próximas às desembocaduras da Baía de Paranaguá, na ordem de centenas de metros. Em Pontal do Sul foi verificada progradação de até 300 m (Marone *et al*. 1997). Posteriormente Soares *et al*. (1994), identificaram, na mesma área, uma progradação superior a 300m entre 1980 e 1993. Soares *et al*. (1994) determinaram que, entre 1985 e 1997, o avanço máximo da linha praial foi de 321m, e a partir de 1997 a praia de Pontal do Sul apresentou um padrão erosivo, ocorrendo recuos superiores a 200m, entre 1997 e 2000.

É provável que as mudanças morfológicas da costa, na configuração das barras do delta de maré vazante, modificaram o padrão de refração das ondas. Entre Pontal do Sul e a Ponta do Poço, foi observado através de fotos aéreas de 1954, esporões arenosos que avançavam para o interior da baía. Posteriormente, foi construído um canal cujo efeito hidráulico interceptou à deriva, provocando o desaparecimento dos esporões, a intensa erosão a jusante e sedimentação a montante da deriva. O monitoramento da linha da costa no período de 1999 a 2001 evidenciou taxas de até 160m/ano de retrogradação e 57m/ano de progradação em Pontal do Sul, baseado no monitoramento do Convênio APPA/CEM (2002). Na TABELA 3 se nota a variação da linha de costa no período de 1954 até 2001.

TABELA 3 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS EM PONTAL DO SUL – PARANÁ

Período	Tipo de Variação	Variação (m)
1954-1980	Progradação	300
1980-1993	Progradação	>300
1985-1997	Progradação	321
1997-2000	Erosão	>200
1999-2001	Retrogradação	160/ano
1999-2001	Progradação	57/ano

Fonte: UNILIVRE, 2024.

O arco praial de Pontal do Sul – Matinhos se estende desde a desembocadura sul da Baía de Paranaguá até a Ponta de Matinhos, com orientação aproximadamente nordeste-sudoeste e comprimento em torno de 35 km. As praias que formam este arco

praial são do tipo intermediárias a dissipativas, com face praial larga, declividade entre 2° e 3° e geralmente com bermas e barras. O extremo norte do arco praial é influenciado pela desembocadura sul da Baía de Paranaguá. Angulo e Soares (1994), ao compararem as fotografias aéreas da parte oceânica da praia, de 1952 até 1993, não observaram variações da linha de costa superiores a 10m.

Na parte sul do arco praial foi verificado progradação de 0,5m/ano entre 1954 e 1980, na praia central de Matinhos a retrogradação foi de 0,7m/ano, no mesmo período, entre os balneários de Flamingo e Riviera. Neste setor a construção da avenida beira-mar nos anos de 1990, causou interferência na dinâmica costeira, que nos últimos anos vinha apresentando processos erosivos nesses balneários, onde diversos enrocamentos foram realizados na tentativa de conter a erosão.

Na Praia Central de Matinhos também ocorreram problemas erosivos decorrentes da ocupação muito próxima à linha costeira, gerando um déficit de areia no sistema praial. O Balneário Atami apresenta estágios intermediários, com predomínio de processo construtivos e formação de barras na zona de surfe no verão, e dissipativos com o domínio de processos erosivos em que as barras foram destruídas no inverno e outono.

Através de interpretação fotogeológica utilizando imagens Landsat – TM de 2020 até 2024, se nota que a variação da linha de costa de Pontal do Sul até Matinhos (Balneário Flórida) não ultrapassa 10m ao ano (TABELA 4).

TABELA 4 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS NO ARCO PRAIAL PONTAL-MATINHOS – PARANÁ

Período	Localização	Tipo de Variação	Variação (m)
1952-1980	Parte oceânica da praia	Estável	<10
1981-1993	Parte oceânica da praia	Estável	<10
1954-1980	Praia central de Matinhos	Progradação	0,5/ano
1954-1980	Flamingo e Riviera	Retrogradação	0,7/ano

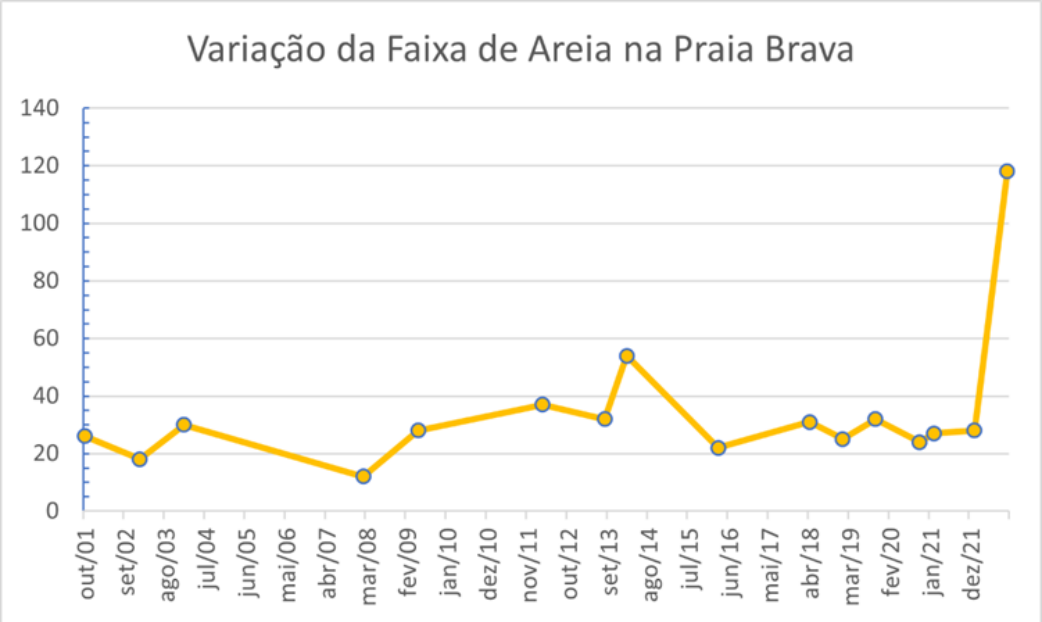
Fonte: UNILIVRE, 2024.

A Praia Brava de Caiobá tem direção norte-nordeste e está limitada pelos pontais rochosos do Pico de Matinhos ao norte e pelo Morro do Boi ao sul, possuindo uma extensão de 3,2 km. A parte central e a parte norte são do tipo oceânica sem influência direta de desembocadura, e a parte sul com influência do lobo frontal do delta de maré vazante da Baía de Guaratuba.

Na parte sul, em 1954 as barras frontais do delta localizavam-se nas proximidades do Morro do Boi, não afetando a configuração da praia. Já em 1965, as barras haviam sido deslocadas para o norte, configurando uma barra transversal à praia, que se projetava até o início, provocava refração de ondas e sedimentação neste setor da praia. Em 1980, a barra transversal tinha avançado 300m para o norte, deslocando o setor de sedimentação.

Ao norte do esporão as ondas atingiam a praia frontalmente, gerando uma zona de divergência que favorecia a erosão. Segundo Angulo e Andrade (1982), o processo erosivo que existia na parte central da Praia Brava de Caiobá, no início da década de 1980, era decorrente da construção da avenida beira-mar, realizada de maneira inadequada, ocupando parte da praia e alterando sua curvatura natural. As obras posteriores demandaram a construção de esporões transversais à praia para conter a areia. A captação de areia pelos esporões provocou escassez de sedimentos e consequentemente erosão ao norte das obras. Isto demandou novas obras que provocaram erosão mais ao norte. Assim ocorreu até o fim da praia, que só teve uma retroalimentação positiva com a recuperação da orla de Matinhos. O gráfico (FIGURA 15) de 2001 até 2021, mostra a importância das obras para a revitalização da praia e contenção dos processos erosivos. Lembrando que esses processos merecem monitoramento constante.

FIGURA 15 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA NA PRAIA BRAVA DE CAIOBÁ DESDE 2001



Fonte: UNILIVRE, 2024.

A praia Mansa de Caiobá é um arco praial voltado pra sul-sudeste, limitada por dois pontais rochosos, com comprimento em torno de 1,6 km. Nessa praia ocorreu um intenso processo erosivo, onde a larga praia existente em 1953 havia praticamente desaparecido em 1980, quando a linha de costa recuou mais de 50m nesse período. Processo que provavelmente teria continuado se não fossem realizadas obras de contenção.

Um dos fatores que contribuíram para a erosão acelerada da praia é o afastamento de quase 300m das barras frontais do delta de maré (Ângulo; Andrade, 1982), que possibilitariam ação mais efetiva das ondas. Outro fator, poderia ser a ocupação da parte alta e o aterramento da avenida da praia de Caiobá, com a construção posterior de um muro vertical, que teria acelerado o processo erosivo.

Nas décadas seguintes houveram várias tentativas de soluções para o controle da erosão, como construção de enrocamentos, esporão, construção de soleiras e pequenos esporões de gabiões. Levantamentos realizados após a estabilização em 1981 e 1993 (Ângulo; Soares, 1994) permitiram estimar uma taxa de progradação de 0,9 a 2,9m/ano (TABELA 5).

TABELA 5 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS NA PRAIA MANSA DE CAIOBÁ

Período	Tipo de Variação	Variação (m)
1953-1980	Erosão	>50
1981-1993	Progradação	0,9 a 2,9/ano

Fonte: UNILIVRE, 2024.

Na Praia Mansa as obras de contenção deram bom resultado, provavelmente devido a menor energia das ondas, favorecendo a sedimentação de modo satisfatório. Assim, o resultado no período pode ser atribuído às obras de contenção, sem descartar que a forte influência da desembocadura da Baía de Guaratuba nas mudanças naturais nesta praia possa ter contribuído para deposição dos sedimentos.

A Baía de Guaratuba possui orientação leste-oeste, com comprimento aproximado de 16km e largura máxima de 3km, considerando a linha de maré baixa, e 10km, considerando a planície de maré. A foz da baía é estreita, com aproximadamente 500m de largura, limitada entre dois pontais rochosos, o extremo meridional da Serra da Prata, ao norte, e o Morro de Guaratuba, ao sul, não considerando a Praia de Brejatuba.

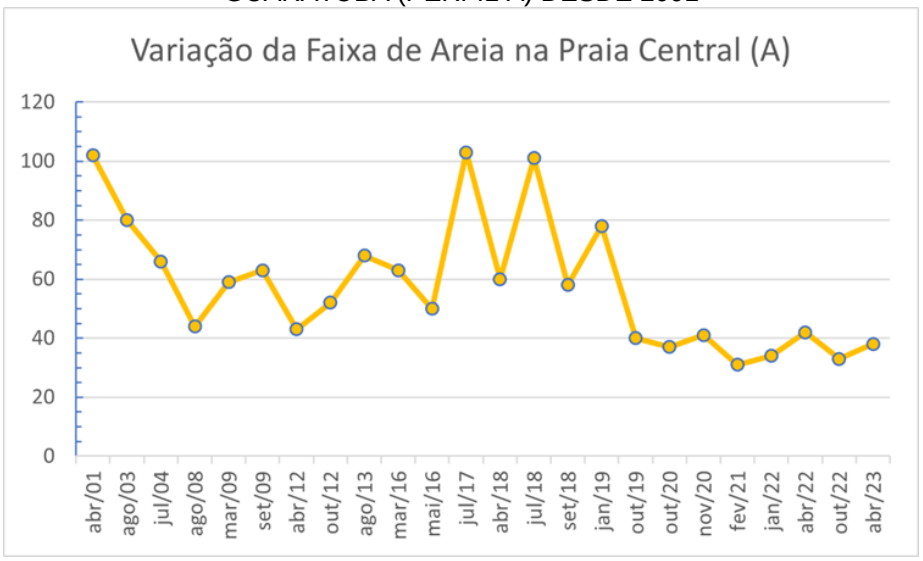
Na desembocadura ocorre um extremo de maré vazante, cujas variações têm provocado intensos processos erosivos e deposicionais nas praias próximas (Angulo; Andrade, 1982), e ainda, associadas à desembocadura da Baía de Guaratuba, ocorrem duas barras em pontal, que se projetam para leste a partir das praias das Caieiras e Prainha. Essas barras delimitam um canal com largura semelhante a foz da baía, que se alarga em direção ao mar. Oceano a dentro, foi identificado a existência de barras frontais que se estendiam até mais de 4km da desembocadura.

De acordo com as fotografias de 1965 e 1980, essas barras se prolongavam para o norte até constituírem uma barra transversal, na frente da Praia Brava de Caiobá, provocando a refração nas ondas e progradação da parte emersa da praia. Comparando a orientação das barras que margeiam o canal principal, em 1965 e 1980, observou-se um deslocamento que pode ser considerado uma rotação ao sul a partir dos afloramentos rochosos que delimita a desembocadura (Angulo, 1999). Essas modificações provocam erosão no extremo norte da Praia das Caieiras e sedimentação na Prainha, onde a linha de costa avançou mais de 200m em alguns locais, durante o período (Angulo, 1984).

2.3.6.1.1. Praia Central

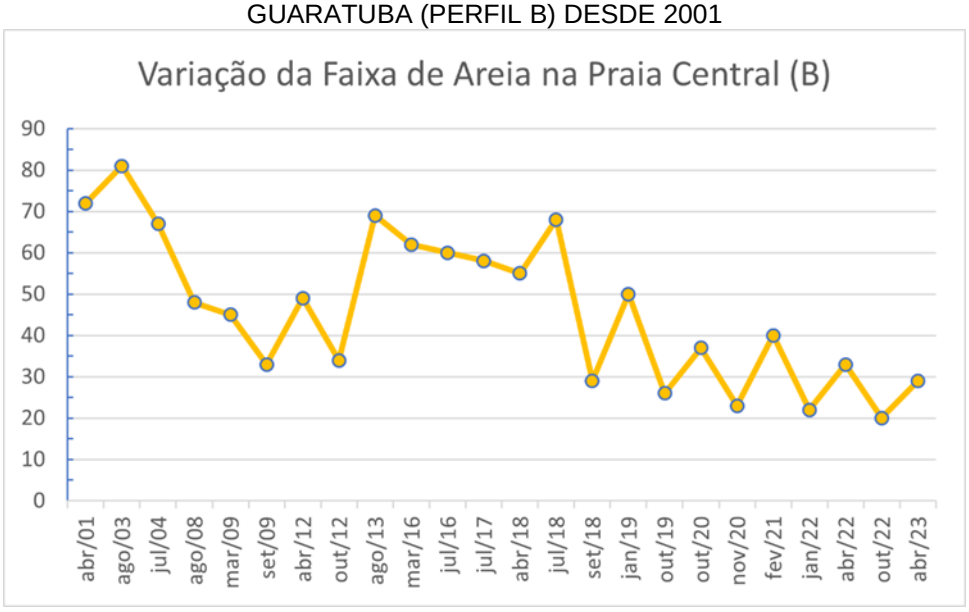
A Praia Central de Guaratuba é um arco praial com comprimento em torno de 2,5km, localizado entre os pontais rochosos formados pelo Morro das Caieiras e do Morro do Cristo, onde 2,1km desta praia são considerados oceânicos sem influência significativa de desembocadura, e os 400m da parte norte sofre influência da desembocadura da Baía de Guaratuba. Ainda, comparando as fotografias aéreas de 1954 até 1980, foram verificadas variações significativas da linha da costa, com progradação, e retrogradação na praia Central entre os pontos A, B e C (FIGURA 16, FIGURA 17, FIGURA 18 e FIGURA 22). A análise temporal sobre a variação da faixa de areia das praias de Guaratuba, está representada nas figuras a seguir.

FIGURA 16 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA NA PRAIA CENTRAL DE GUARATUBA (PERFIL A) DESDE 2001



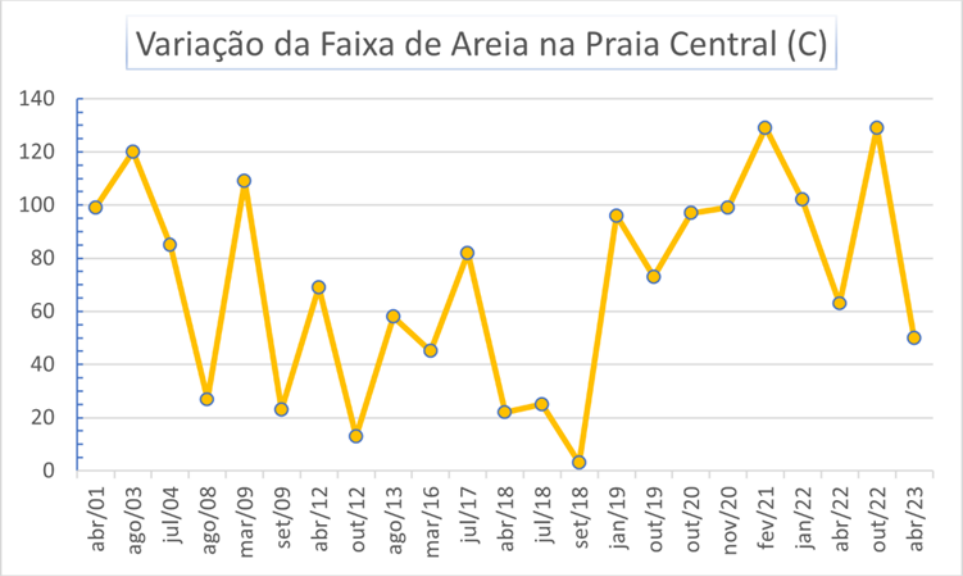
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 17 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA NA PRAIA CENTRAL DE GUARATUBA (PERFIL B) DESDE 2001



Fonte: UNILIVRE, 2024.

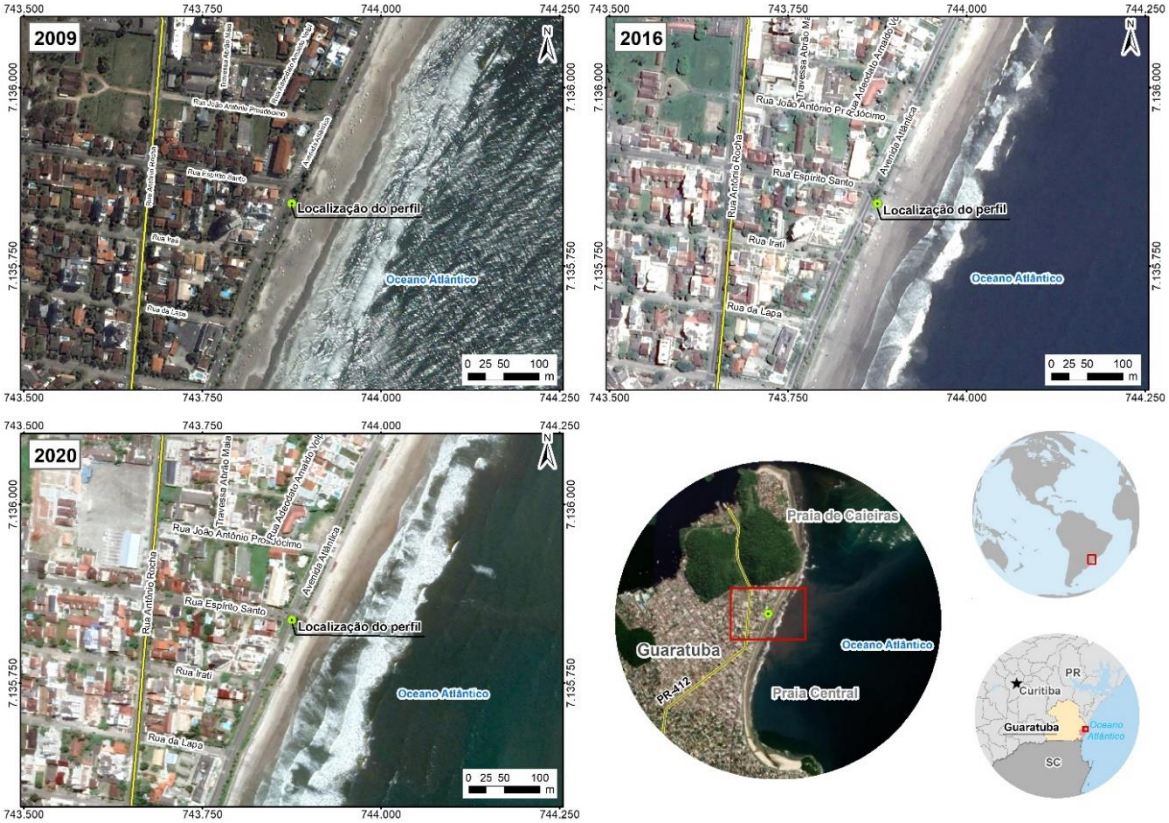
FIGURA 18 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA NA PRAIA CENTRAL DE GUARATUBA (PERFIL C) DESDE 2001



Fonte: UNILIVRE, 2024.

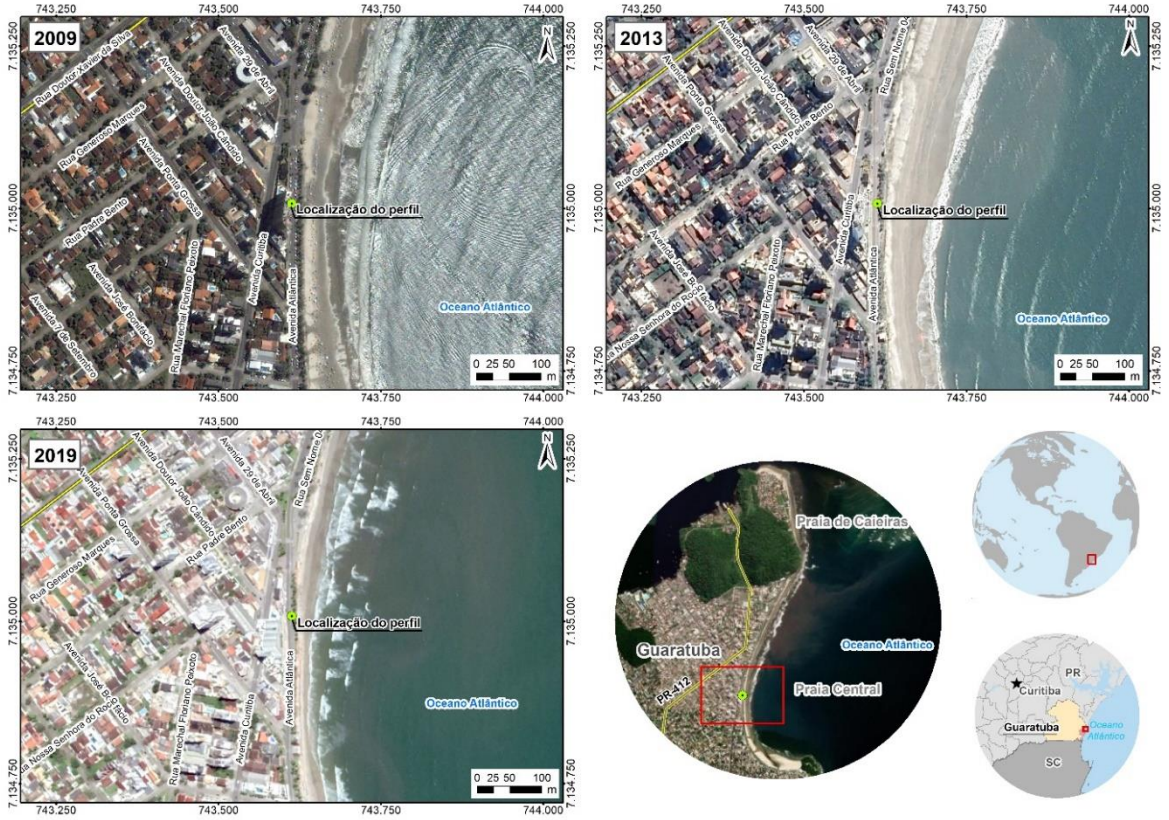
Nas FIGURA 19, FIGURA 20 e FIGURA 21 observam-se as principais variações da faixa de areia ao longo do tempo na Praia Central, indicando os eventos progradacionais e retrogradacionais. Na FIGURA 22 estão dispostos os perfis de praia analisados e na FIGURA 23 se observa o processo erosivo atingindo o calçadão da Praia Central, norte do arco praial.

FIGURA 19 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “A” DA PRAIA CENTRAL



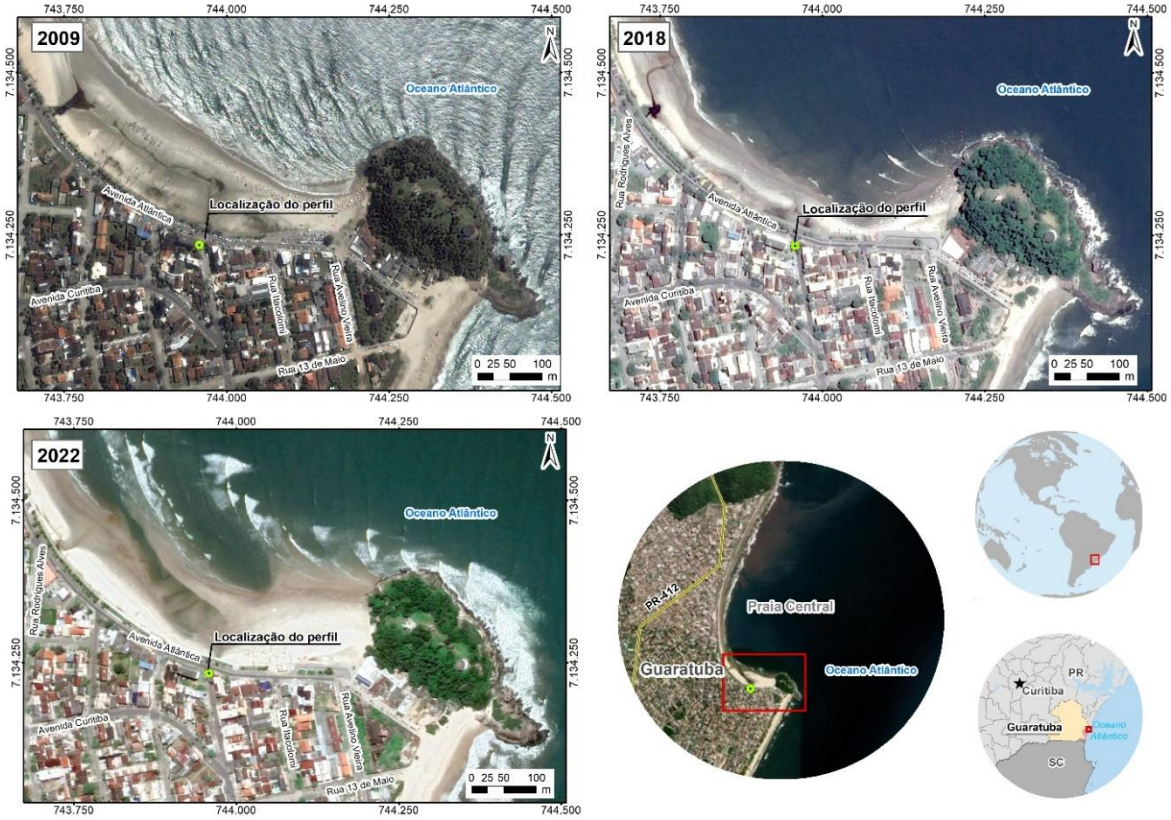
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 20 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “B” DA PRAIA CENTRAL



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 21 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “C” DA PRAIA CENTRAL



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 22 – LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS LEVANTADOS PARA ANÁLISE TEMPORAL NA PRAIA CENTRAL DE GUARATUBA – PARANÁ



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 23 – PROCESSO EROSIVO ATINGINDO O CALÇADÃO DA PRAIA CENTRAL DE GUARATUBA, NORTE DO ARCO PRAIAL



Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.3.6.1.2. Prainha

A Prainha de Guaratuba é um arco praial voltado para sul-sudeste, limitado por dois pontais rochosos, com comprimento em torno de 1,1km. A morfologia da praia é condicionada pelo Banco do Cantagalo, que corresponde a barra longitudinal marginal ao canal principal de maré vazante do delta de maré associado a Baía de Guaratuba e com pequenas alterações na configuração do canal podem originar intensos processos de progradação/retrogradação nesta praia.

Em alguns locais a praia progradou 200 m, entre 1954 e 1980. A área emersa foi ocupada e posteriormente houve uma fase erosiva, confirmada pela construção de enrocamentos na época. Em 1982 os enrocamentos construídos já estavam fora do alcance das ondas, indicando nova fase de progradação. Entre 1981 e 1993 foi verificado através de levantamentos do perfil praial uma progradação de 36m no período de 2001 até 2021 (Angulo; Soares, 1994) conforme demonstrado na TABELA 6.

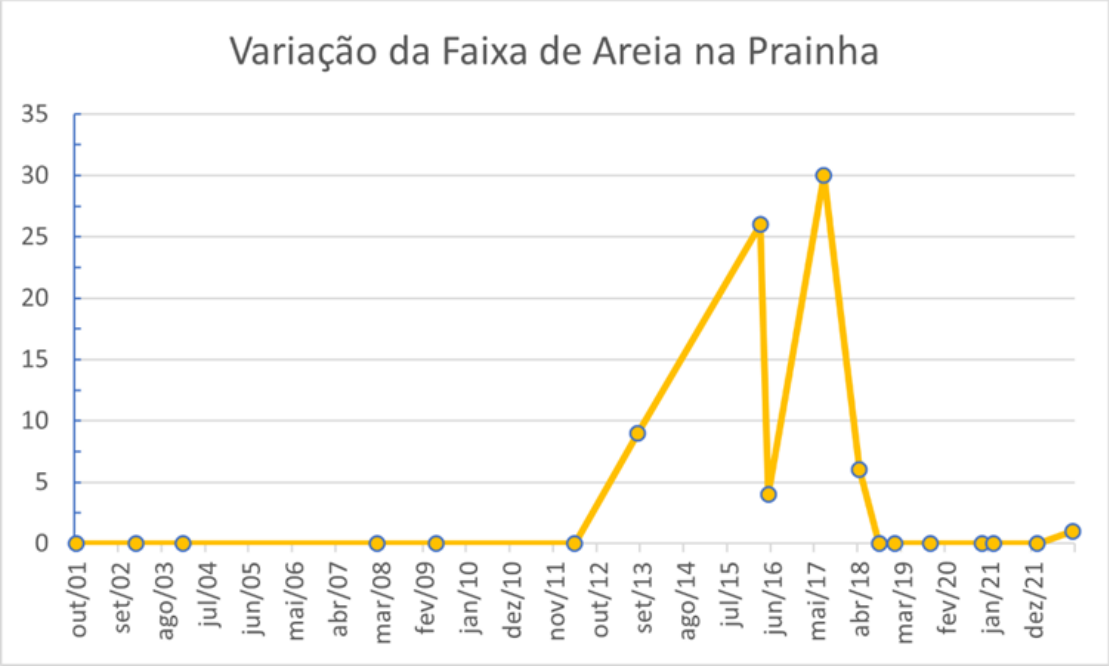
TABELA 6 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS NA PRAINHA DE GUARATUBA

Período	Tipo de Variação	Variação (m)	Período
1954-1980	Progradação	200	1954-1980
1981-1993	Progradação	36	1981-1993

Fonte: UNILIVRE, 2024.

Houve recuperação da faixa de areia no período de 2015 a 2018 na Prainha (FIGURA 24 e FIGURA 26).

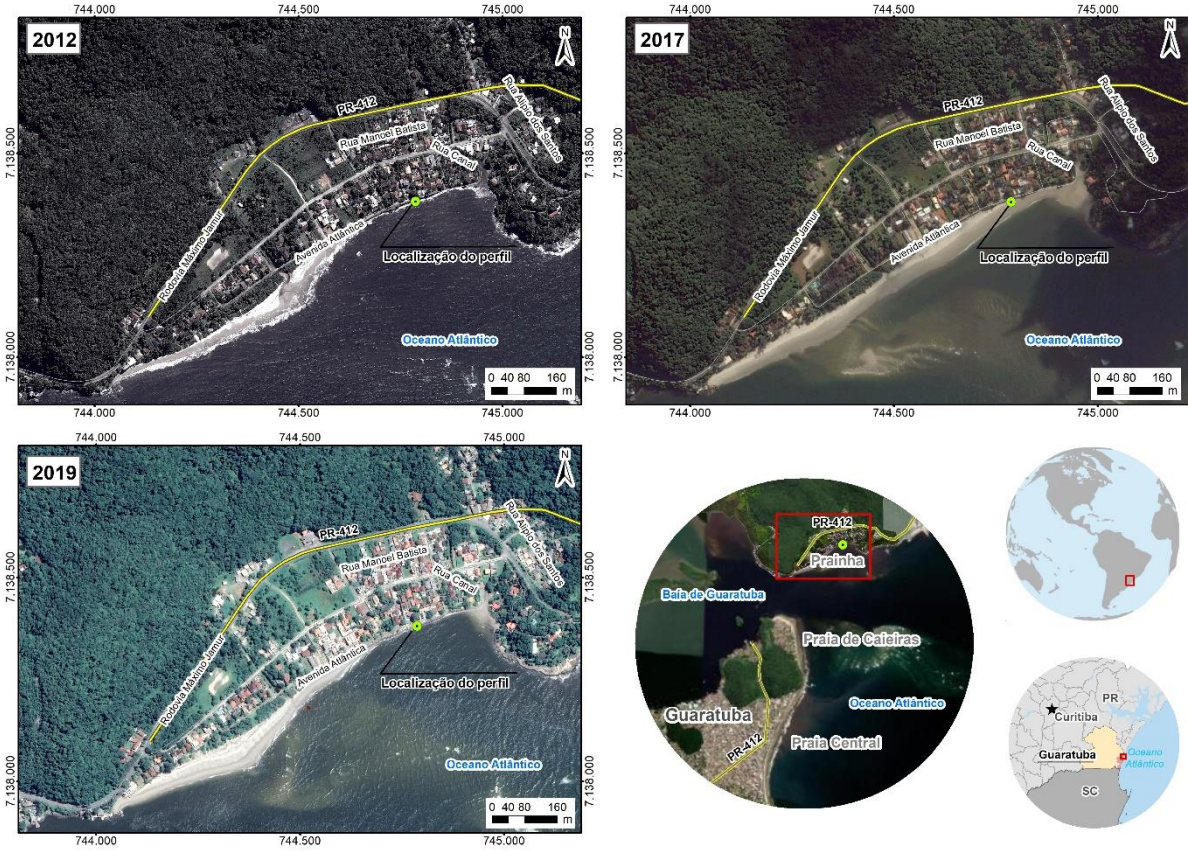
FIGURA 24 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA NA PRAINHA DE GUARATUBA DESDE 2001



Fonte: UNILIVRE, 2024.

Na FIGURA 25, observam-se as principais variações da faixa de areia ao longo do tempo na Prainha, indicando os eventos progradacionais e retrogradacionais.

FIGURA 25 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “A” DA PRAINHA



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 26 – LOCALIZAÇÃO DO PERFIL LEVANTADO PARA ANÁLISE TEMPORAL NA PRAINHA DE GUARATUBA



Fonte: UNILIVRE, 2024.

A FIGURA 27 evidencia que obras de enrocamento foram instaladas para conter o processo erosivo na Prainha.

FIGURA 27 – OBRAS DE ENROCAMENTO INSTALADAS PARA CONTER O PROCESSO EROSIVO



Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.3.6.1.3. Caieiras

A Praia de Caieiras apresenta dois setores, um voltado para leste-oeste e outro voltado para noroeste-sudeste, e está limitada entre dois costões rochosos do Morro das Caieiras, possuindo comprimento de aproximadamente 1km. A morfologia da praia está condicionada ao canal principal de maré vazante do delta de maré da Baía de Guaratuba.

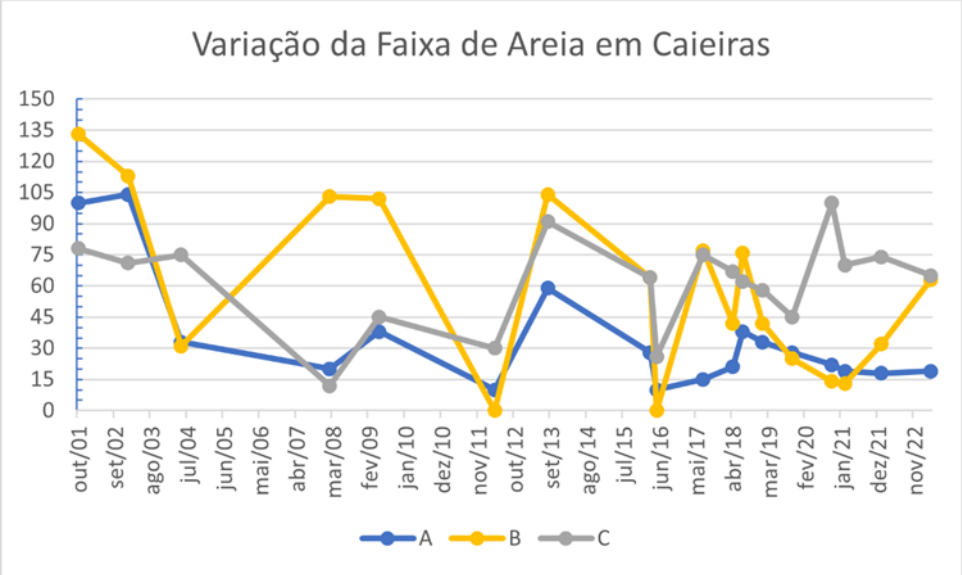
As modificações nos bancos de areia na parte sul do canal do delta original propiciaram a progradação/retrogradação na faixa de praia. Conforme Angulo e Soares (1994), no setor leste-oeste foi verificada taxa de retrogradação de 2,8m/ano entre 1954 e 1980 e no setor noroeste-sudeste foram verificadas taxas de 2,8m/ano de progradação, entre 1954 e 1980 e 1,3m/ano entre 1999 e 2001 (TABELA 7). A variação de 2001 até 2022 mostra uma alternância entre progradação e retrogradação (FIGURA 28).

TABELA 7 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS NA PRAIA DE CAIEIRAS

Período	Setor	Tipo de Variação	Variação (m/ano)
1954-1980	Leste-Oeste	Retrogradação	2,8
1954-1980	Noroeste-Sudeste	Progradação	2,8
1999-2001	Noroeste-Sudeste	Progradação	1,3

Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 28 – COMPRIMENTO, EM METROS, DA FAIXA DE AREIA EM CAIEIRAS DESDE 2001



Fonte: UNILIVRE, 2024.

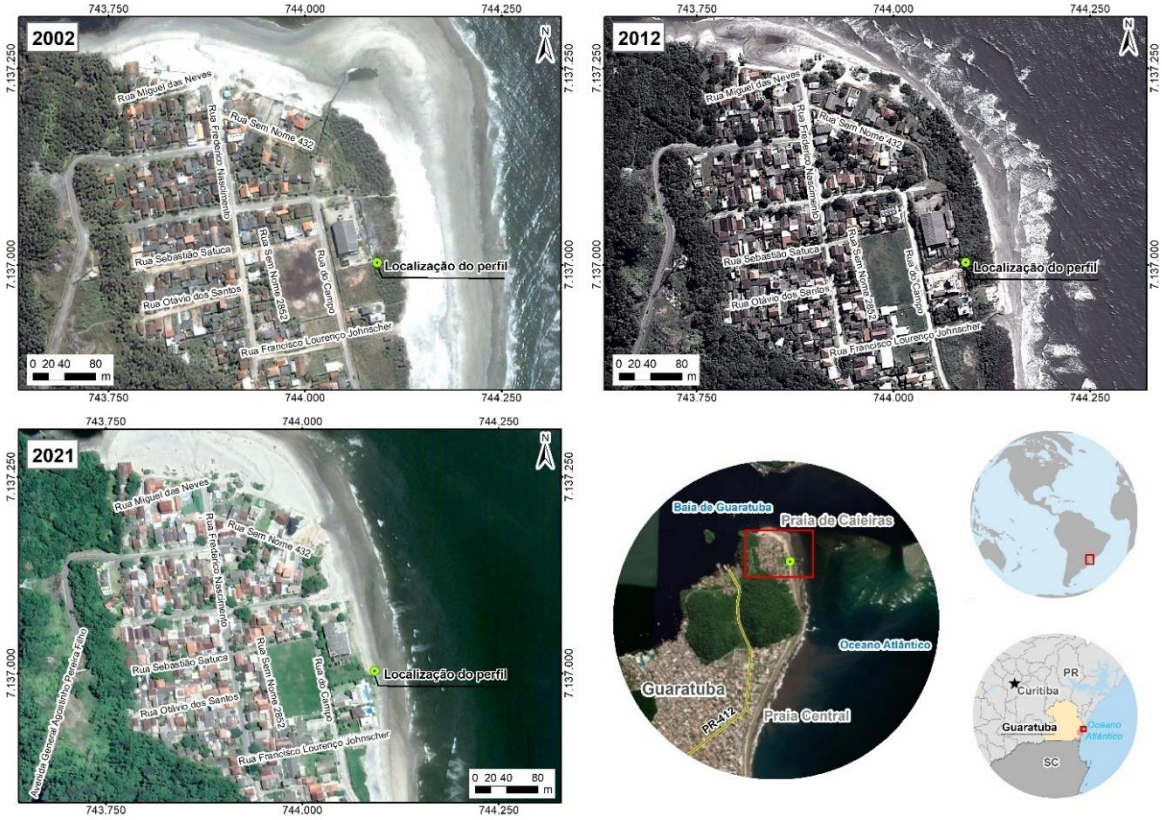
Na FIGURA 32 é apresentada a localização dos perfis levantados para realização da análise temporal na Praia de Caieiras e nas FIGURA 29, FIGURA 30 e FIGURA 31 observam-se as principais variações da faixa de areia. Na FIGURA 33 se nota a retrogradação alternando com a progradação.

FIGURA 29 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “A” DA PRAIA DE CAIEIRAS



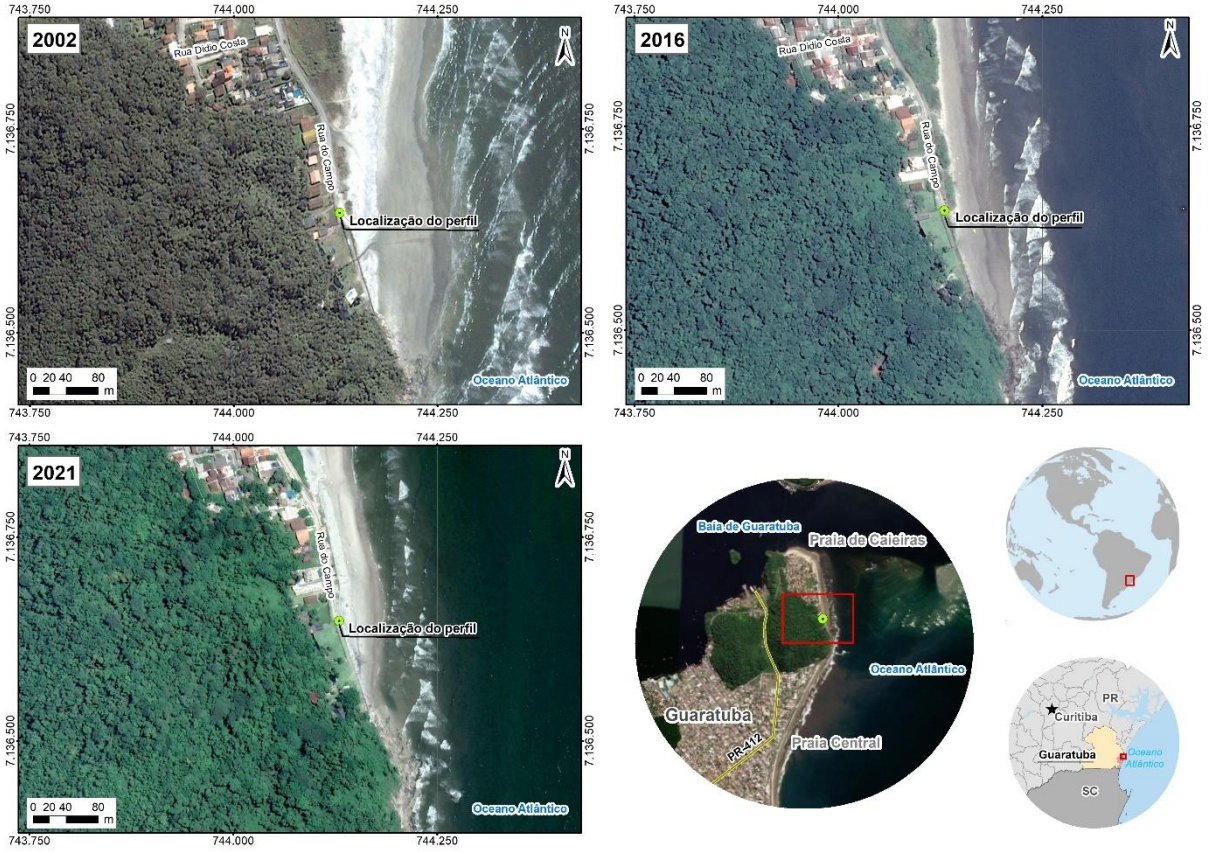
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 30 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “B” DA PRAIA DE CAIEIRAS



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 31 – ANÁLISE TEMPORAL DO PERFIL “C” DA PRAIA DE CAIEIRAS



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 32 – LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS LEVANTADOS PARA ANÁLISE TEMPORAL NA PRAIA DE CAIEIRAS



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 33 – NOTA-SE A RETROGRADAÇÃO ALTERNANDO COM A PROGRADAÇÃO



Fonte: UNILIVRE, 2024.

A Praia de Brejatuba tem forma retilínea com direção norte-nordeste e se estende por 9,9 km entre o Morro do Cristo e a Barra do Saí, onde sofre influência da desembocadura do Rio Saí-Guaçu. Comparando fotografias de 1953 e 1980, Angulo (1993a) não detectou variações significativas na linha de costa. Também mostrou que em quatro perfis praiais entre 1999 e 2002, evidenciaram 7,4m de progradação (TABELA 8). A desembocadura do Rio Saí-Guaçu constitui um pequeno estuário, que é a divisa entre o estado do Paraná e Santa Catarina e apresenta uma configuração variante da barra, com aumento e diminuição da sinuosidade do estuário.

TABELA 8 – COMPILADO DE EVENTOS COSTEIROS E SUAS RESPECTIVAS TAXAS NA PRAIA DE BREJATUBA

Período	Localização	Tipo de Variação	Variação (m)
1953-1980	Geral	Estável	<10
1999-2002	Perfil mais ao norte	Progradação	7,4
1999-2002	Demais perfis	Estável	<1

Fonte: UNILIVRE, 2024.

A Ilha do Saí-Guaçu que fica próxima à desembocadura, provoca a refração das ondas favorecendo o alargamento do esporão e a formação de um tômbolo. A ocupação muito próxima a linha da costa no Balneário da Barra do Saí tem provocado problemas de erosão, devido as rápidas mudanças da linha de costa observadas na área.

No Paraná os problemas costeiros são decorrentes principalmente em função de uma ocupação inadequada, muito próxima à linha costeira, por vezes invadindo a própria praia, inclusive com arruamentos. Além da destruição das dunas frontais que atuam como estoque de areia para as praias, originando o ciclo de progradação/retrogradação.

A ocupação antrópica, além de alterar a dinâmica natural da costa, sofre os impactos provocados pela variabilidade do litoral, sendo que, para corrigir ou adaptar determinada situação provocada pela ocupação é necessário o despendimento de recursos financeiros.

Diante do exposto, é possível inferir que no litoral paranaense a progradação e retrogradação pode ser explicada em cada caso, pela dinâmica natural local ou pela interferência antrópica, não apresentando uma tendência geral que possa ser atribuída às mudanças globais.

2.3.7. Jazidas de Areia na Plataforma Rasa

A fim de confirmar as jazidas de areia ocorrentes na plataforma rasa da costa paranaense, o Governo do estado do Paraná solicitou em 2020, da empresa Água & Minério Sondagens de Solo LTDA., um levantamento das jazidas para utilizá-las nos serviços de “engorda” da faixa de praia em Matinhos-PR (FIGURA 35). O documento em questão foi consultado a fim de compreender os métodos e os resultados obtidos, uma vez que a jazida selecionada para Matinhos se situa próxima o suficiente de outra jazida estipulada como viável para utilizar em Guaratuba-PR. Constatou-se que foram realizadas apenas amostragens superficiais do leito marinho em 19 (dezenove) pontos, sem nenhuma sondagem que permitisse mensurar as espessuras dos depósitos. Dessa forma, a cubagem foi apenas estimada. A jazida “B” está localizada aproximadamente 2 km da jazida cogitada inicialmente (D) para uso em Guaratuba. Essa, por sua vez, está a 8 km da orla da Praia Central.

Com a eventual constatação de que a jazida “D” está inserida em uma localidade onde há processo ativo de requerimento de pesquisa, foram mapeadas porções ao sul, onde evidências geológicas indicam uma continuação dos cordões litorâneos. Por fim, as jazidas escolhidas consistem em uma área de 2 km^2, a qual situa-se 4,30 km a nordeste da orla, medidos desde a Praia Central até o ponto central

da área e uma distância de 5 a 6 km a sudeste da Praia Central com volume estimado de 1 Km^2 (FIGURA 34).

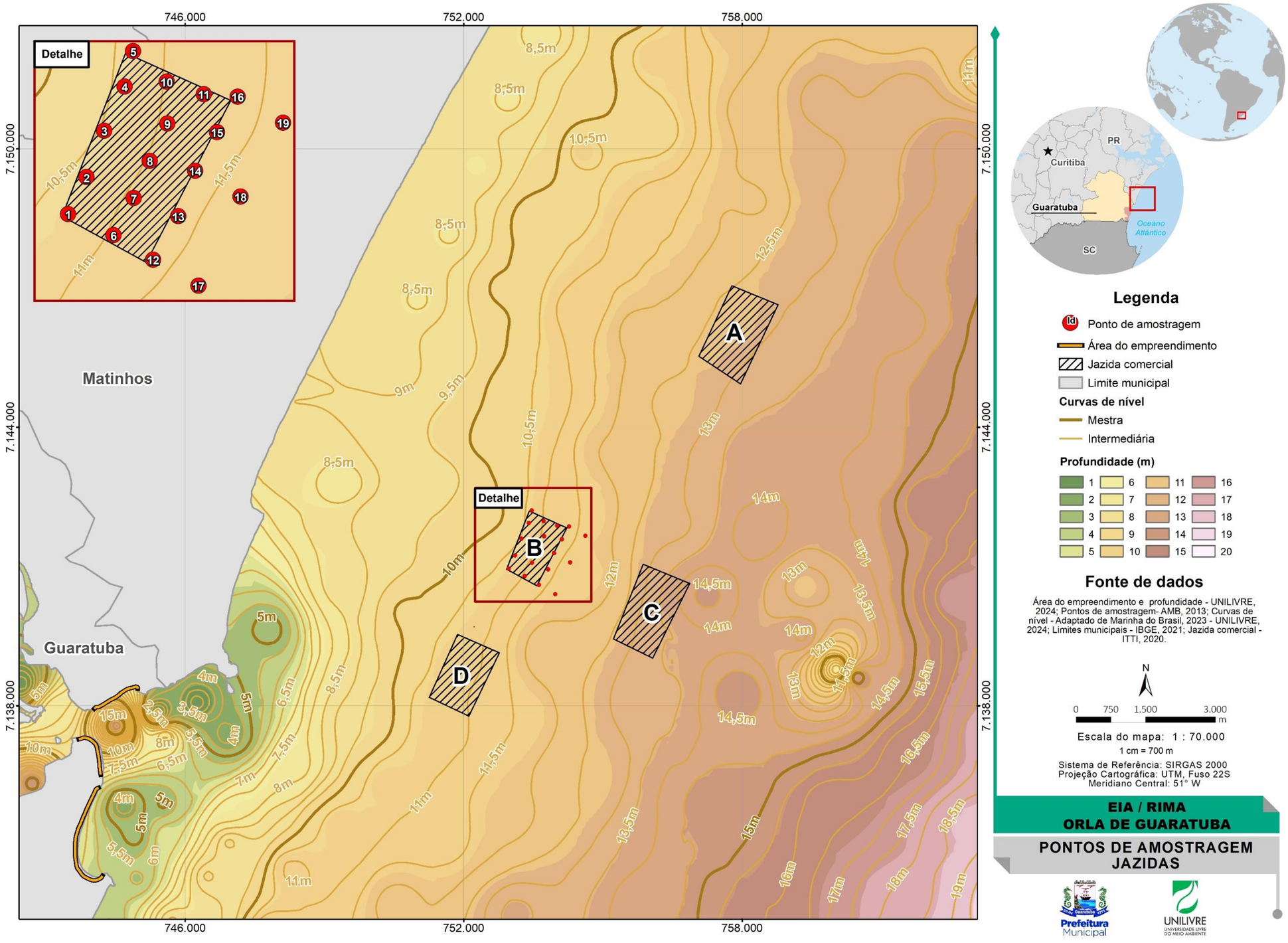
FIGURA 34 – LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS DE AREIA



Jazida	Ponto	E (m)	N (m)
1	1	748.374,99	7.136.245,87
	2	749.082,10	7.135.538,76
	3	746.960,78	7.134.831,65
	4	747.667,89	7.134.124,54
2	5	747.490,77	7.131.377,54
	6	748.375,00	7.130.953,00
	7	747.032,38	7.130.482,04
	8	747.951,15	7.130.072,49

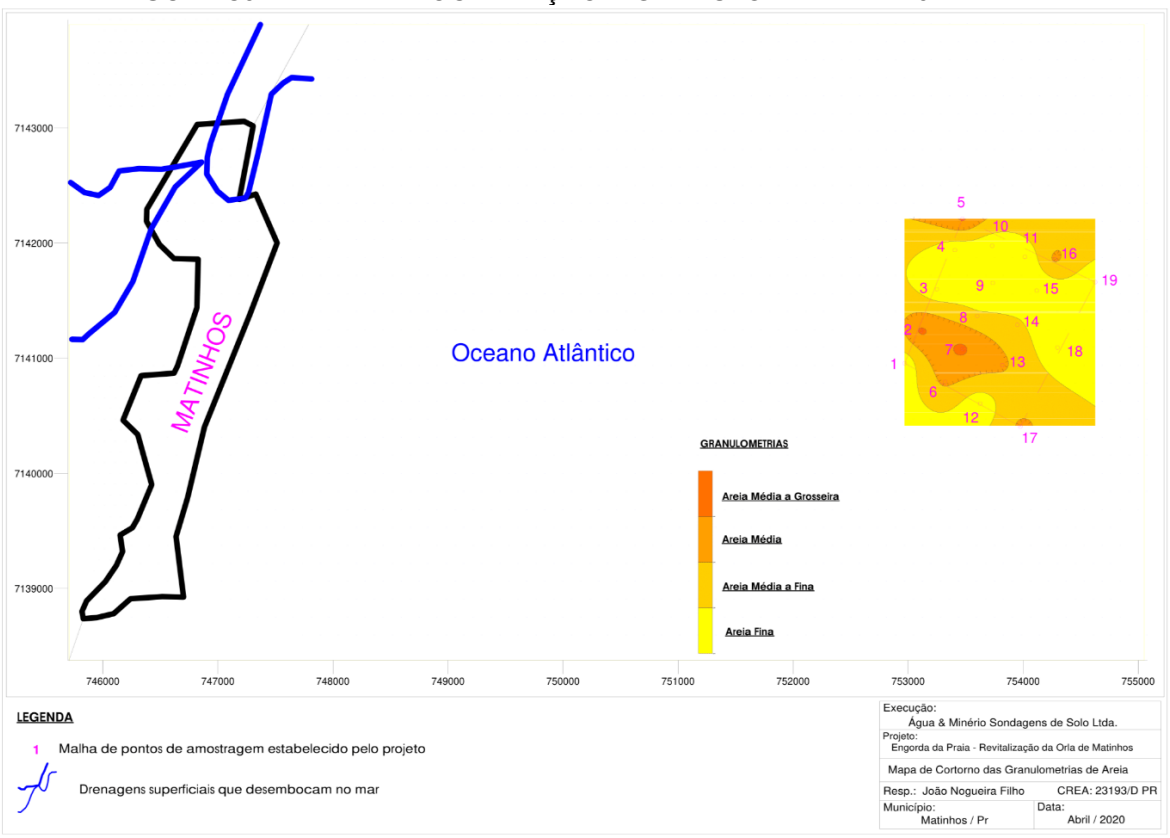
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 35 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS E DAS AMOSTRAGENS PARA MATINHOS



Quanto aos estudos da jazida utilizada em Matinhos, as amostras foram analisadas por Alpes Laboratório de Pesquisas e Ensaios Físicos de Solos, a fim de caracterizar os sedimentos coletados. Os resultados de granulometria indicam a predominância de grãos médios, muito arredondados, mal selecionados e de composição silicática, onde se fazem presentes teores de minerais pesados e fragmentos de conchas na ordem de 2,0% cada. A variação interna do depósito foi calculada a partir de interpolações utilizando técnicas geoestatísticas, de krigagem universal, por blocos. Assim, foi construído um mapa que apresenta a granulometria modal da jazida (FIGURA 36). Em uma área total investigada de 1.657.550,0 m^2, valores estimados de volume nas jazidas “B” e “D”, para uma espessura de 3,0 m de sedimentos, foram de 4.972.650,0 m^3 e 12.431.625,0 m^3, respectivamente (Água & Minério Sondagens De Solo LTDA, 2020).

FIGURA 36 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO E GRANULOMETRIA DA JAZIDA “B”



Fonte: Água & Minério Sondagens de Solo LTDA, 2020.

Segundo o estudo geológico da plataforma rasa do Paraná, a areia coletada na região reflete um depósito residual superficial, formado pela ação das ondas sobre depósitos anteriores que estão submersos, depois que o nível do mar subiu. Há

indícios de que a plataforma rasa do Paraná é uma plataforma escassa em sedimentos recentes e onde ocorre, há exposição de depósitos antigos de diferentes origens e composições (Veiga *et al.*, 2004; Sielski *et al.* 2017).

Em decorrência disso, a equipe da UNILIVRE propôs avaliação por batimetria das jazidas de interesse, bem como sondagem e amostragem, visando quantificar em volume, granulometria e composição do depósito de areia a ser utilizado. Não seria confiável utilizar a jazida “B”, tendo em vista que já foi utilizada extensivamente em Matinhos. Ao utilizar das estimativas e valores obtidos para esta, espera-se que o comportamento dos depósitos de plataforma rasa sejam os mesmo em uma continuação ao sul para a jazida “D”. Com base nos estudos de Bigarella (1946, 1965) e Bigarella *et al.* (1978), é possível afirmar que existem indícios de ocorrência e extensão destes cordões litorâneos ao norte e ao sul, marcados pelas antigas linhas de costa e suas respectivas chegadas de sedimentos que se depositaram na plataforma rasa, denominados depósitos da progradação da linha de costa. Essas variações da margem costeira refletem as variações de marés, do nível relativo do mar, dinâmica de sedimentação, ventos e dentre outros fatores.

Esses cordões litorâneos são por vezes conhecidos como terraços arenosos. Sua origem pode ser tanto marinha quanto eólica e são uma sucessão de cordões arenosos de baixa altura, dispostos paralelamente à linha de costa, formados durante um recuo contínuo do nível marinho. Ao longo das transgressões marinhas, a ação das correntes e das ondas foram responsáveis por retrabalhar, transportar e selecionar os sedimentos submersos, dispondo-os sobre o leito cristalino.

Dessa forma, ao mapear uma porção da plataforma continental paranaense, atribuída com cordões litorâneos e cujas cotas batimétricas são correlatas com as jazidas já mencionadas anteriormente, estima-se que a disponibilidade de sedimentos seja semelhante.

Para fins de cubagem, com as sondagens executadas, coleta e análise de amostras de sedimentos das jazidas prospectadas pela empresa Água & Minério Sondagens de Solo, foram obtidos perfis com areia muito fina a média, com espessuras variando de 1,0 m até 3,0 m, sendo que há possibilidade de algumas porções com até 4 m de espessura de sedimentos, em um melhor cenário. Nesse caso, a Tonelagem estimada = a) Para espessuras variando de 2,0 m a 3,0 m de sedimento = 17.307.562,0 ton; b) Para espessura de 1,0 m de sedimento =

6.074.572,0 ton, totalizando = 23.382.134,0 toneladas de areia disponíveis para serem explotadas.

2.3.8. Sedimentos

O alargamento de faixa de praia ou “engorda” artificial de praia, tecnicamente conhecido como aterro artificial de praia, é uma obra de engenharia para proteção costeira, para evitar ou reduzir a erosão da linha de costa. A técnica consiste na colocação artificial de areia, preferencialmente de mesma granulometria e densidade do material original da praia. Com esse propósito, o levantamento das características e propriedades dos sedimentos é fundamental para alcançar resultados positivos.

A análise granulométrica permite avaliar as propriedades dos depósitos sedimentares marinhos em jazidas prospectadas em trabalhos prévios, desde as zonas de praias até a jazida de areia inconsolidada no leito marinho, localizada aproximadamente três a seis quilômetros da costa.

Esses sedimentos envolvem a movimentação de volumes importantes de areia da orla marinha do litoral paranaense, nos municípios de Matinhos e Guaratuba, onde as correntes marinhas e a energia das ondas promovem constante retrabalhamento, podendo modificar o perfil dos depósitos sedimentares obtidos nas jazidas ao longo do tempo.

O trabalho consistiu em levantar perfis geológicos nas praias e na jazida com coleta de amostras de sedimentos através de um tubo de PVC (policloreto de vinila) com êmbolo de sucção. A partir da determinação das granulometrias e das características físicas dos sedimentos, tem-se confiabilidade no processo de recuperação volumétrica das praias através da adição de sedimentos arenosos provenientes de uma jazida marinha.

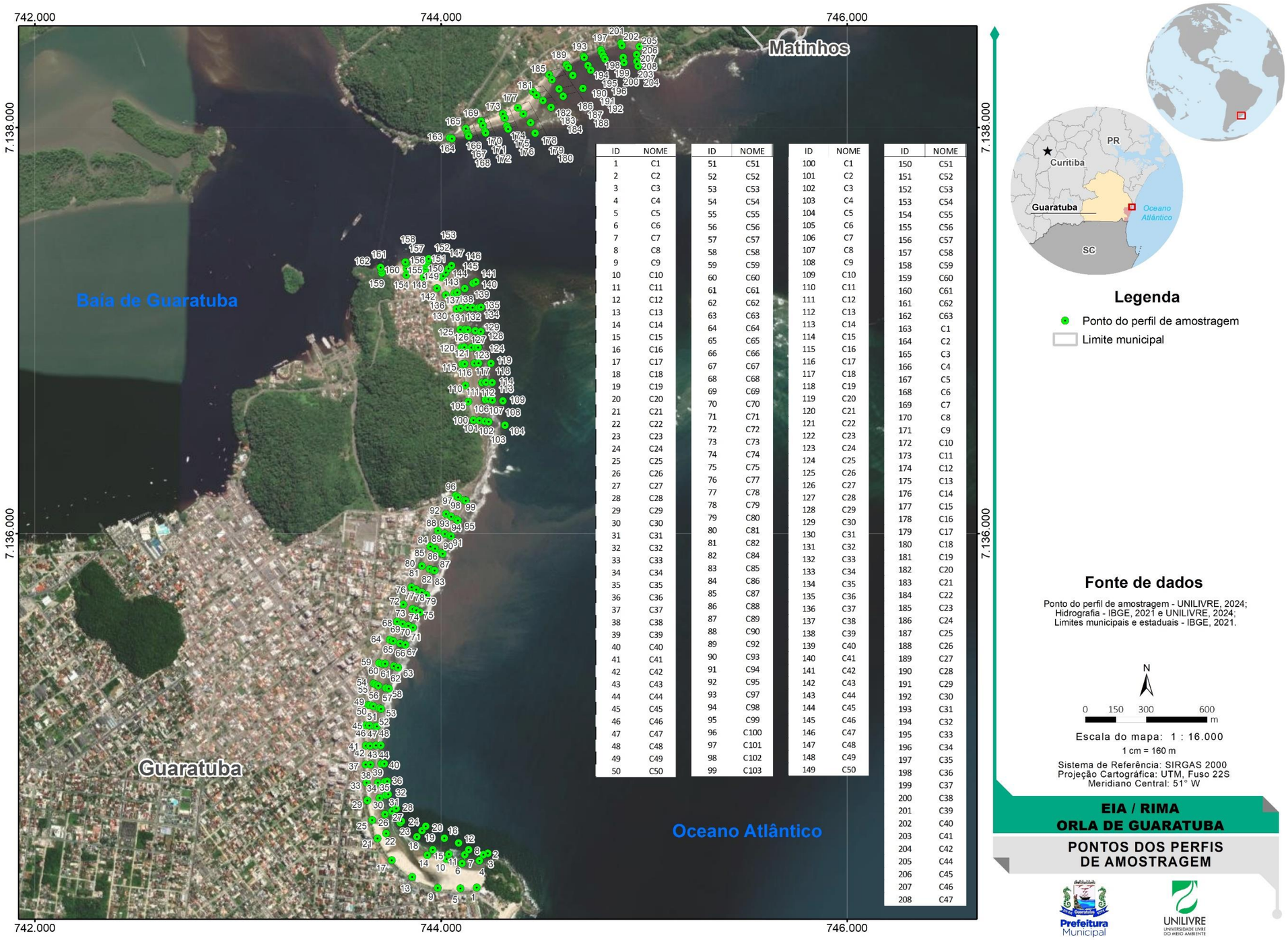
Ademais, outro objetivo visou diagnosticar, avaliar e comprovar a presença de uma jazida de areia em uma área pré-determinada na plataforma oceânica, em mar aberto, caracterizar a granulometria dos sedimentos e correlacionar com amostragem nos perfis de praias. Esses levantamentos são necessários para a execução das atividades de recuperação e proteção da Praia Central, Praia de Caieiras e Prainha do município de Guaratuba.

O presente estudo almejou avaliar e estipular a distribuição e ocorrência dos sedimentos coletados ao longo do perfil de praia, bem como realizar uma caracterização morfodinâmica do sistema praial em questão. A partir de métodos e procedimentos laboratoriais, as amostras foram classificadas em padrões de granulometria, como diâmetro dos grãos, e outros parâmetros estatísticos. Por meio destes estudos é possível estabelecer uma correlação sedimentológica e granulométrica entre os sedimentos da orla e os provenientes da jazida utilizada para a alimentação artificial, a fim de confirmar sua compatibilidade e confiabilidade para alocação.

2.3.8.1. Localização dos pontos amostrais

A área alvo situa-se ao longo das praias do município de Guaratuba e nas imediações da divisa com Matinhos. Nessas localizações foram realizados trabalhos de amostragens, batimetria, levantamento de perfis geológicos de praias perpendiculares à linha de costa, bem como levantamento das jazidas situadas a aproximadamente 3 a 6 quilômetros da Praia Central de Guaratuba. A FIGURA 37 mostra a disposição espacial dos levantamentos efetuados.

FIGURA 37 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS E DA ÁREA ESTUDADA



ID	NOME
1	C1
2	C2
3	C3
4	C4
5	C5
6	C6
7	C7
8	C8
9	C9
10	C10
11	C11
12	C12
13	C13
14	C14
15	C15
16	C16
17	C17
18	C18
19	C19
20	C20
21	C21
22	C22
23	C23
24	C24
25	C25
26	C26
27	C27
28	C28
29	C29
30	C30
31	C31
32	C32
33	C33
34	C34
35	C35
36	C36
37	C37
38	C38
39	C39
40	C40
41	C41
42	C42
43	C43
44	C44
45	C45
46	C46
47	C47
48	C48
49	C49
50	C50

ID	NOME
51	C51
52	C52
53	C53
54	C54
55	C55
56	C56
57	C57
58	C58
59	C59
60	C60
61	C61
62	C62
63	C63
64	C64
65	C65
66	C66
67	C67
68	C68
69	C69
70	C70
71	C71
72	C72
73	C73
74	C74
75	C75
76	C77
77	C78
78	C79
79	C80
80	C81
81	C82
82	C84
83	C85
84	C86
85	C87
86	C88
87	C89
88	C90
89	C92
90	C93
91	C94
92	C95
93	C97
94	C98
95	C99
96	C100
97	C101
98	C102
99	C103

ID	NOME
100	C1
101	C2
102	C3
103	C4
104	C5
105	C6
106	C7
107	C8
108	C9
109	C10
110	C11
111	C12
112	C13
113	C14
114	C15
115	C16
116	C17
117	C18
118	C19
119	C20
120	C21
121	C22
122	C23
123	C24
124	C25
125	C26
126	C27
127	C28
128	C29
129	C30
130	C31
131	C32
132	C33
133	C34
134	C35
135	C36
136	C37
137	C38
138	C39
139	C40
140	C41
141	C42
142	C43
143	C44
144	C45
145	C46
146	C47
147	C48
148	C49
149	C50

ID	NOME
150	C51
151	C52
152	C53
153	C54
154	C55
155	C56
156	C57
157	C58
158	C59
159	C60
160	C61
161	C62
162	C63
163	C1
164	C2
165	C3
166	C4
167	C5
168	C6
169	C7
170	C8
171	C9
172	C10
173	C11
174	C12
175	C13
176	C14
177	C15
178	C16
179	C17
180	C18
181	C19
182	C20
183	C21
184	C22
185	C23
186	C24
187	C25
188	C26
189	C27
190	C28
191	C29
192	C30
193	C31
194	C32
195	C33
196	C34
197	C35
198	C36
199	C37
200	C38
201	C39
202	C40
203	C41
204	C42
205	C44
206	C45
207	C46
208	C47

2.3.8.2. Materiais e Métodos

A seguir serão apresentados os materiais e métodos utilizados para a caracterização dos sedimentos das praias, objeto deste estudo.

2.3.8.2.1. Uso e Levantamento de Dados

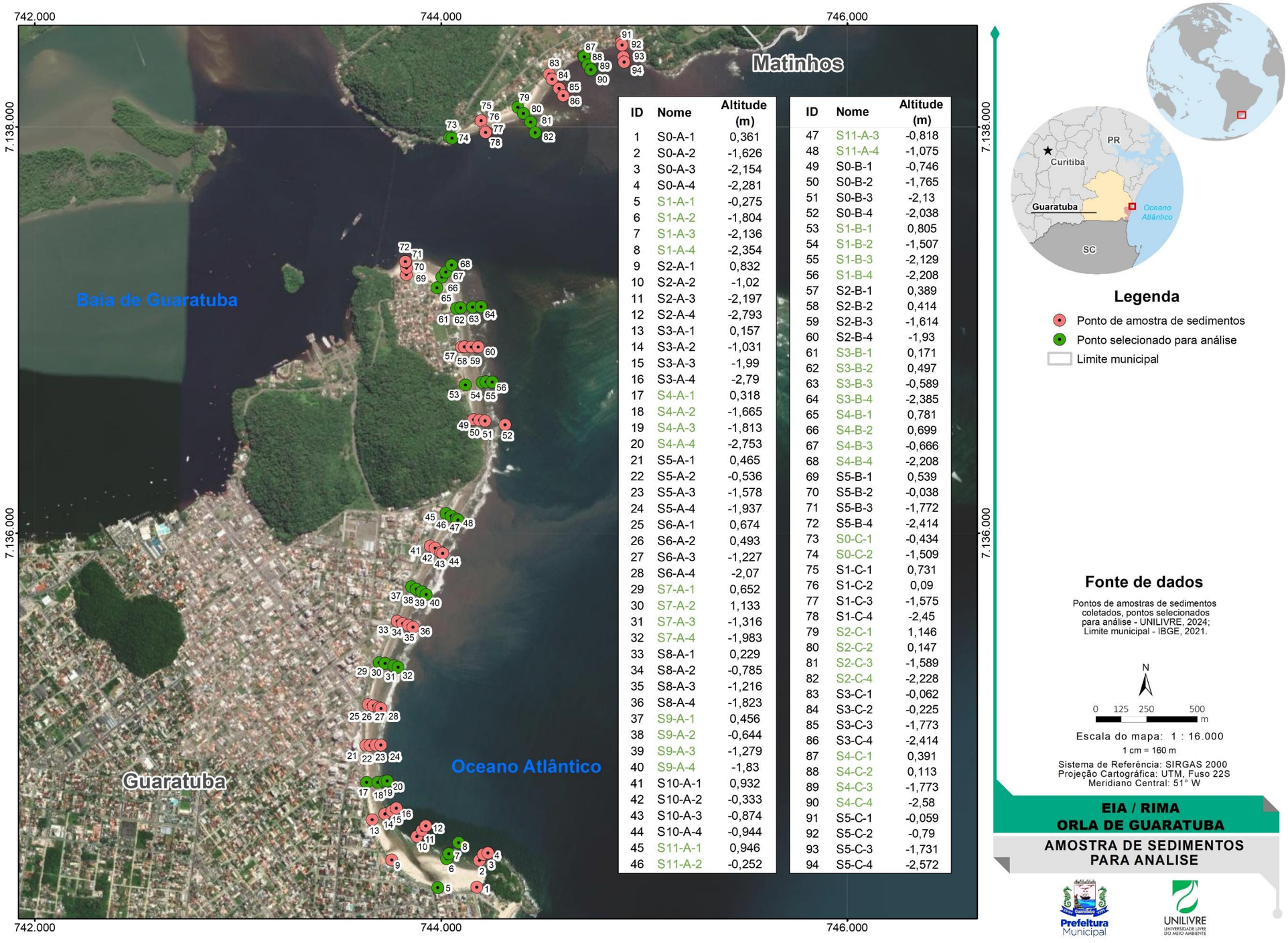
A fim de caracterizar a granulometria de sedimentos nas praias de Guaratuba, foram realizadas amostragens nos dias 24/02/2024 (Praia Central), 25/02/2024 (Caieiras) e 26/02/2024 (Prainha), em perfis transversais de praia com espaçamento de aproximadamente 200 m entre cada perfil, com quatro amostras por perfil. Do total de 94 amostras coletadas (48 na Praia Central, 24 em Caieiras e 22 na Prainha), foram selecionadas 42 amostras, as quais foram submetidas a análise granulométrica laboratorial (FIGURA 38). As coletas de sedimentos referem-se aos primeiros centímetros da camada superficial. Os perfis foram sequenciados de acordo com sua localização, onde 12 deles nomeiam-se como **A**, da Praia Central (FIGURA 39), 6 como **B,** da Praia de Caieiras (FIGURA 40) e 6 como **C,** da Prainha (FIGURA 41). De cada perfil foram coletadas quatro amostras, exceto do perfil número 0 (zero) da Prainha, do qual tem-se duas coletas apenas. As amostras abrangem pontos representativos do perfil, contemplando as áreas do pós-praia, estirâncio, zona de arrebentação e ante praia. As profundidades de coleta estão evidenciadas na TABELA 9. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos lacrados e etiquetados, com a denominação da praia, identificação do perfil, localização ao longo do perfil, coordenadas geográficas e data da coleta.

TABELA 9 – PROFUNDIDADE DAS COLETAS NO PERFIL DE PRAIA

PERFIS (Praia Central)	Profundidade (m)
S1A-1	-0,275
S1A-2	-1,804
S1A-3	-2,136
S1A-4	-2,354
S4A-1	0,318
S4A-2	-1,665
S4A-3	-1,813
S4A-4	-2,753
S7A-1	0,652
S7A-2	1,133
S7A-3	-1,316
S7A-4	-1,983
S9A-1	0,456
S9A-2	-0,644
S9A-3	-1,279
S9A-4	-1,830
S11A-1	0,946
S11A-2	-0,252
S11A-3	-0,818
S11A-4	-1,075
PERFIS (Praia Caieiras)	
S1B-1	0,805
S1B-2	-1,507
S1B-3	-2,129
S1B-4	-2,208
S3B-1	0,171
S3B-2	0,497
S3B-3	-0,589
S3B-4	-2,385
S4B-1	0,781
S4B-2	0,699
S4B-3	-0,666
S4B-4	-2,208
PERFIS (Prainha)	
S0C-1	-0,434
S0C-2	-1,509
S2C-1	1,146
S2C-2	0,147
S2C-3	-1,589
S2C-4	-2,228
S4C-1	0,391
S4C-2	0,113
S4C-3	-1,773
S4C-4	-2,580

Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 38 – PONTOS DE SEDIMENTOS SELECIONADOS PARA ANÁLISE



ID	Nome	Altitude (m)
1	S0-A-1	0,361
2	S0-A-2	-1,626
3	S0-A-3	-2,154
4	S0-A-4	-2,281
5	S1-A-1	-0,275
6	S1-A-2	-1,804
7	S1-A-3	-2,136
8	S1-A-4	-2,354
9	S2-A-1	0,832
10	S2-A-2	-1,02
11	S2-A-3	-2,197
12	S2-A-4	-2,793
13	S3-A-1	0,157
14	S3-A-2	-1,031
15	S3-A-3	-1,99
16	S3-A-4	-2,79
17	S4-A-1	0,318
18	S4-A-2	-1,665
19	S4-A-3	-1,813
20	S4-A-4	-2,753
21	S5-A-1	0,465
22	S5-A-2	-0,536
23	S5-A-3	-1,578
24	S5-A-4	-1,937
25	S6-A-1	0,674
26	S6-A-2	0,493
27	S6-A-3	-1,227
28	S6-A-4	-2,07
29	S7-A-1	0,652
30	S7-A-2	1,133
31	S7-A-3	-1,316
32	S7-A-4	-1,983
33	S8-A-1	0,229
34	S8-A-2	-0,785
35	S8-A-3	-1,216
36	S8-A-4	-1,823
37	S9-A-1	0,456
38	S9-A-2	-0,644
39	S9-A-3	-1,279
40	S9-A-4	-1,83
41	S10-A-1	0,932
42	S10-A-2	-0,333
43	S10-A-3	-0,874
44	S10-A-4	-0,944
45	S11-A-1	0,946
46	S11-A-2	-0,252

ID	Nome	Altitude (m)
47	S11-A-3	-0,818
48	S11-A-4	-1,075
49	S0-B-1	-0,746
50	S0-B-2	-1,765
51	S0-B-3	-2,13
52	S0-B-4	-2,038
53	S1-B-1	0,805
54	S1-B-2	-1,507
55	S1-B-3	-2,129
56	S1-B-4	-2,208
57	S2-B-1	0,389
58	S2-B-2	0,414
59	S2-B-3	-1,614
60	S2-B-4	-1,93
61	S3-B-1	0,171
62	S3-B-2	0,497
63	S3-B-3	-0,589
64	S3-B-4	-2,385
65	S4-B-1	0,781
66	S4-B-2	0,699
67	S4-B-3	-0,666
68	S4-B-4	-2,208
69	S5-B-1	0,539
70	S5-B-2	-0,038
71	S5-B-3	-1,772
72	S5-B-4	-2,414
73	S0-C-1	-0,434
74	S0-C-2	-1,509
75	S1-C-1	0,731
76	S1-C-2	0,09
77	S1-C-3	-1,575
78	S1-C-4	-2,45
79	S2-C-1	1,146
80	S2-C-2	0,147
81	S2-C-3	-1,589
82	S2-C-4	-2,228
83	S3-C-1	-0,062
84	S3-C-2	-0,225
85	S3-C-3	-1,773
86	S3-C-4	-2,414
87	S4-C-1	0,391
88	S4-C-2	0,113
89	S4-C-3	-1,773
90	S4-C-4	-2,58
91	S5-C-1	-0,059
92	S5-C-2	-0,79
93	S5-C-3	-1,731
94	S5-C-4	-2,572

Legenda

- Ponto de amostra de sedimentos
- Ponto selecionado para análise
- Limite municipal

Fonte de dados

Pontos de amostras de sedimentos coletados, pontos selecionados para análise - UNILIVRE, 2024;
Limite municipal - IBGE, 2021.

N

0 125 250 500 m

Escala do mapa: 1 : 16.000

1 cm = 160 m

Sistema de Referência: SIRGAS 2000
Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 22S
Meridiano Central: 51° W

EIA / RIMA
ORLA DE GUARATUBA
AMOSTRA DE SEDIMENTOS PARA ANALISE

Prefeitura Municipal
UNILIVRE UNIVERSIDADE LIVRE DO MEIO AMBIENTE

FIGURA 39 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS NA PRAIA CENTRAL

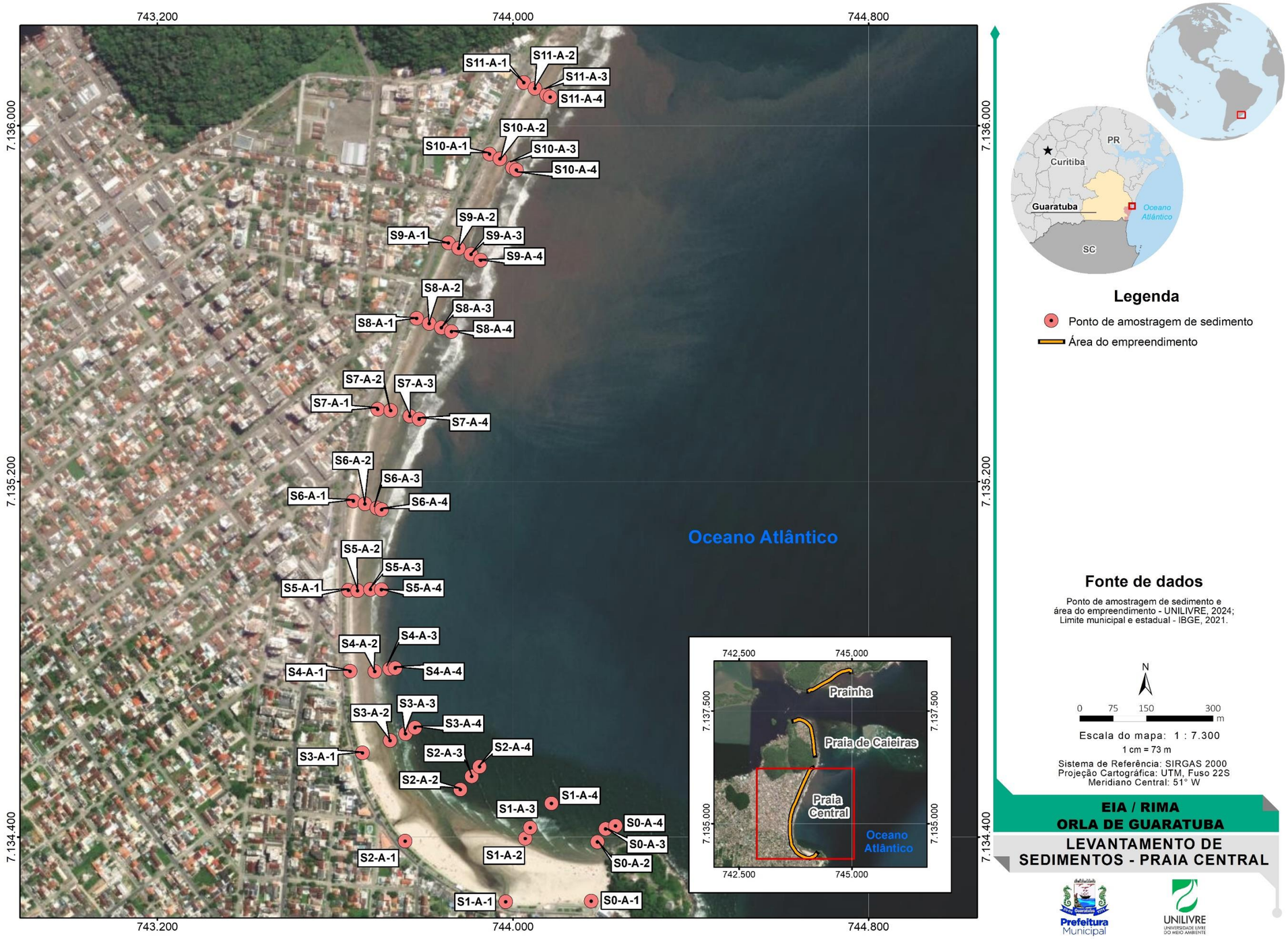


FIGURA 40 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS NA PRAIA DE CAIEIRAS

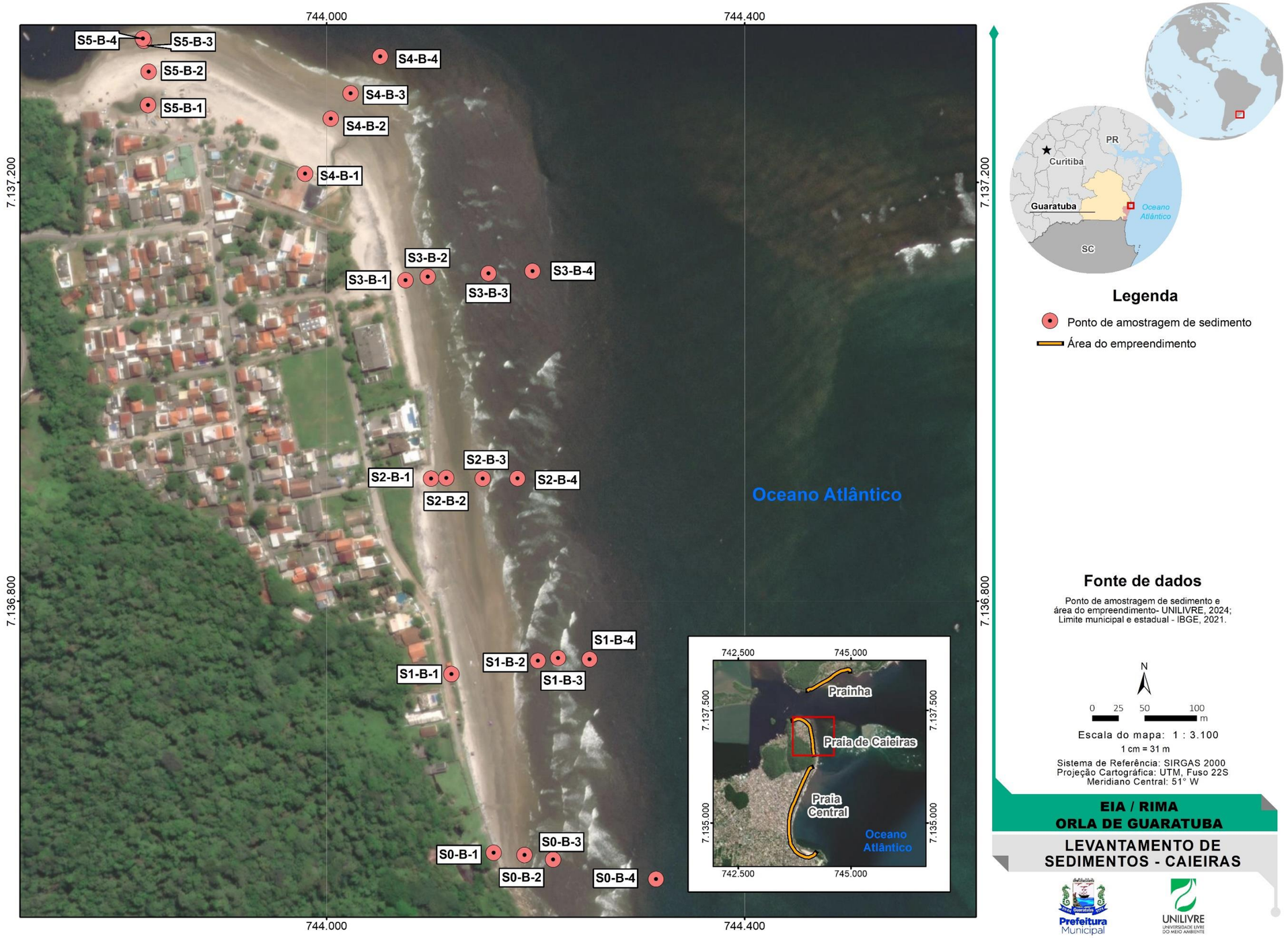


FIGURA 41 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS NA PRAINHA

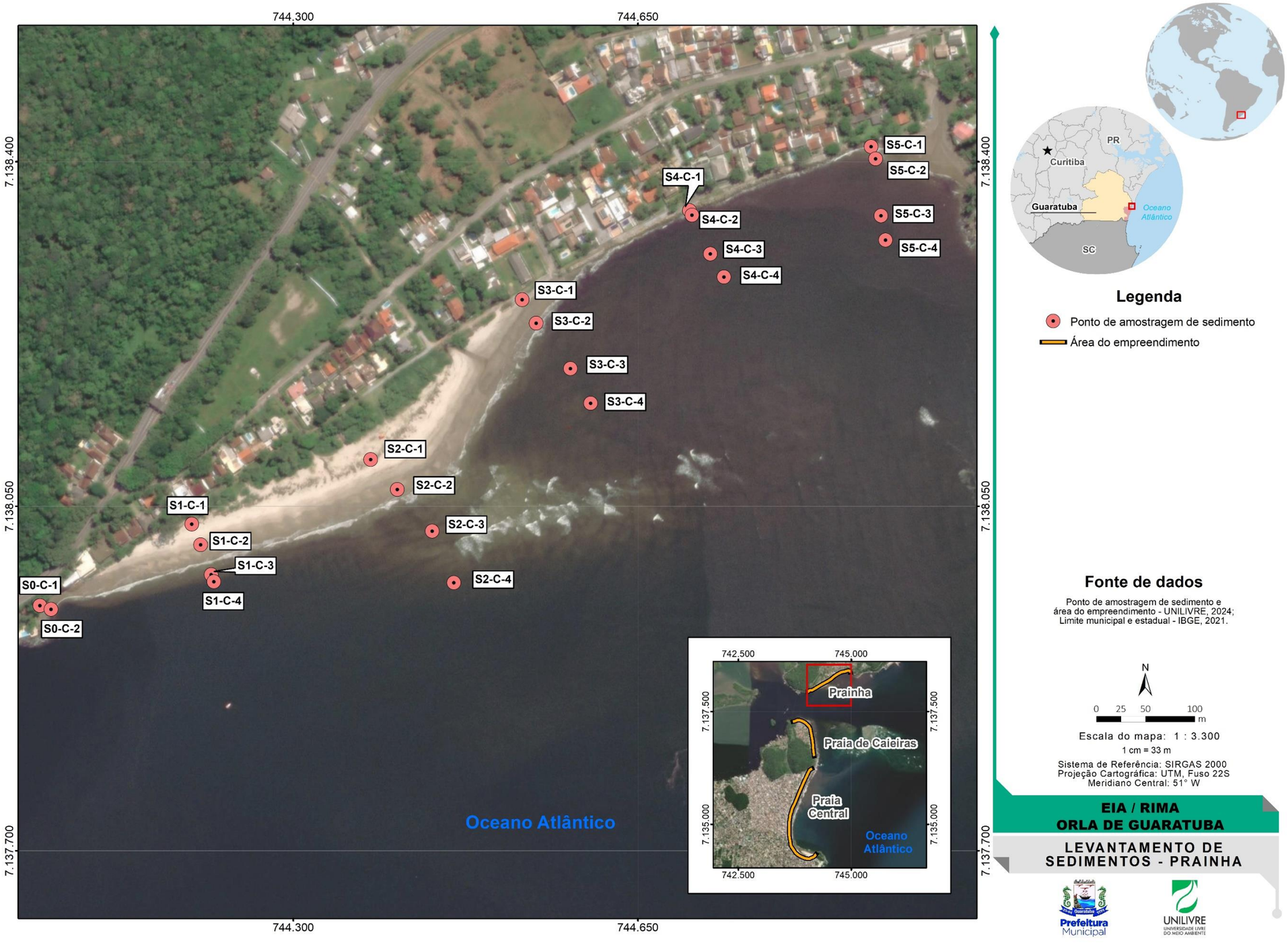


FIGURA 42 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS NA PRAIA MANSA DE CAIOBÁ, MATINHOS

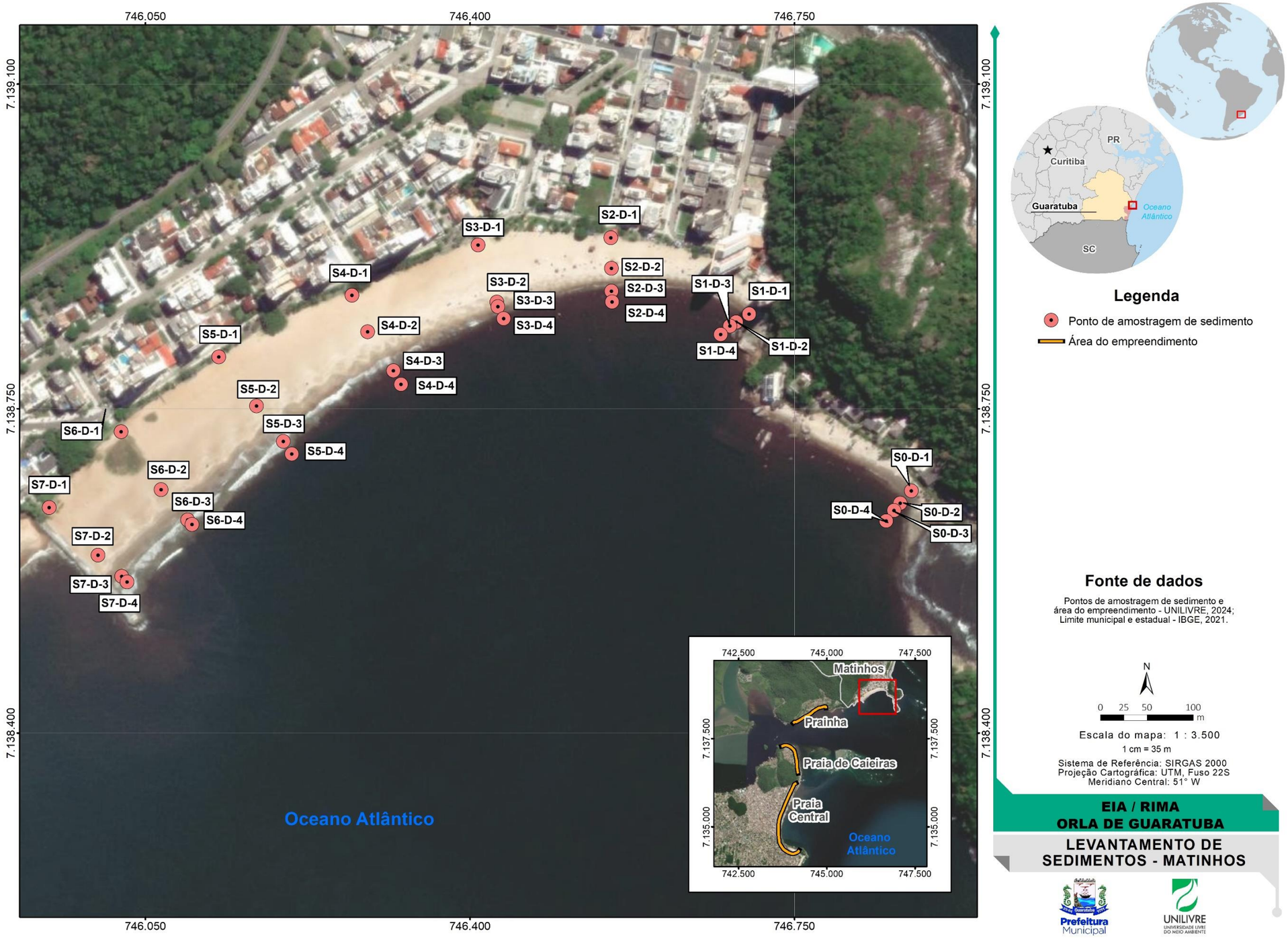
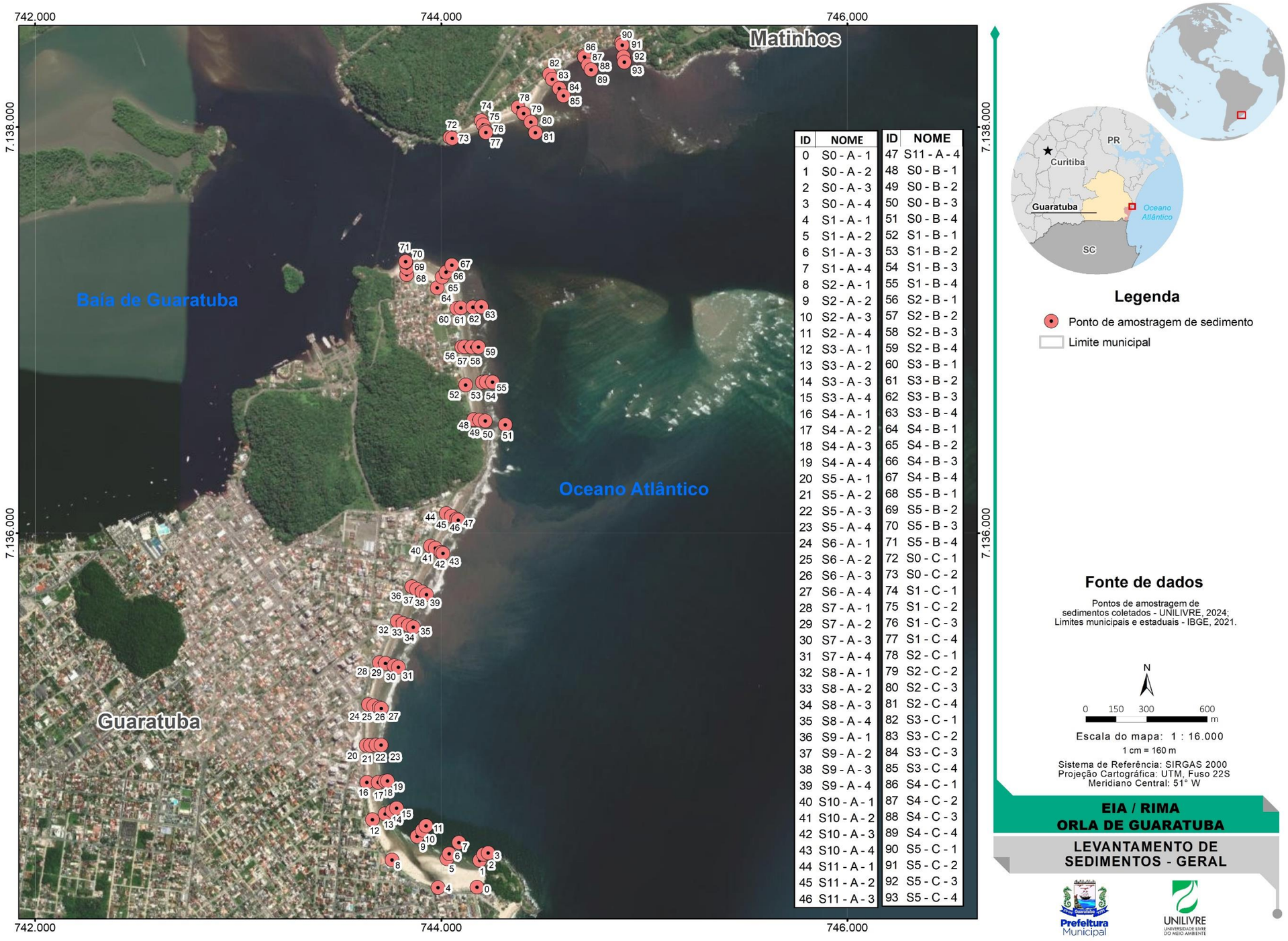


FIGURA 43 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS COLETADOS



ID	NOME
0	S0 - A - 1
1	S0 - A - 2
2	S0 - A - 3
3	S0 - A - 4
4	S1 - A - 1
5	S1 - A - 2
6	S1 - A - 3
7	S1 - A - 4
8	S2 - A - 1
9	S2 - A - 2
10	S2 - A - 3
11	S2 - A - 4
12	S3 - A - 1
13	S3 - A - 2
14	S3 - A - 3
15	S3 - A - 4
16	S4 - A - 1
17	S4 - A - 2
18	S4 - A - 3
19	S4 - A - 4
20	S5 - A - 1
21	S5 - A - 2
22	S5 - A - 3
23	S5 - A - 4
24	S6 - A - 1
25	S6 - A - 2
26	S6 - A - 3
27	S6 - A - 4
28	S7 - A - 1
29	S7 - A - 2
30	S7 - A - 3
31	S7 - A - 4
32	S8 - A - 1
33	S8 - A - 2
34	S8 - A - 3
35	S8 - A - 4
36	S9 - A - 1
37	S9 - A - 2
38	S9 - A - 3
39	S9 - A - 4
40	S10 - A - 1
41	S10 - A - 2
42	S10 - A - 3
43	S10 - A - 4
44	S11 - A - 1
45	S11 - A - 2
46	S11 - A - 3

ID	NOME
47	S11 - A - 4
48	S0 - B - 1
49	S0 - B - 2
50	S0 - B - 3
51	S0 - B - 4
52	S1 - B - 1
53	S1 - B - 2
54	S1 - B - 3
55	S1 - B - 4
56	S2 - B - 1
57	S2 - B - 2
58	S2 - B - 3
59	S2 - B - 4
60	S3 - B - 1
61	S3 - B - 2
62	S3 - B - 3
63	S3 - B - 4
64	S4 - B - 1
65	S4 - B - 2
66	S4 - B - 3
67	S4 - B - 4
68	S5 - B - 1
69	S5 - B - 2
70	S5 - B - 3
71	S5 - B - 4
72	S0 - C - 1
73	S0 - C - 2
74	S1 - C - 1
75	S1 - C - 2
76	S1 - C - 3
77	S1 - C - 4
78	S2 - C - 1
79	S2 - C - 2
80	S2 - C - 3
81	S2 - C - 4
82	S3 - C - 1
83	S3 - C - 2
84	S3 - C - 3
85	S3 - C - 4
86	S4 - C - 1
87	S4 - C - 2
88	S4 - C - 3
89	S4 - C - 4
90	S5 - C - 1
91	S5 - C - 2
92	S5 - C - 3
93	S5 - C - 4

2.3.8.2.2. Métodos de Classificação Granulométrica em Laboratório

A caracterização granulométrica do trecho em estudo foi realizada através dos modelos clássicos propostos por Wright e Short (1984), que tem o objetivo de determinar diferenças entre morfologias de praias. Para isso, foram usados os perfis de praia medidos em conjunto com amostras de sedimento coletadas e tratadas, além de dados da hidrodinâmica local, coletados por observação visual nos dias das medições dos perfis.

As amostragens de sedimentos da antepraia foram realizadas para a aplicação da teoria de perfis de equilíbrio. As amostras da plataforma interna serviram para se ter uma noção preliminar e de baixa consistência sobre as características da granulometria do fundo em locais pontuais pré-determinados.

A coleta de amostras superficiais de sedimento foi realizada utilizando-se um tubo de PVC com êmbolo de sucção. Para o tratamento granulométrico dos sedimentos arenosos, foi utilizado o método de peneiramento, baseado na escala granulométrica de Wentworth (1922), cuja análise foi efetuada segundo intervalos de ½ φ (phi). A escala granulométrica em base φ (phi) utiliza de um artifício matemático que facilita a representação numérica das classes granulométricas, sendo definida por:

$$\varphi = -log_2 d \quad \text{(I)}$$

A incógnita “d” é o diâmetro, em milímetros, dos grãos de sedimento. A partir disso, tem-se as relações entre os diâmetros e a escala “phi”, de acordo com a TABELA 10.

TABELA 10 – ESCALA GRANULOMÉTRICA SIMPLIFICADA DE WENTWORTH E SUAS CORRELAÇÕES PELO PARÂMETRO “PHI”

Classe Granulométrica	Diâmetro (mm)	Diâmetro (φ)
	GRÂNULOS	
Grânulo	4,00	-2,0 a -1,5
	2,83	-1,5 a -1,0
	AREIAS	
Areia Muito Grossa	2,000	-1,0 a -0,5
	1,410	-0,5 a 0
Areia Grossa	1,000	0 a 0,5
	0,707	0,5 a 1,0
Areia Média	0,500	1,0 a 1,5
	0,354	1,5 a 2,0
Areia Fina	0,250	2,0 a 2,5
	0,177	2,5 a 3,0
Areia Muito Fina	0,125	3,0 a 3,5
	0,088	3,5 a 4,0
	FINOS	
Silte + Argila	< 0,062	> 4,0
Silte Grosso	0,062	4,0 a 5,0
	0,031	5,0 a 6,0
Silte Fino	0,016	6,0 a 7,0
	0,008	7,0 a 8,0
Argila	< 0,004	> 8,0

Fonte: UNILIVRE, 2024.

Os dados obtidos das análises granulométricas foram tratados estatisticamente, utilizando-se as fórmulas sugeridas por Folk & Ward (1957) e através da aplicação do Programa SYSGRAN. Foram calculados os parâmetros: média aritmética, mediana, grau de selecionamento das amostras (desvio padrão), assimetria e curtose. Não foi realizada eliminação do carbonato biodetrítico.

Durante os procedimentos de laboratório, todas as amostras foram submetidas a secagem em estufa a 60 ºC. Posteriormente, o conteúdo foi homogeneizado e quarteado numa fração de 100 gramas.

Foi adicionado em cada amostra cerca de 0,50 gramas de pirofosfato de sódio ($Na_4P_2O_7$) em balança analítica, para evitar a floculação das mesmas. As amostras foram então dispersas em agitador mecânico VIATEST com água deionizada (entre 7 e 10 minutos). Em seguida, foi constatado que nenhuma amostra apresentava teor de finos em suspensão.

As amostras foram lavadas sobre uma peneira de abertura 0,062 milímetros (ASTM 230 Mesh/Tyler 250, a última peneira da fração areia); posteriormente, elas foram novamente secadas em estufa a 60 ºC; e após a secagem foram peneiradas

em peneiras BERTEL entre as malhas Mesh 5 e 325 e agitador VIATEST. Cada porção foi devidamente pesada e determinada cada fração granulométrica existente.

As análises granulométricas são feitas pelo método de peneiramento e pipetagem. Os valores do peso inicial e dos pesos de cada classe textural são utilizados para cálculo de parâmetros estatísticos analíticos, através da técnica dos momentos. Os resultados dos parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957), assim como os da distribuição textural, foram plotados no *software* Excel (ANEXO A).

Os teores de matéria orgânica presente nos sedimentos são calculados a partir de dez gramas de sedimento queimados em mufla por uma hora a 550°C. Os carbonatos totais foram obtidos a partir da reação de 10 gramas de amostra com ácido clorídrico (HCI) a 10% de volume até o cessamento da reação. Nas duas situações foram descontados o peso final do peso inicial e obtido assim a porcentagem de matéria orgânica e de carbonato de cálcio ($CaCO_3$).

Nesse estudo consta a descrição de 42 amostras, dispostas em cinco perfis da Praia Central em 20 pontos, três perfis da Praia de Caieiras em 12 pontos e três perfis na Prainha em 10 pontos. Os serviços foram executados na plataforma interna de Matinhos/Guaratuba em profundidades entre -2,580 e +1,146 metros, nas localizações indicadas na FIGURA 38 e TABELA 11.

TABELA 11 – LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAGENS

PERFIS	UTM E	UTM N
Praia Central		
S1A-1	743.983,41	7.134.254,59
S1A-2	744.027,16	7.134.396,84
S1A-3	744.038,29	7.134.420,96
S1A-4	744.086,19	7.134.475,50
S4A-1	743.632,98	7.134.772,74
S4A-2	743.688,86	7.134.772,49
S4A-3	743.722,21	7.134.778,12
S4A-4	743.734,61	7.134.779,85
S7A-1	743.695,37	7.135.361,99
S7A-2	743.724,44	7.135.359,04
S7A-3	743.767,45	7.135.346,61
S7A-4	743.788,61	7.135.339,85
S9A-1	743.854,35	7.135.736,21
S9A-2	743.877,57	7.135.724,17
S9A-3	743.905,19	7.135.710,78
S9A-4	743.927,10	7.135.697,40
S11A-1	744.024,02	7.136.096,69
S11A-2	744.049,21	7.136.083,73
S11A-3	744.075,70	7.136.068,94
S11A-4	744.083,19	7.136.064,24
Praia Caieiras		
S1B-1	744.119,57	7.136.730,11
S1B-2	744.202,13	7.136.742,90
S1B-3	744.221,53	7.136.745,38
S1B-4	744.251,56	7.136.744,24
S3B-1	744.075,64	7.137.106,50
S3B-2	744.096,89	7.137.109,76
S3B-3	744.154,86	7.137.113,00
S3B-4	744.197,04	7.137.115,08
S4B-1	743.979,57	7.137.208,27
S4B-2	744.004,15	7.137.260,82
S4B-3	744.023,01	7.137.285,08
S4B-4	744.051,37	7.137.320,28
Prainha		
S0C-1	744.042,50	7.137.948,95
S0C-2	744.053,77	7.137.945,14
S2C-1	744.378,32	7.138.097,18
S2C-2	744.405,37	7.138.066,99
S2C-3	744.440,95	7.138.024,55
S2C-4	744.462,91	7.137.972,13
S4C-1	744.702,32	7.138.350,23
S4C-2	744.704,80	7.138.345,55
S4C-3	744.723,29	7.138.306,20
S4C-4	744.737,31	7.138.282,77

Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.3.8.3. Resultados

Os resultados da análise granulométrica do sedimento serão apresentados a seguir de forma individualizada, para cada uma das praias em estudo (Praia Central, Caieiras e Prainha).

2.3.8.3.1. Granulometria

As análises granulométricas em laboratório indicam que os sedimentos dos testemunhos estão compostos unicamente pela fração de areias, sendo predominantes as classes de areia média e areia fina. Não foram observados teores de grânulos e nem de finos.

Os resultados das análises granulométricas estão apresentados em detalhe nas seções a), b) e c), bem como nas TABELA 12, TABELA 13 e TABELA 14.

Nas amostras de sedimentos analisadas podem ser observadas duas fácies principais. Na parte superior das coletas ocorre areia fina a média. Essas fácies, provavelmente correspondem às areias que estão sendo retrabalhadas pelas ondas durante eventos de alta energia. Durante esses eventos os sedimentos mais finos ficam em suspensão e são transportados pelas correntes.

Na parte inferior ocorre areia média, às vezes, com evidências de atividade de organismos - bioturbações. Essas fácies ocorrem até a base da coleta e eventualmente continua em profundidade e provavelmente corresponde a sedimentos antigos, marcados por depósitos costeiros praiais e/ou estuarinos, depositados quando o nível do mar era diferente do atual. São sedimentos que, aparentemente, não estão sendo retrabalhados por ondas ou correntes.

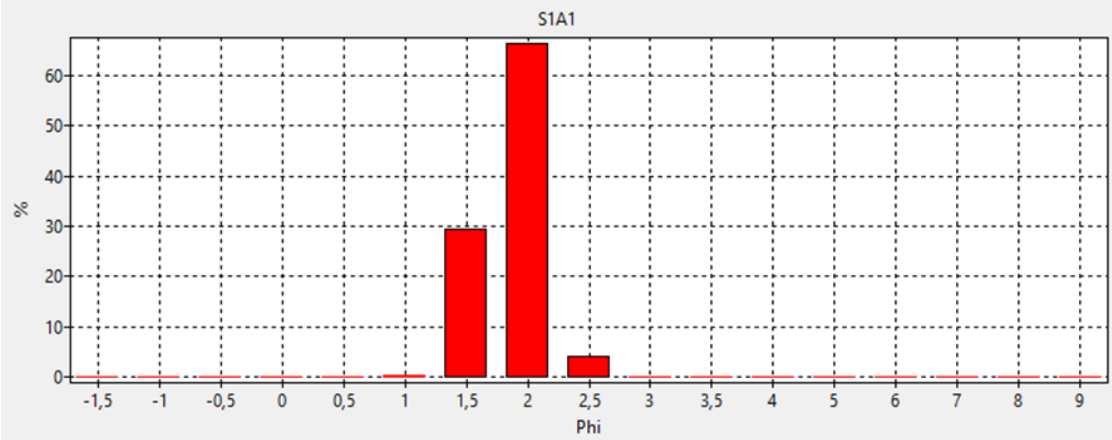
A ocorrência de grânulos, de até 0,5 cm, com cimentação calcária, sugere que podem ocorrer fundos rochosos próximos ou na área da jazida. Isso poderá causar alguns inconvenientes na exploração da mesma, como dificuldades de escavação e dragagem próximo ao leito cristalino, bem como o uso de equipamentos mais robustos e especializados.

a) Sedimentos da Praia Central

- S1A

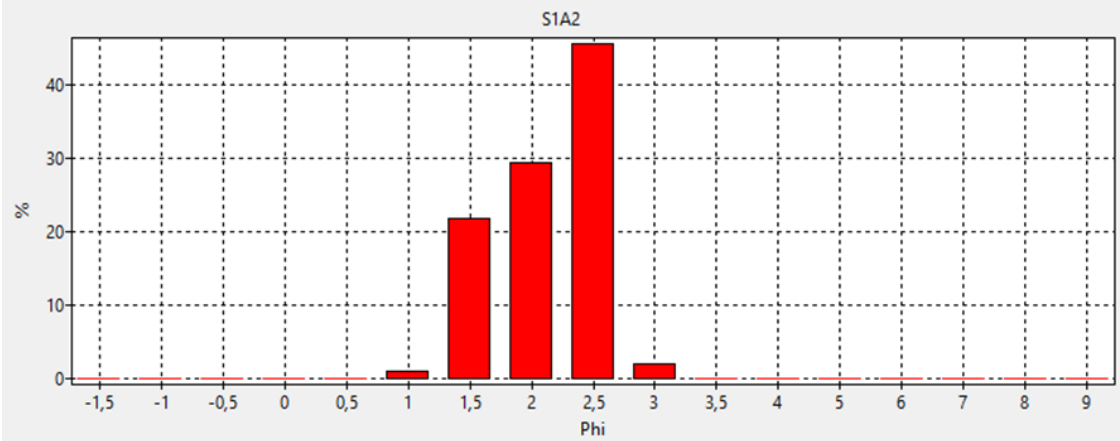
O perfil S1A consiste no primeiro selecionado para análise da Praia Central de Guaratuba e sua classificação como um todo é de areia média bem selecionada. Na porção mais próxima da costa, seus resultados apresentam um predomínio expressivo da fração de areia média (96%) (TABELA 12). É possível observar um aumento da fração de areia fina na medida que o perfil caminha em direção ao mar, como por exemplo, no segundo ponto do perfil, o qual possui aproximados 47% de areia fina. No restante do trecho as frações de areia fina são da ordem de 30%. Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 44, FIGURA 45, FIGURA 46, FIGURA 47) e ao fim obteve-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 48).

FIGURA 44 – S1A1



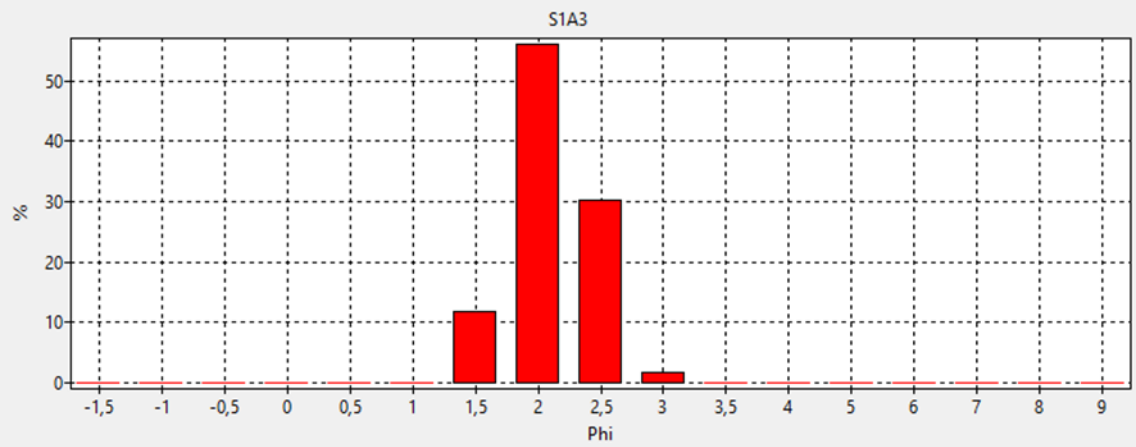
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 45 – S1A2



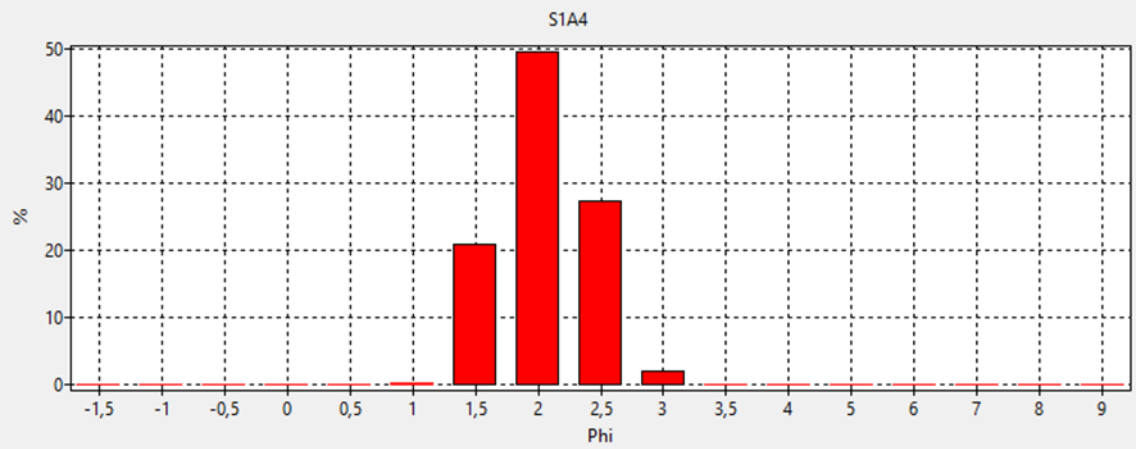
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 46 – S1A3



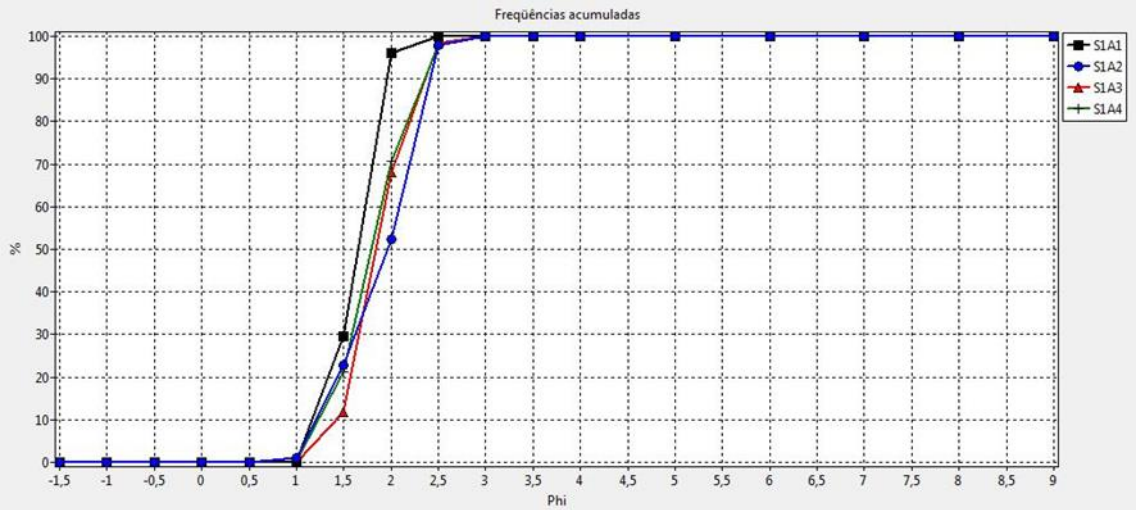
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 47 – S1A4



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 48 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S1A

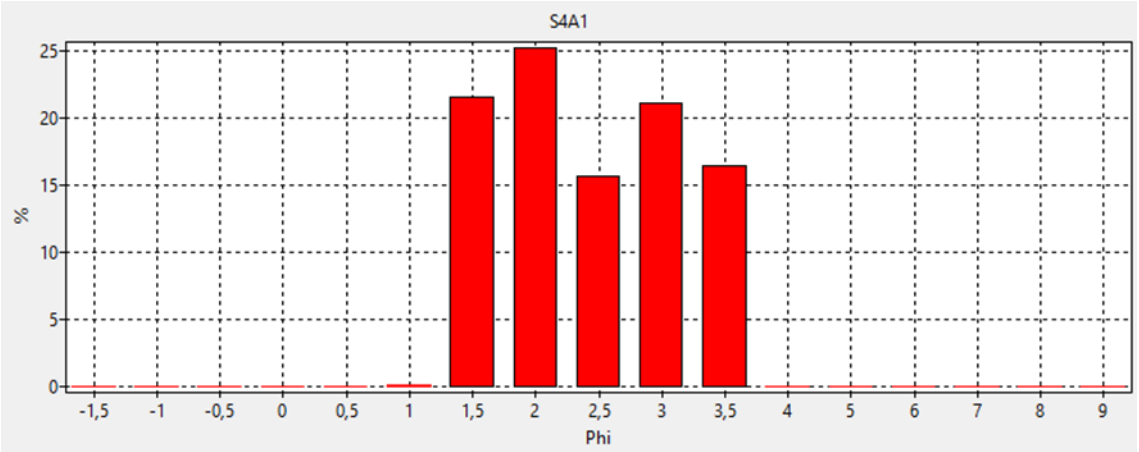


Fonte: UNILIVRE, 2024.

- S4A

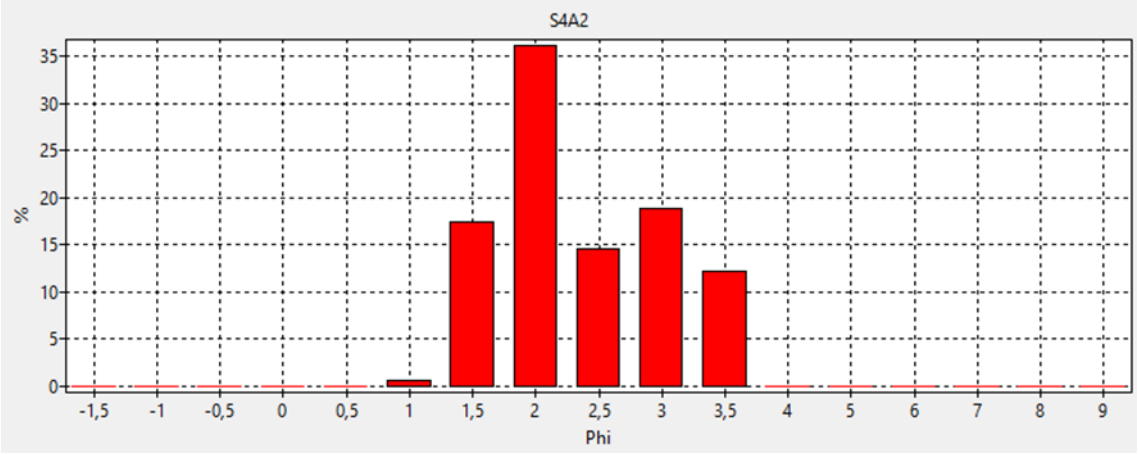
O perfil S4A da Praia Central de Guaratuba foi classificado de modo geral como areia média a fina. Observam-se variações internas no perfil, como a predominância de areia média (46%) no ponto mais próximo da costa, onde a areia fina é da ordem de 36% (TABELA 12). Já no segundo ponto a areia média alcança 54%. Na continuidade do perfil a areia fina predomina. No ponto mais afastado da costa observou-se uma fração significativa de areia muito fina (34%). Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 49, FIGURA 50, FIGURA 51, FIGURA 52) e ao fim obteve-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 53).

FIGURA 49 – S4A1



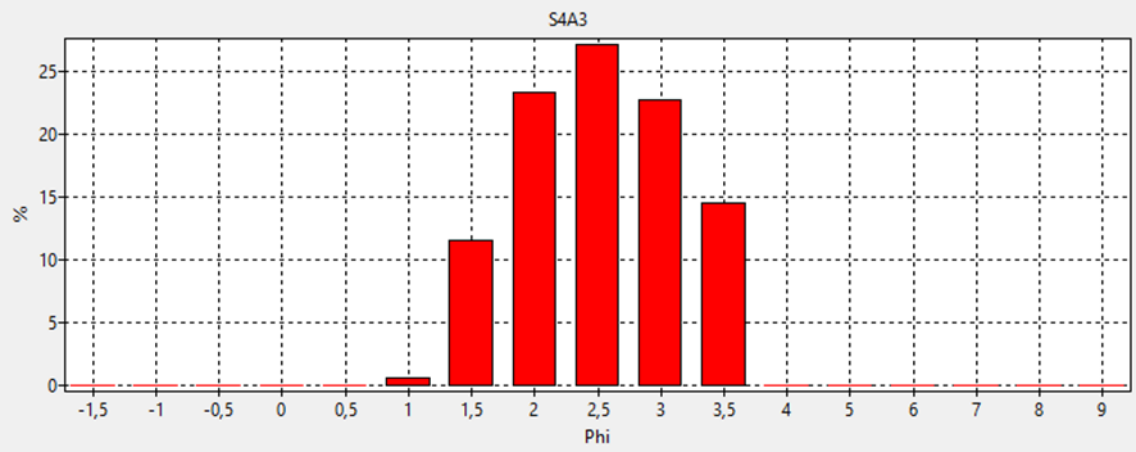
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 50 – S4A2



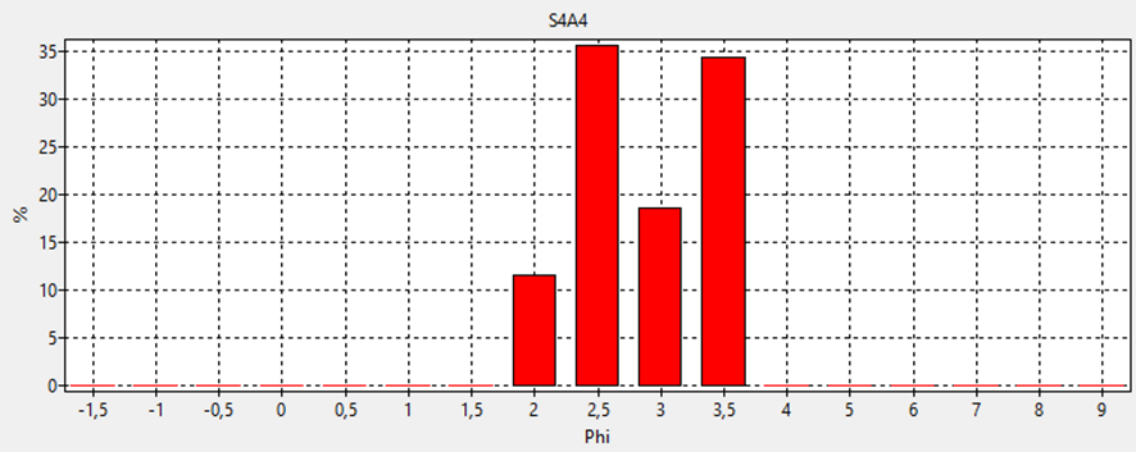
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 51 – S4A3



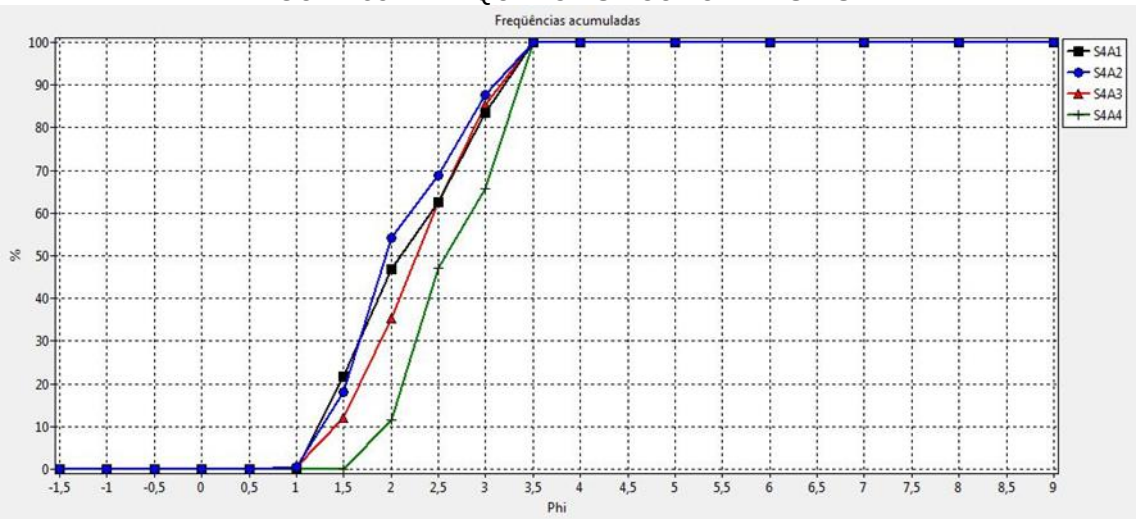
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 52 – S4A4



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 53 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S4A

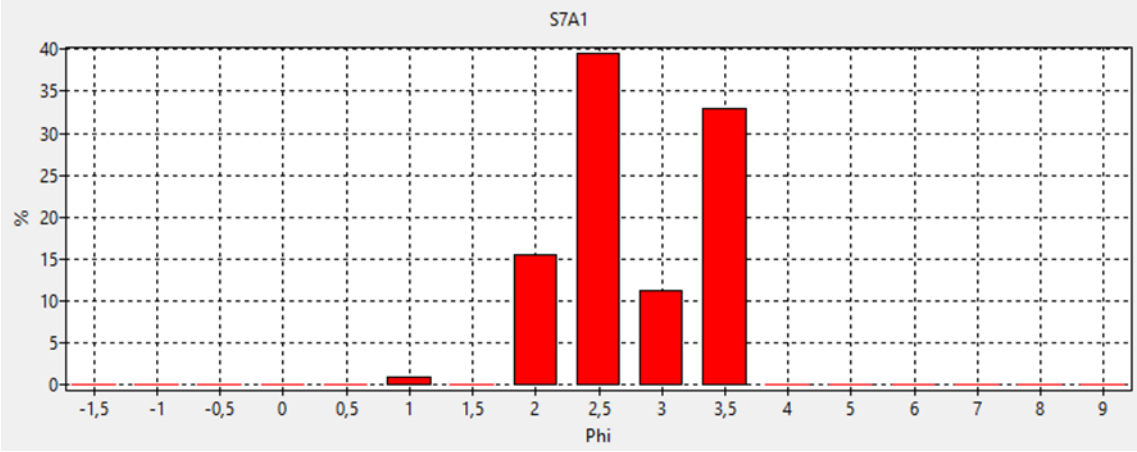


Fonte: UNILIVRE, 2024.

- S7A

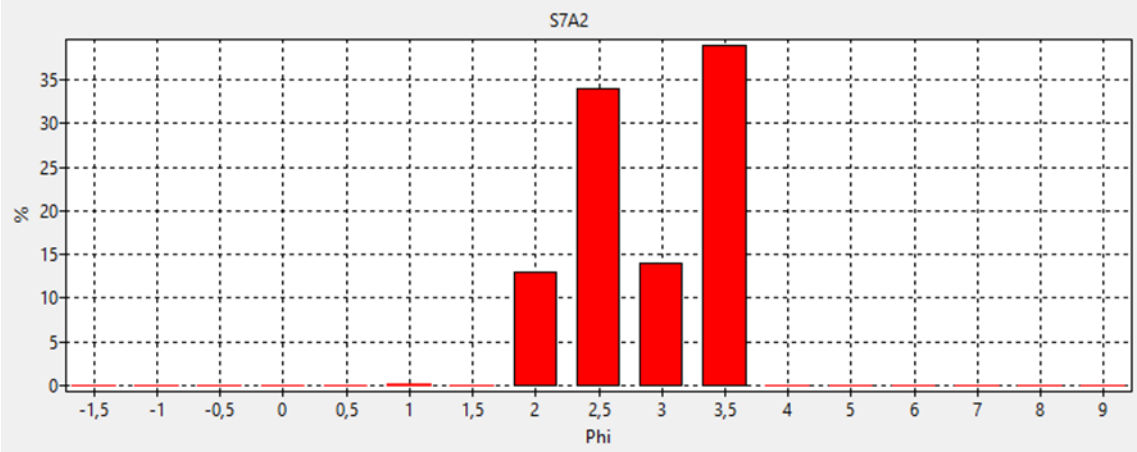
O perfil S7A da Praia Central de Guaratuba é marcado por variações internas, sendo o trecho mais próximo da costa representado pelas frações de areia fina moderadamente selecionada (50%) e de areia muito fina (32%) (TABELA 12). O segundo ponto mantém proporções semelhantes, de 48% e 39%, respectivamente. No terceiro trecho do perfil, a fração de areia média muito bem selecionada aumenta significativamente (92%). No ponto mais afastado da costa há predomínio das frações de areia muito fina e muito bem selecionada (71%). Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 54, FIGURA 55, FIGURA 56, FIGURA 57) e ao fim tem-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 58).

FIGURA 54 – S7A1



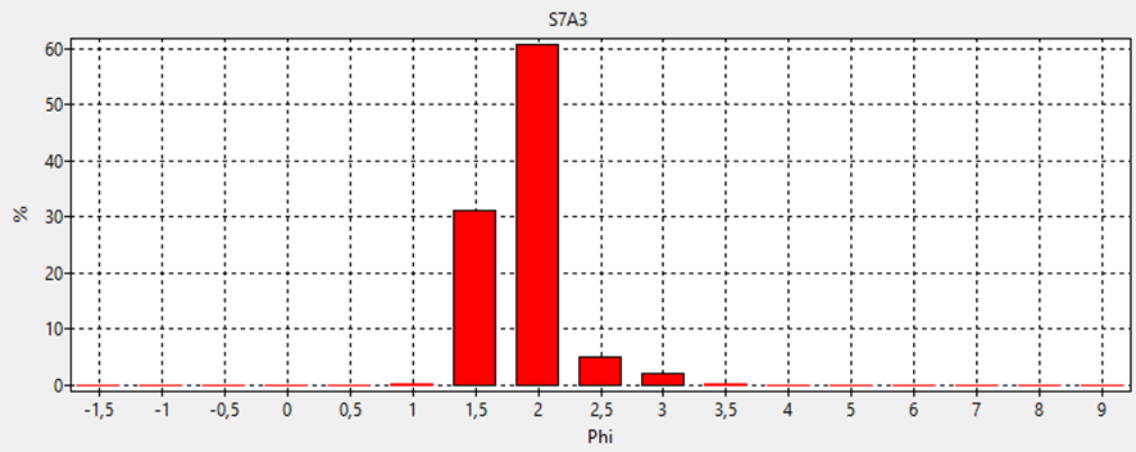
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 55 – S7A2



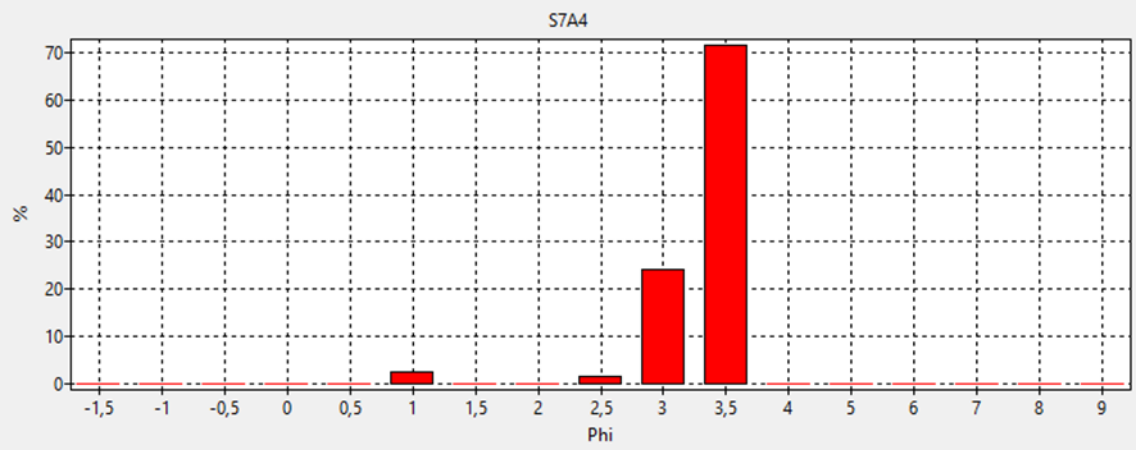
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 56 – S7A3



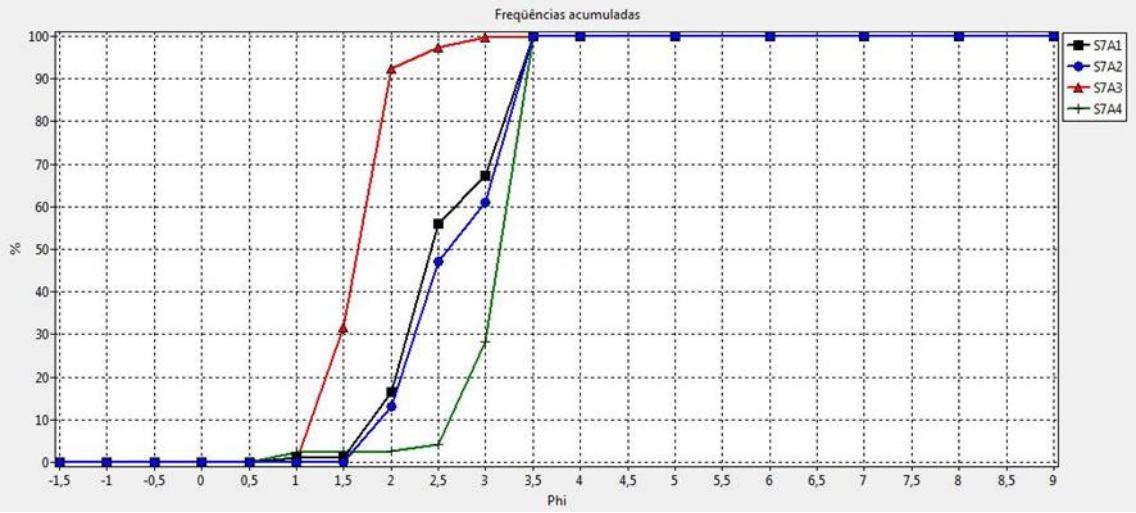
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 57 – S7A4



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 58 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S7A

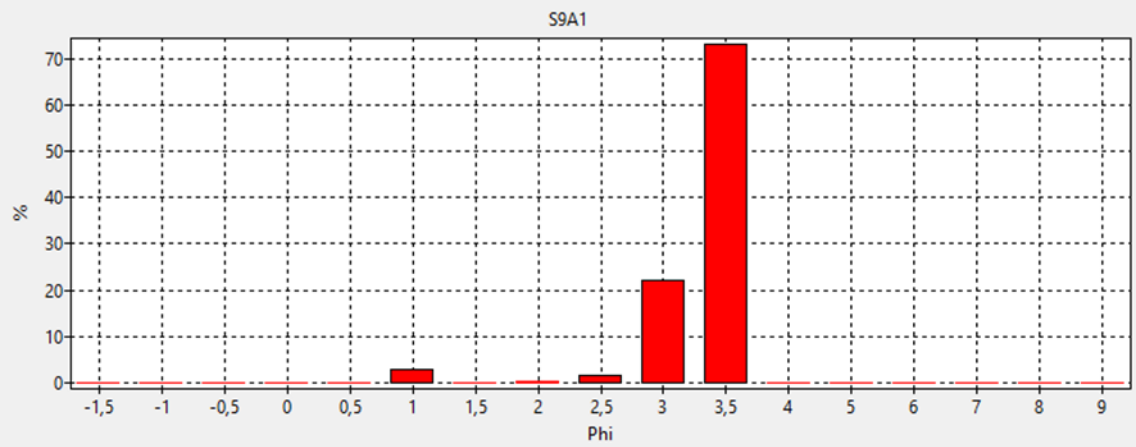


Fonte: UNILIVRE, 2024.

- S9A

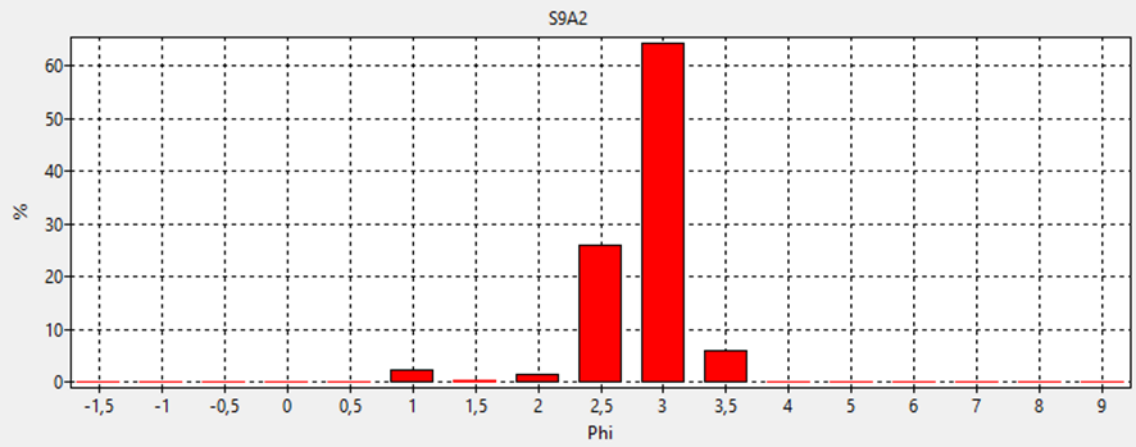
No perfil S9A da Praia Central de Guaratuba é bem variado. No trecho mais próximo da costa, há um domínio da fração de areia muito fina (73%) (TABELA 12). No segundo trecho, o domínio expressivo é de areia fina muito bem selecionada (90%). Já nos dois últimos trechos, ocorre um aumento da fração de areia média (48%) e de areia muito fina (35%), em detrimento da porção fina. Assim, a média dos diâmetros φ (phi) indicam areia fina, mesmo que essa não represente a maior porcentagem. Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 59, FIGURA 60, FIGURA 61, FIGURA 62) e ao fim obteve-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 63).

FIGURA 59 – S9A1



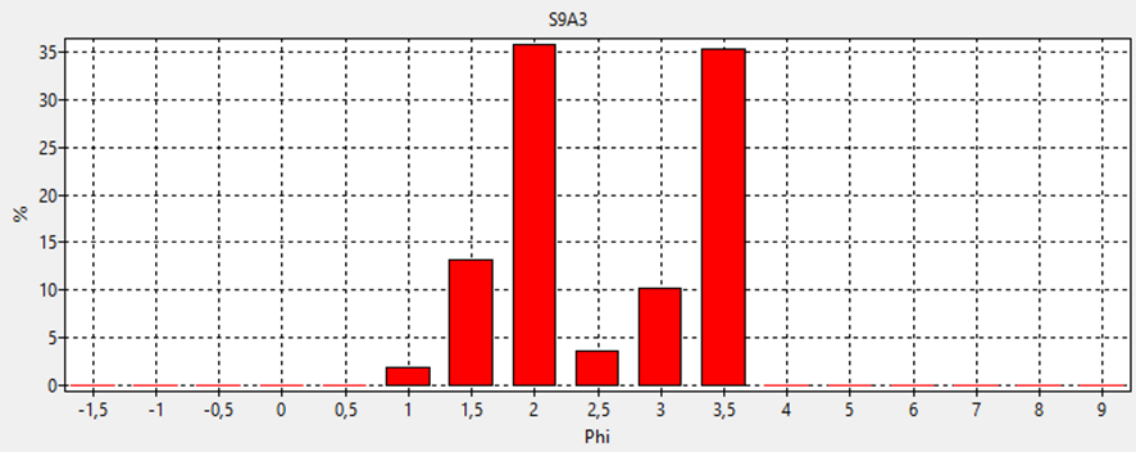
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 60 – S9A2



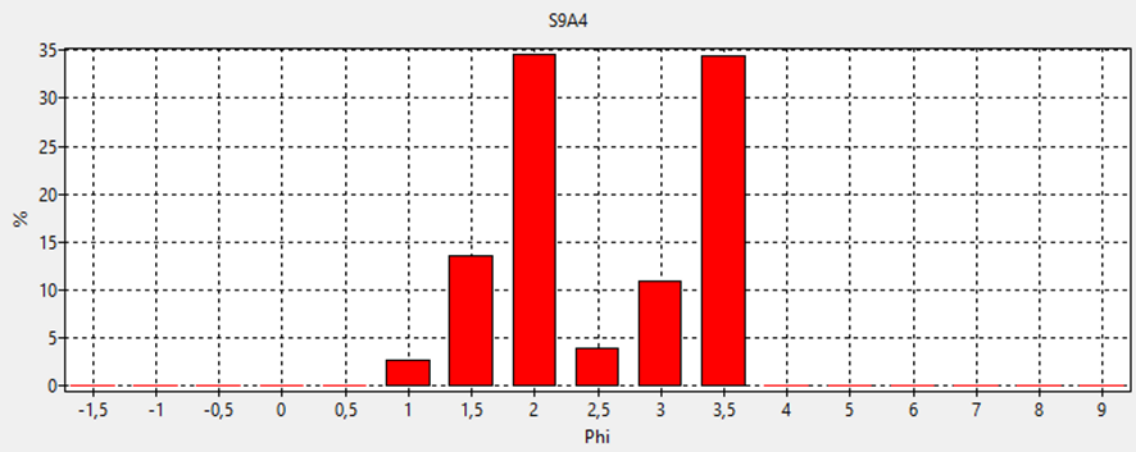
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 61 – S9A3



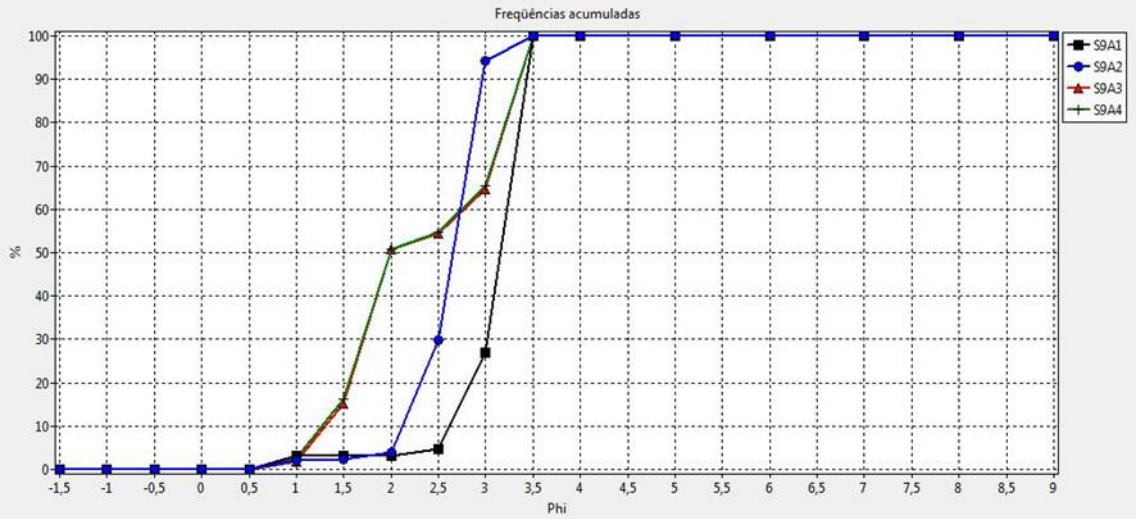
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 62 – S9A4



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 63 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S9A

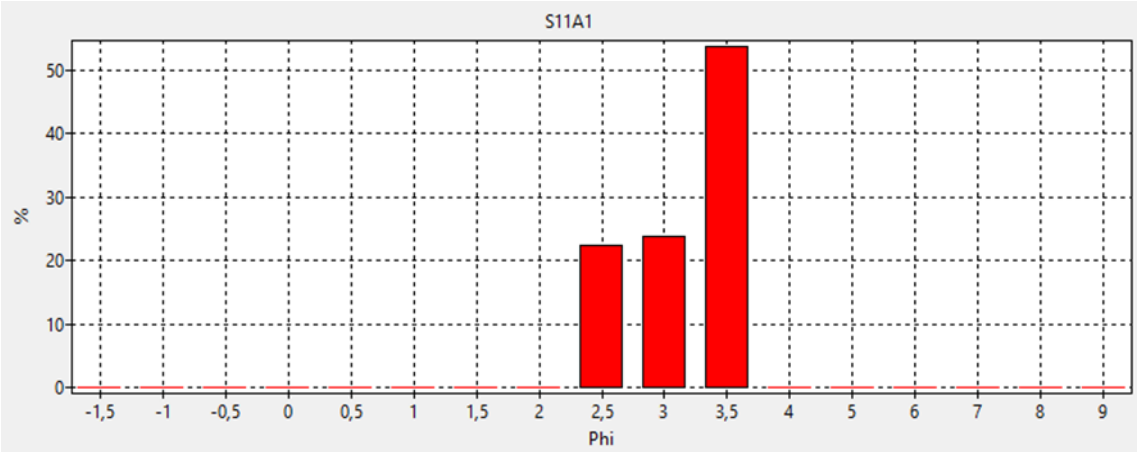


Fonte: UNILIVRE, 2024.

- S11A

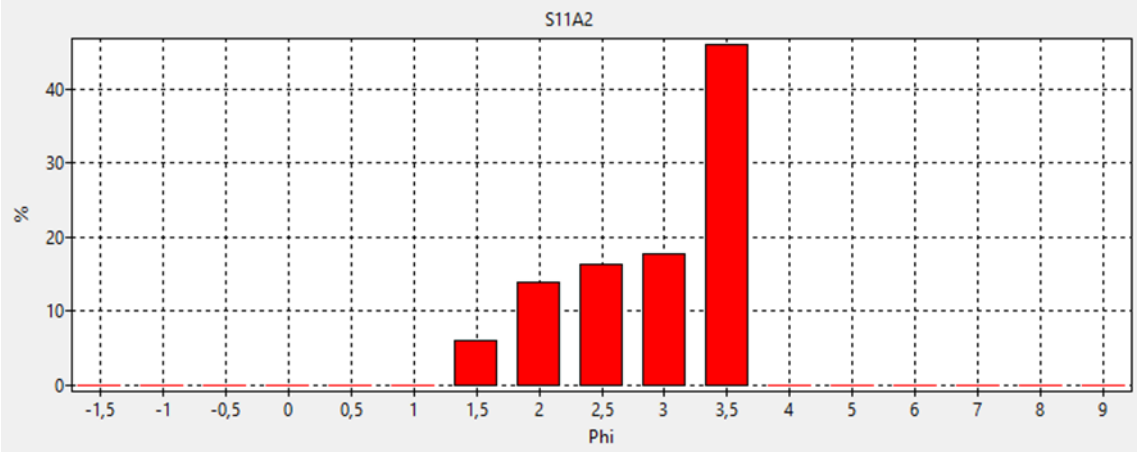
No perfil S11A da Praia Central de Guaratuba há predomínio da fração de areia muito fina, de moderadamente a bem selecionada, nos três primeiros trechos (53%, 46% e 44%, no sentido da costa para o mar), complementados majoritariamente pela fração de areia fina (TABELA 12). Já no trecho mais afastado da costa, a fração de areia fina moderadamente selecionada predomina (47%). Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 64, FIGURA 65, FIGURA 66, FIGURA 67) e ao fim tem-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 68).

FIGURA 64 – S11A1



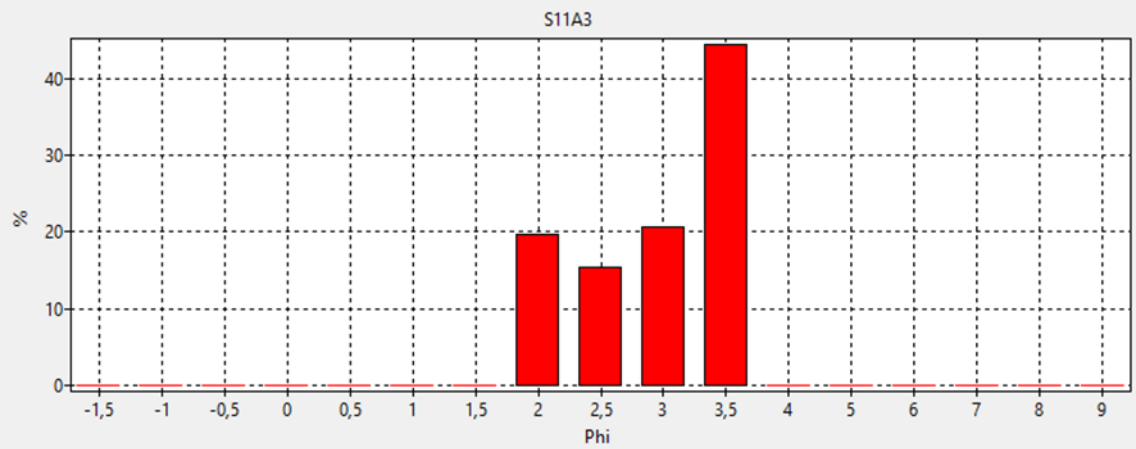
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 65 – S11A2



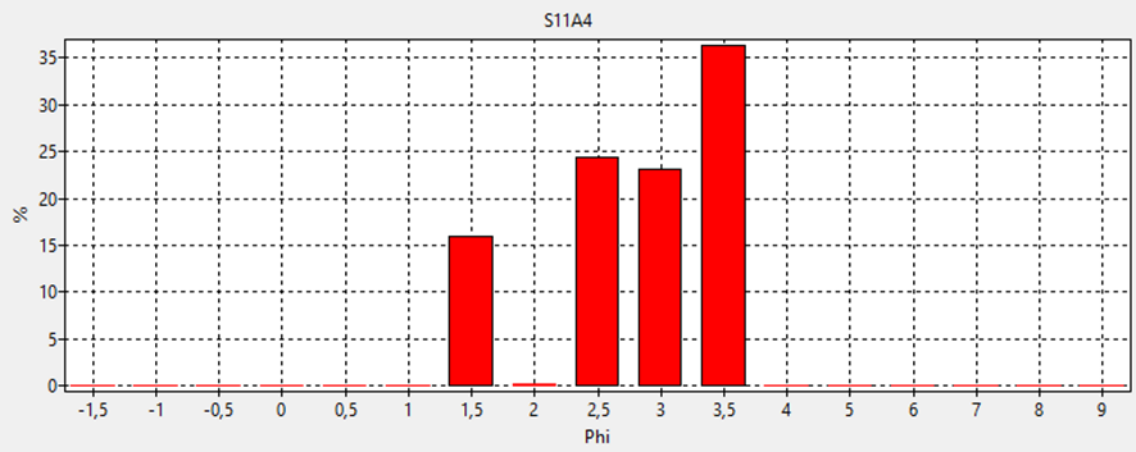
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 66 – S11A3



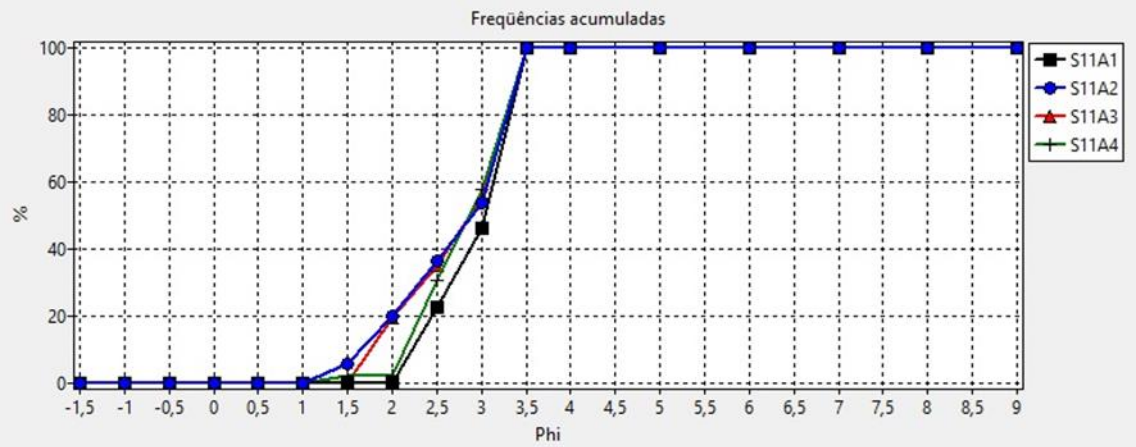
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 67 – S11A4



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 68 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S11A



Fonte: UNILIVRE, 2024.

TABELA 12 – DISTRIBUIÇÕES GRANULOMÉTRICAS PERCENTUAIS DA PRAIA CENTRAL

Perfis da Praia Central						
Sedimento	**Areia Grossa**	**Areia Média**		**Areia Fina**		**Areia Muito Fina**
φ	**0,5 a 1,0**	**1,0 a 1,5**	**1,5 a 2,0**	**2,0 a 2,5**	**2,5 a 3,0**	**3,0 a 3,5**
Diâmetro (mm)	**0,707 a 0,500**	**0,500 a 0,354**	**0,354 a 0,250**	**0,250 a 0,177**	**0,177 a 0,125**	**0,125 a 0,088**
S1A1	0,28%	29,38%	66,33%	3,99%	0,01%	0,00%
S1A2	0,98%	21,83%	29,49%	45,67%	2,03%	0,01%
S1A3	0,09%	11,78%	56,11%	30,39%	1,63%	0,00%
S1A4	0,32%	20,80%	49,49%	27,30%	2,05%	0,05%
S4A1	0,11%	21,57%	25,19%	15,61%	21,10%	16,42%
S4A2	0,59%	17,49%	36,14%	14,66%	18,94%	12,19%
S4A3	0,60%	11,54%	23,32%	27,17%	22,79%	14,58%
S4A4	0,01%	0,01%	11,48%	35,56%	18,62%	34,32%
S7A1	0,92%	0,02%	15,45%	39,53%	11,23%	32,85%
S7A2	0,11%	0,01%	12,93%	33,98%	14,07%	38,91%
S7A3	0,32%	31,28%	60,74%	5,17%	2,13%	0,37%
S7A4	2,45%	0,02%	0,15%	1,68%	24,10%	71,60%
S9A1	3,02%	0,02%	0,17%	1,58%	22,11%	73,11%
S9A2	2,20%	0,14%	1,53%	25,86%	64,37%	5,88%
S9A3	1,90%	13,18%	35,77%	3,59%	10,27%	35,31%
S9A4	2,64%	13,59%	34,58%	3,84%	10,92%	34,43%
S11A1	0,04%	0,01%	0,11%	22,45%	23,73%	53,66%
S11A2	0,01%	5,96%	13,87%	16,41%	17,73%	46,02%
S11A3	0,02%	0,02%	19,67%	15,30%	20,57%	44,42%
S11A4	0,05%	16,01%	0,18%	24,36%	23,06%	36,34%

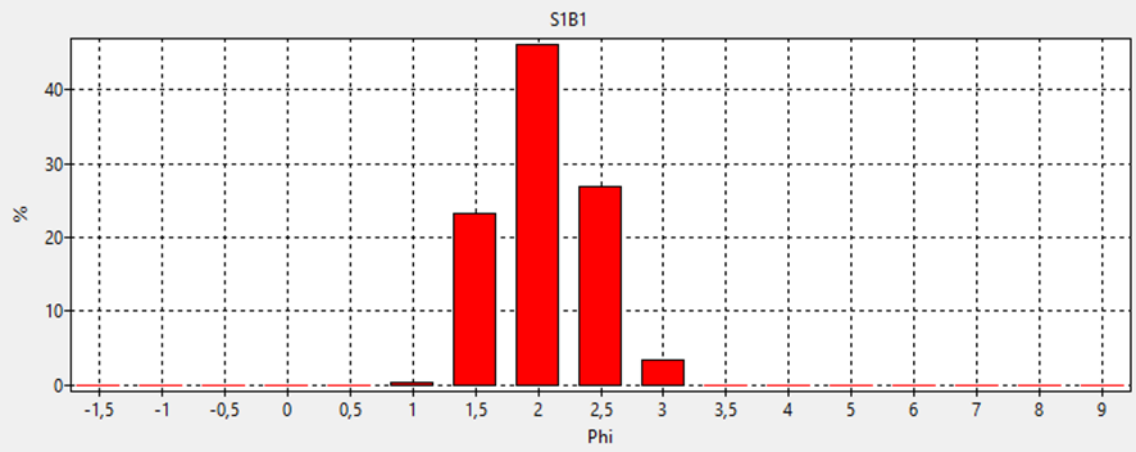
Fonte: UNILIVRE, 2024.

b) Sedimentos da Praia de Caieiras

- S1B

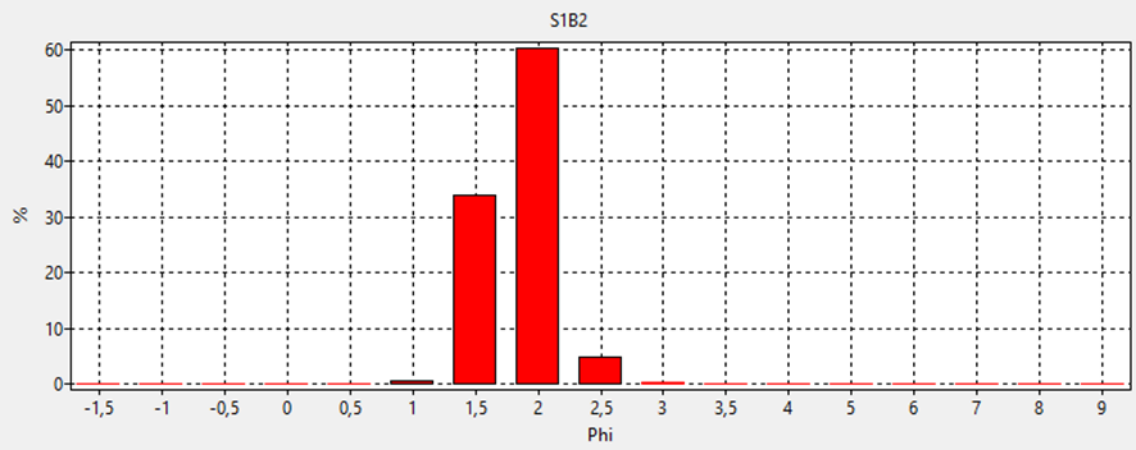
O perfil S1B da Praia de Caieiras é classificado de modo geral como areia média de moderadamente a muito bem selecionada. No primeiro e no segundo trechos deste perfil, há predomínio da fração de areia média (69% e 94%, respectivamente) (TABELA 13). No terceiro trecho há predomínio de areia fina (42%) seguido por areia média (32%). Já no último trecho, as frações estão distribuídas entre areia média (53%) e areia fina (38%). Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 69, FIGURA 70, FIGURA 71, FIGURA 72) e ao fim obteve-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 73).

FIGURA 69 – S1B1



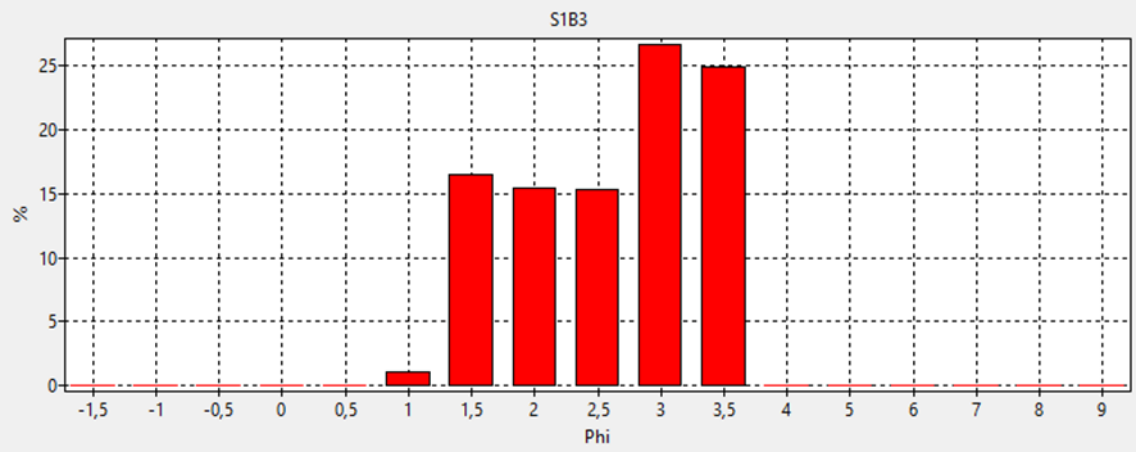
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 70 – S1B2



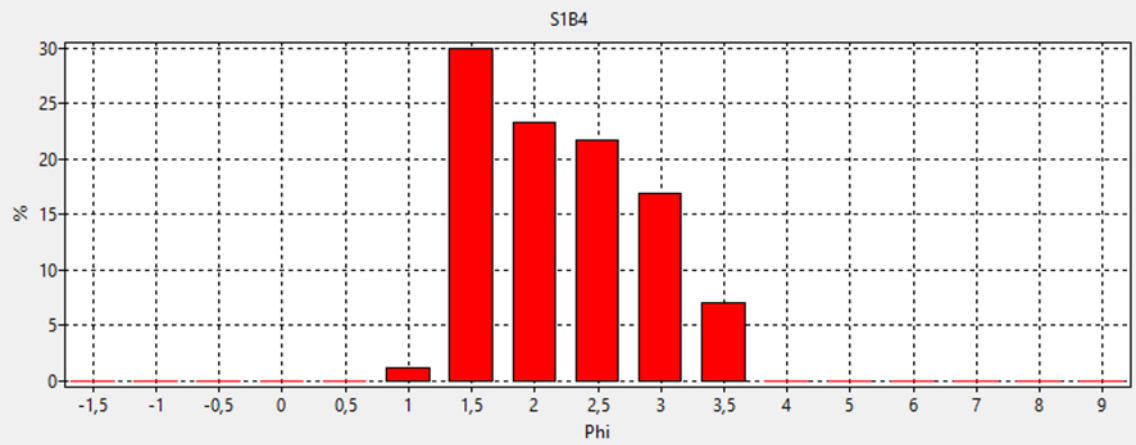
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 71 – S1B3



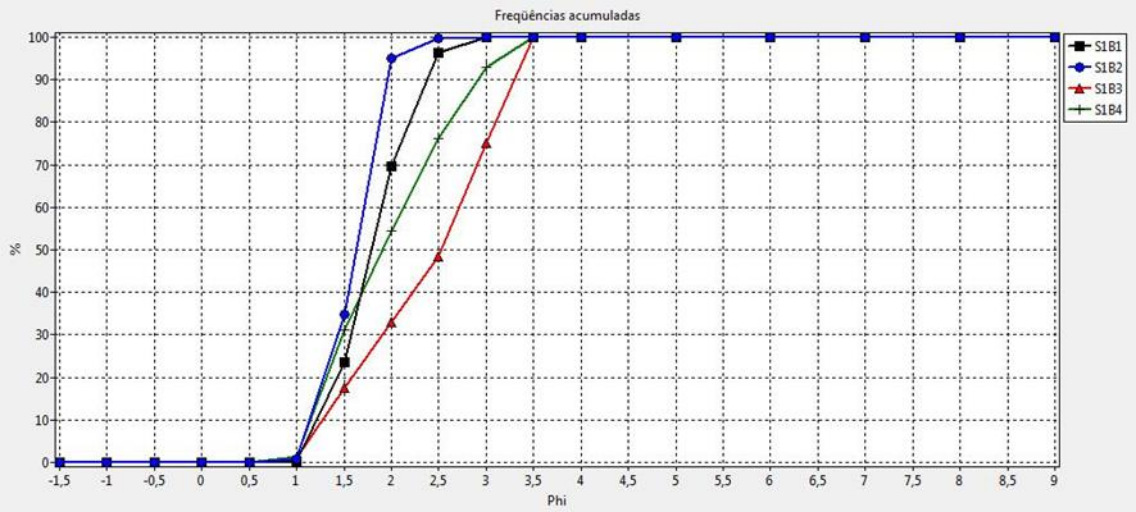
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 72 – S1B4



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 73 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S1B

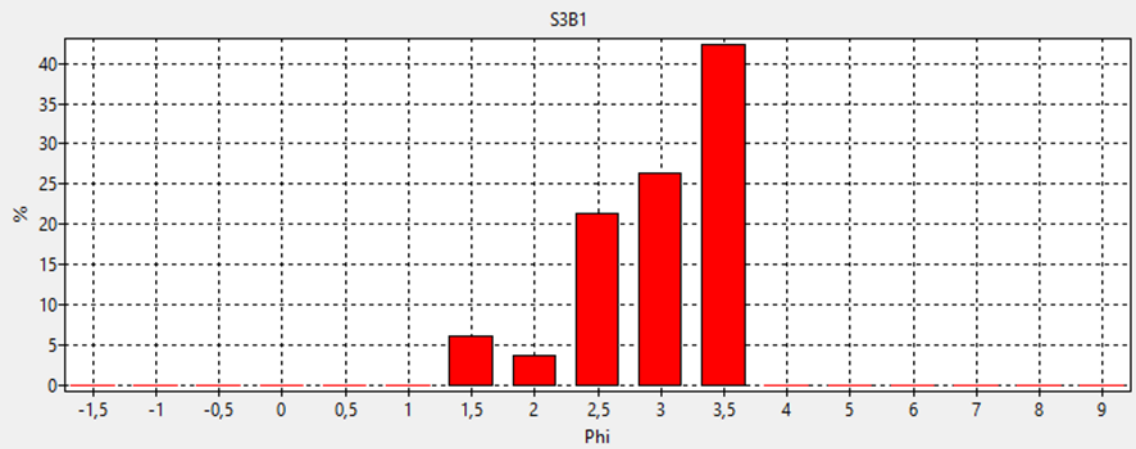


Fonte: UNILIVRE, 2024.

- S3B

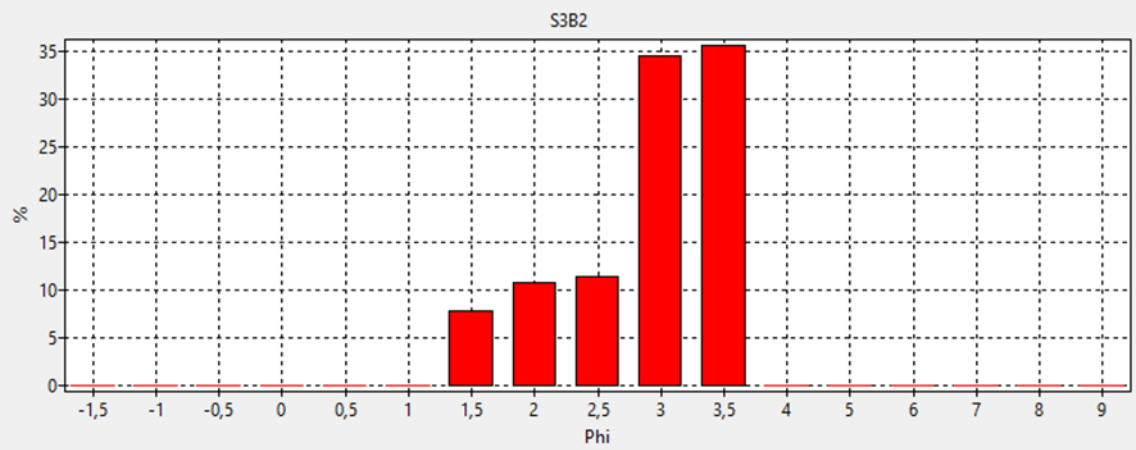
No perfil S3B da Praia de Caieiras, predominam as frações de areia fina e muito fina no primeiro trecho (48% e 42%, respectivamente) e segundo trecho (46% e 36%, respectivamente) (TABELA 13). Já no terceiro e no quarto trechos, predomina a fração de areia média (55% e 47%, respectivamente), complementada pelas primeiras grandes frações de areia grossa observadas neste estudo (28% e 24%, respectivamente). Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 74, FIGURA 75, FIGURA 76, FIGURA 77) e ao fim tem-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 78).

FIGURA 74 – S3B1



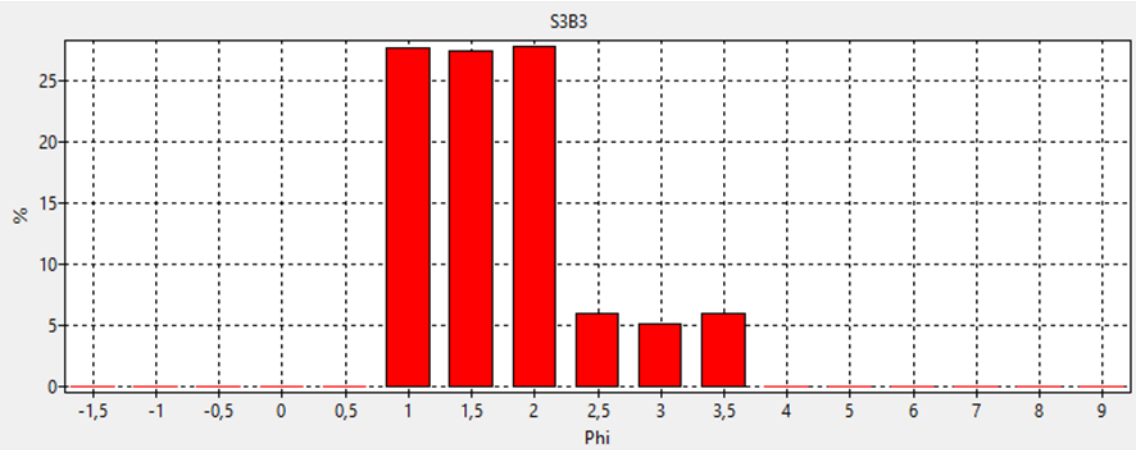
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 75 – S3B2



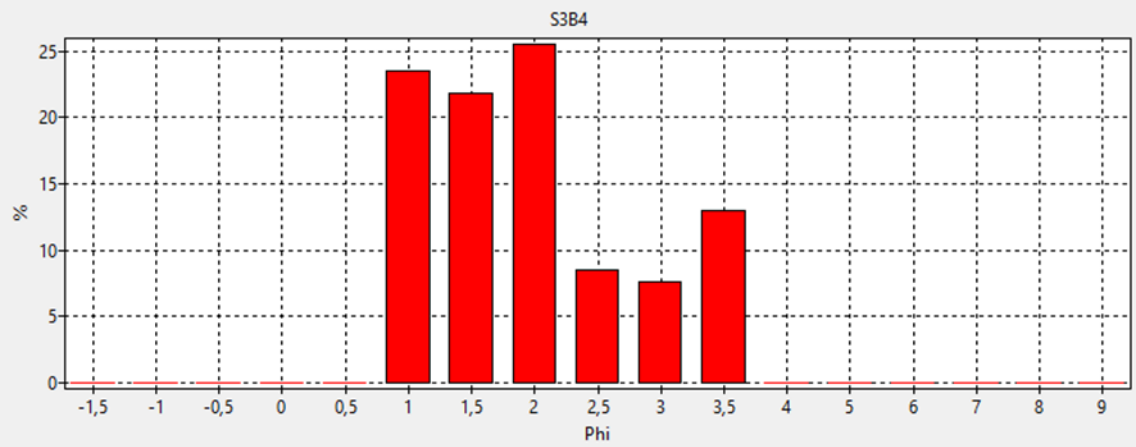
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 76 – S3B3



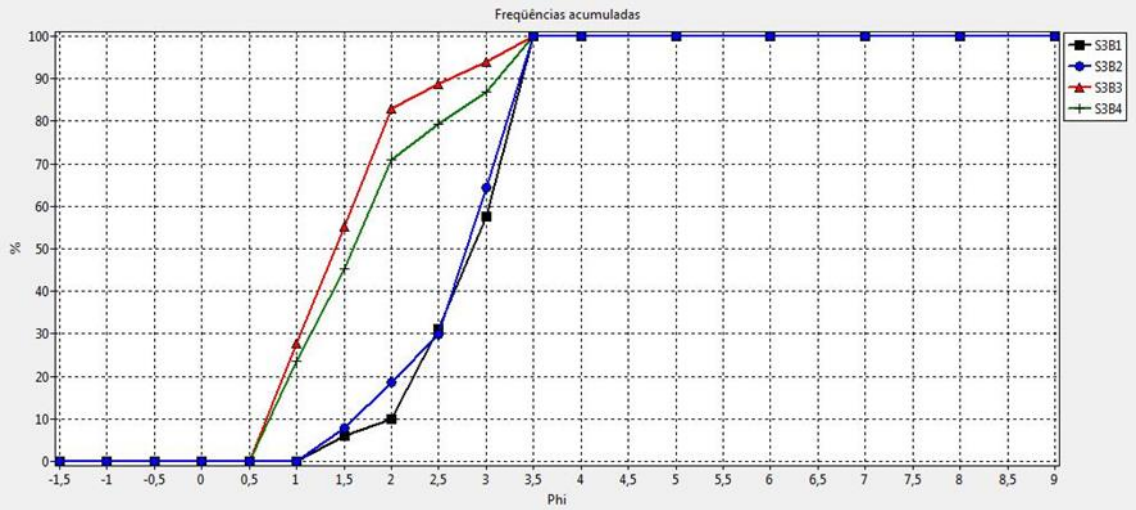
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 77 – S3B4



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 78 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S3B

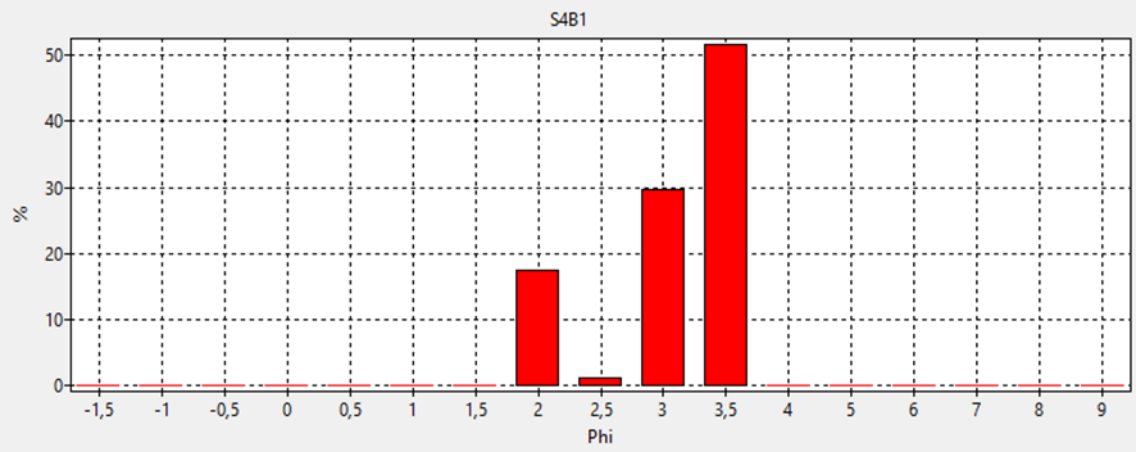


Fonte: UNILIVRE, 2024.

- S4B

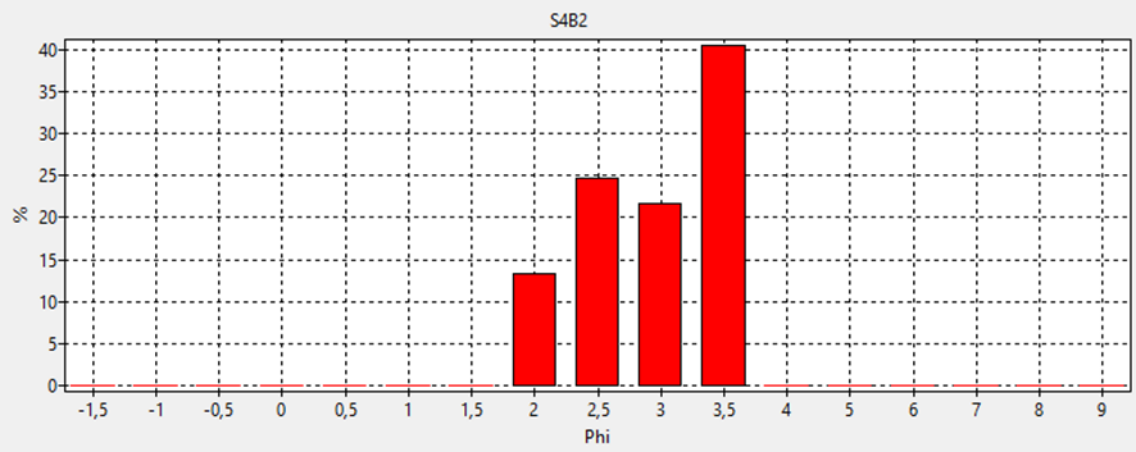
No perfil S4B da Praia de Caieiras, há predomínio da fração de areia muito fina, de moderadamente a muito bem selecionada, no primeiro, terceiro e quarto pontos de coleta (52%, 63% e 66%, no sentido da costa para o mar) (TABELA 13). No segundo trecho, a areia fina é predominante (46%) sobre a muito fina (40%). Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 79, FIGURA 80, FIGURA 81, FIGURA 82) e ao fim obteve-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 83).

FIGURA 79 – S4B1



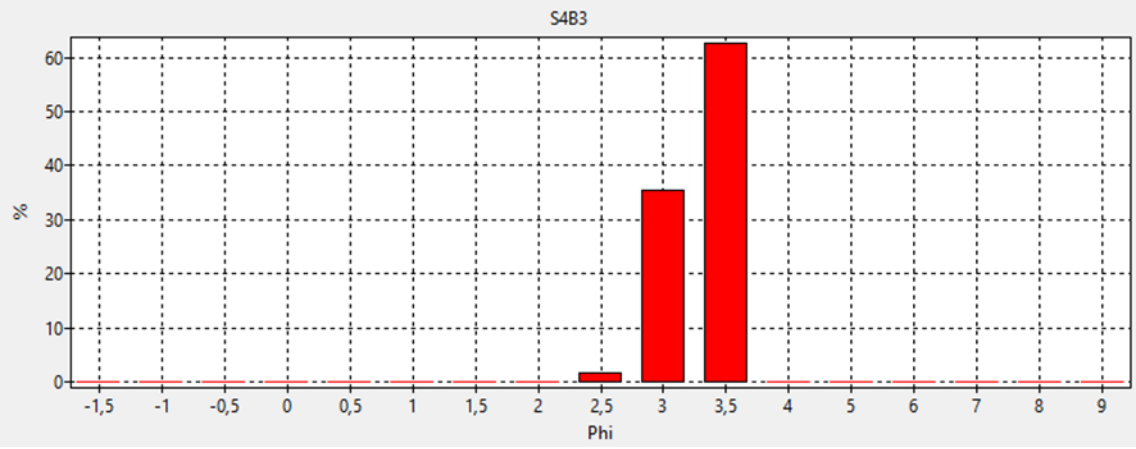
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 80 – S4B2



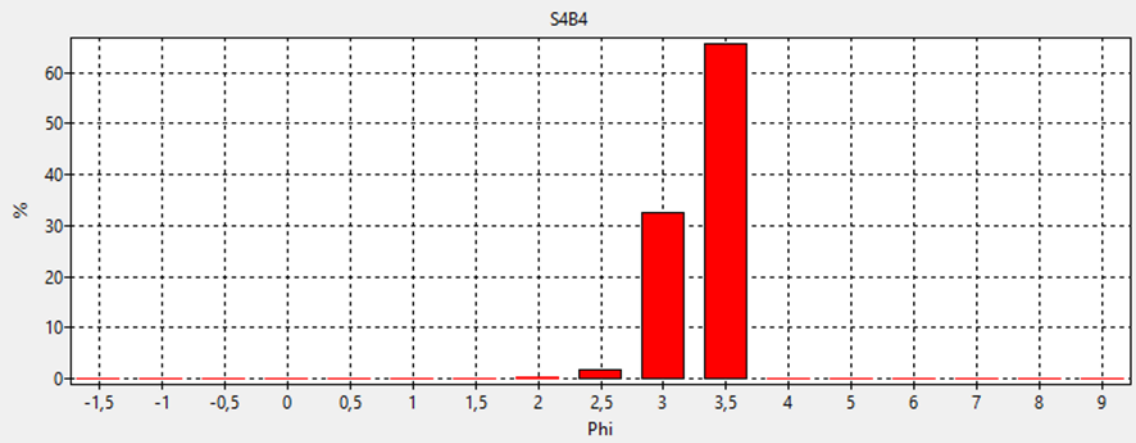
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 81 – S4B3



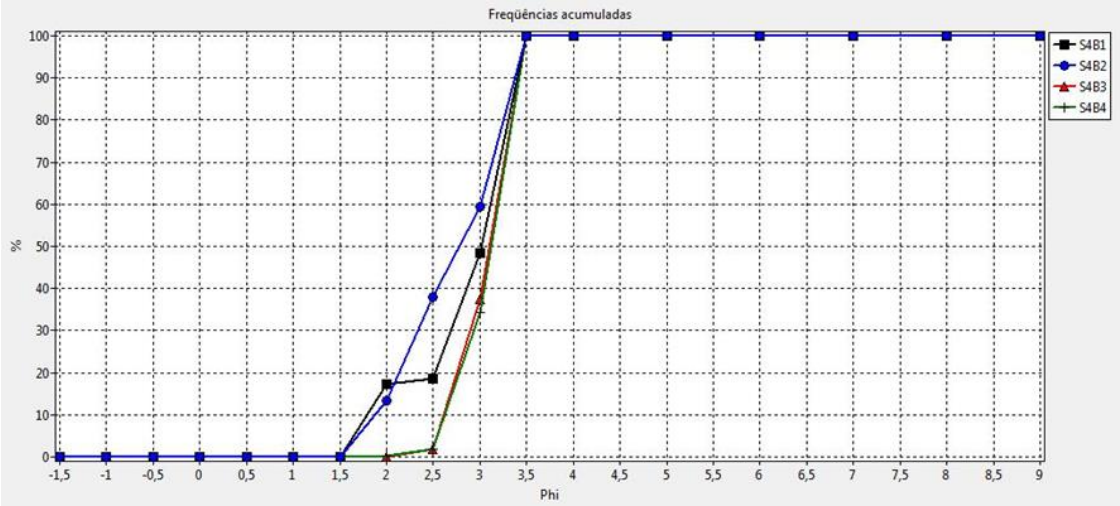
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 82 – S4B4



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 83 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S4B1



Fonte: UNILIVRE, 2024.

TABELA 13 – DISTRIBUIÇÕES GRANULOMÉTRICAS PERCENTUAIS EM “PHI” DA PRAIA DE CAIEIRAS

Perfis da Praia de Caieiras						
Sedimento	**Areia Grossa**	**Areia Média**		**Areia Fina**		**Areia Muito Fina**
φ	**0,5 a 1,0**	**1,0 a 1,5**	**1,5 a 2,0**	**2,0 a 2,5**	**2,5 a 3,0**	**3,0 a 3,5**
Diâmetro (mm)	**0,707 a 0,500**	**0,500 a 0,354**	**0,354 a 0,250**	**0,250 a 0,177**	**0,177 a 0,125**	**0,125 a 0,088**
S1B1	0,32%	23,19%	46,06%	26,88%	3,47%	0,08%
S1B2	0,67%	34,02%	60,31%	4,80%	0,20%	0,00%
S1B3	1,10%	16,55%	15,40%	15,31%	26,69%	24,95%
S1B4	1,19%	29,94%	23,24%	21,68%	16,91%	7,04%
S3B1	0,00%	6,13%	3,71%	21,38%	26,42%	42,35%
S3B2	0,00%	7,82%	10,75%	11,37%	34,45%	35,61%
S3B3	27,71%	27,40%	27,79%	5,97%	5,17%	5,97%
S3B4	23,54%	21,82%	25,54%	8,48%	7,63%	13,00%
S4B1	0,00%	0,00%	17,37%	1,23%	29,74%	51,67%
S4B2	0,00%	0,00%	13,26%	24,64%	21,60%	40,50%
S4B3	0,00%	0,00%	0,12%	1,68%	35,52%	62,67%
S4B4	0,02%	0,01%	0,16%	1,74%	32,45%	65,61%

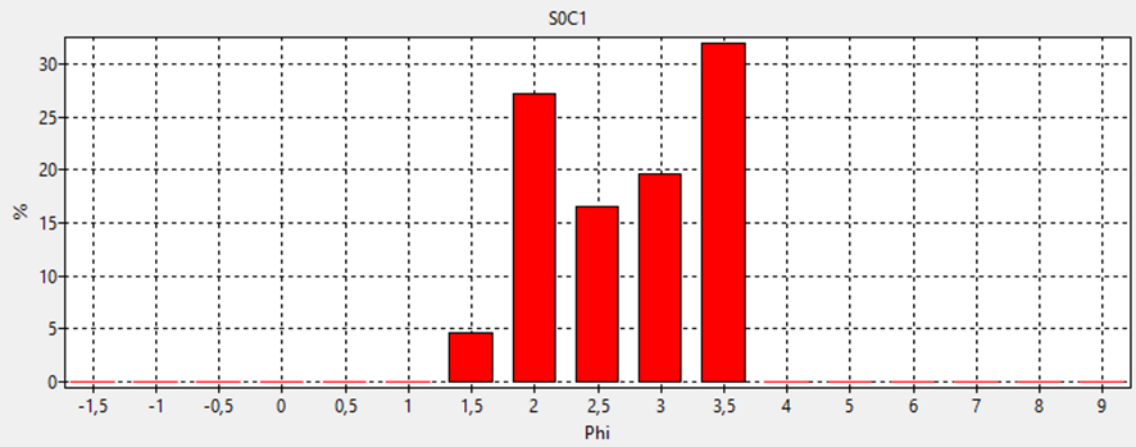
Fonte: UNILIVRE, 2024.

c) Sedimentos da Prainha

- S0C

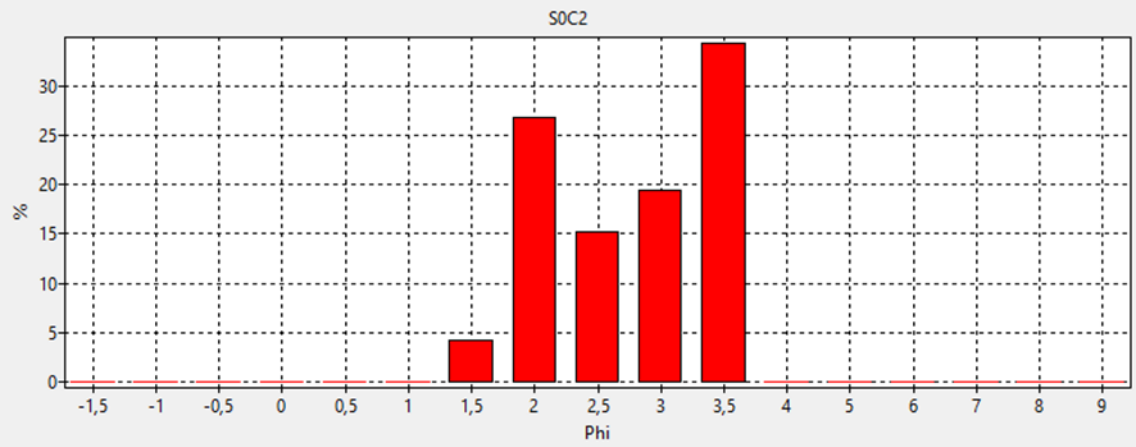
O perfil S0C da Prainha de Guaratuba, classificado como areia fina moderadamente selecionada, apresenta resultados com uma distribuição mais homogênea entre areia média (31-32%), fina (34%-36%) e areia muito fina (31-34%) (TABELA 14). Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 84 e FIGURA 85) e ao fim obteve-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 86).

FIGURA 84 – S0C1



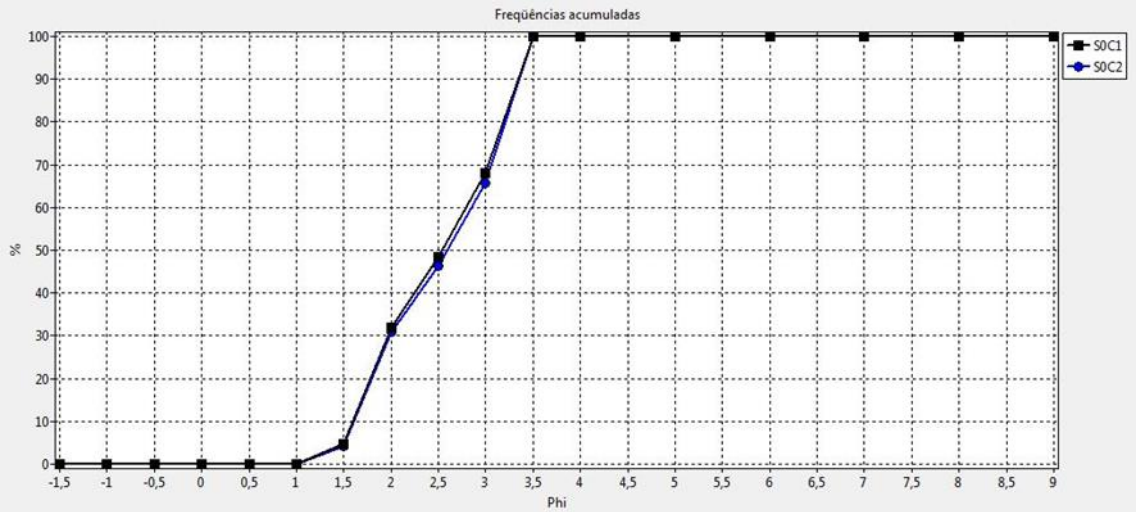
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 85 – S0C2



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 86 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S0C

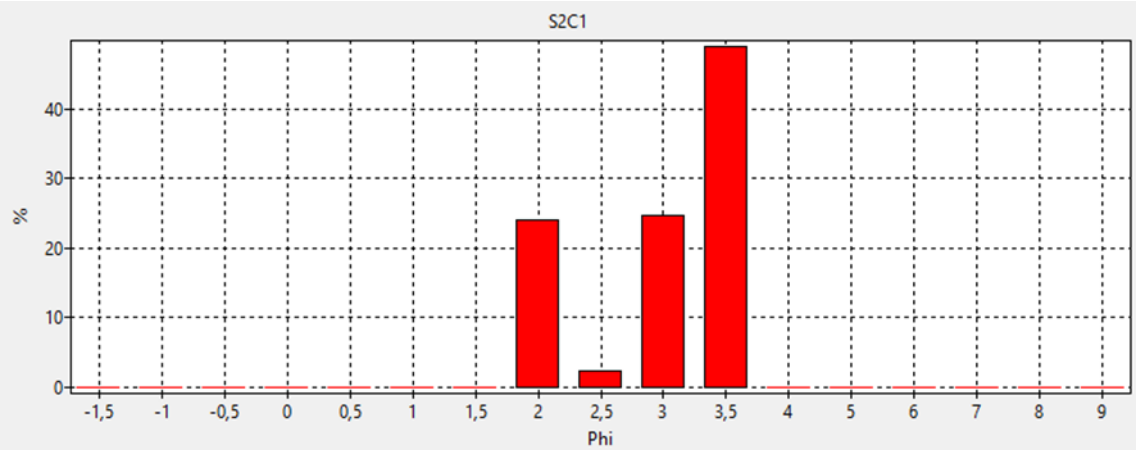


Fonte: UNILIVRE, 2024.

- S2C

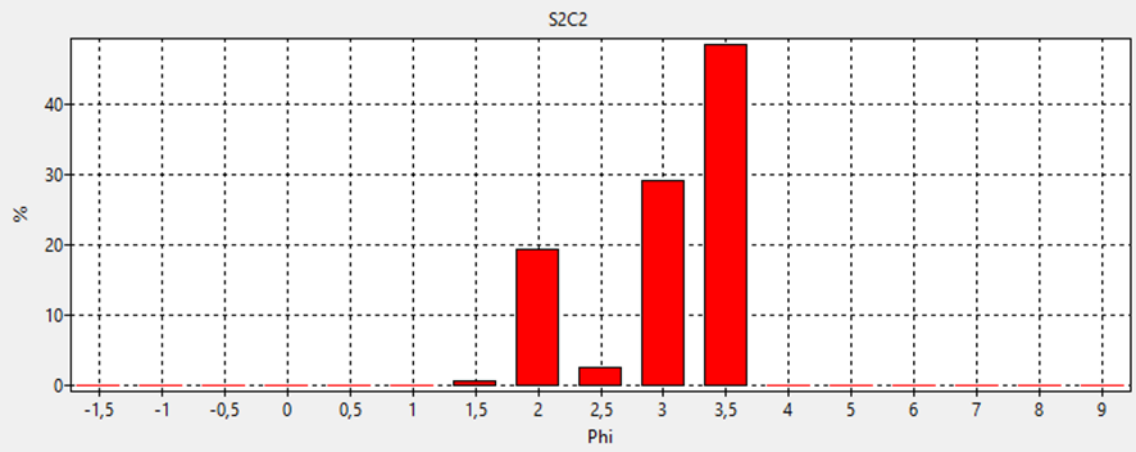
O perfil S2C da Prainha de Guaratuba caracteriza-se pelo predomínio da fração de areia muito fina (49%, 48%, 48% e 51%, no sentido da costa para o mar) (TABELA 14). Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 87, FIGURA 88, FIGURA 89, FIGURA 90) e ao fim obteve-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 91).

FIGURA 87 – S2C1



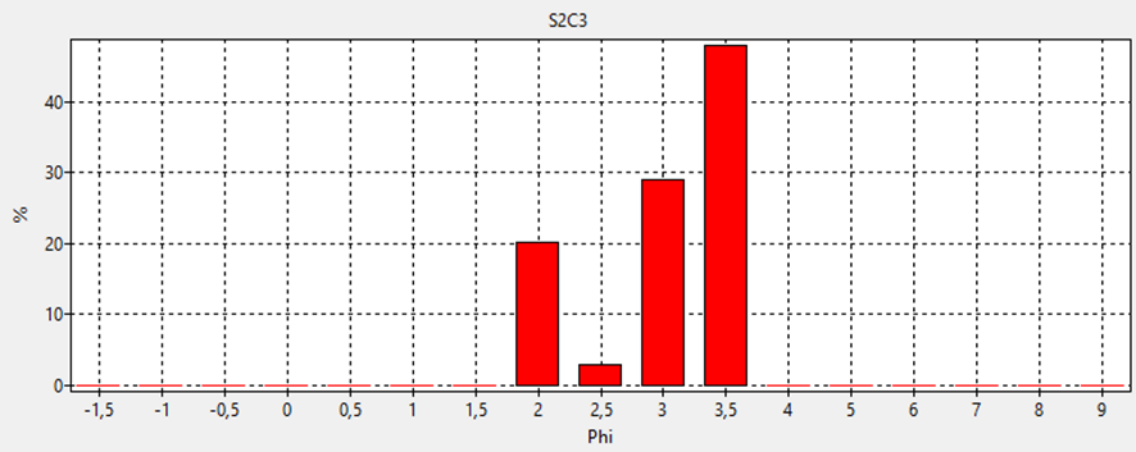
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 88 – S2C2



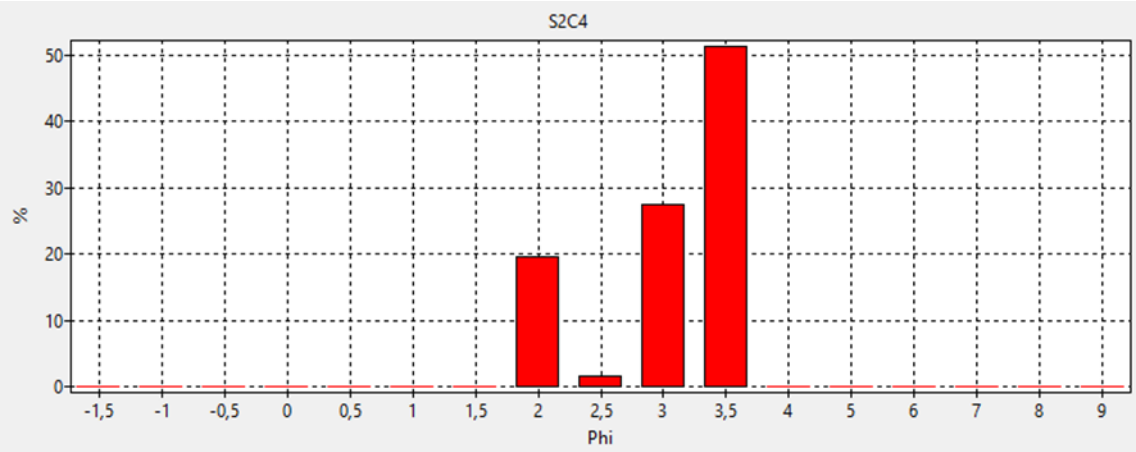
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 89 – S2C3



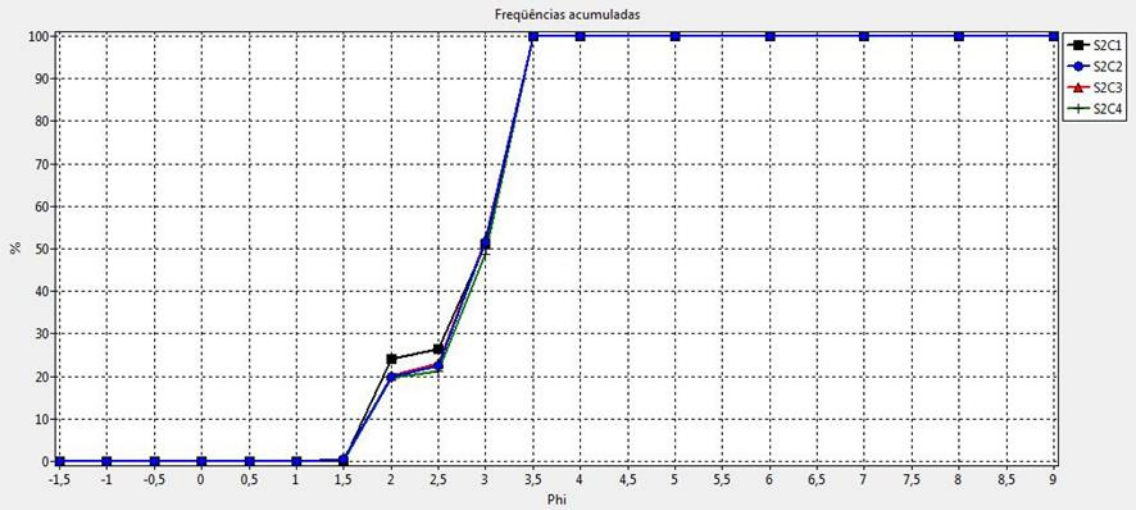
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 90 – S2C4



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 91 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S2C

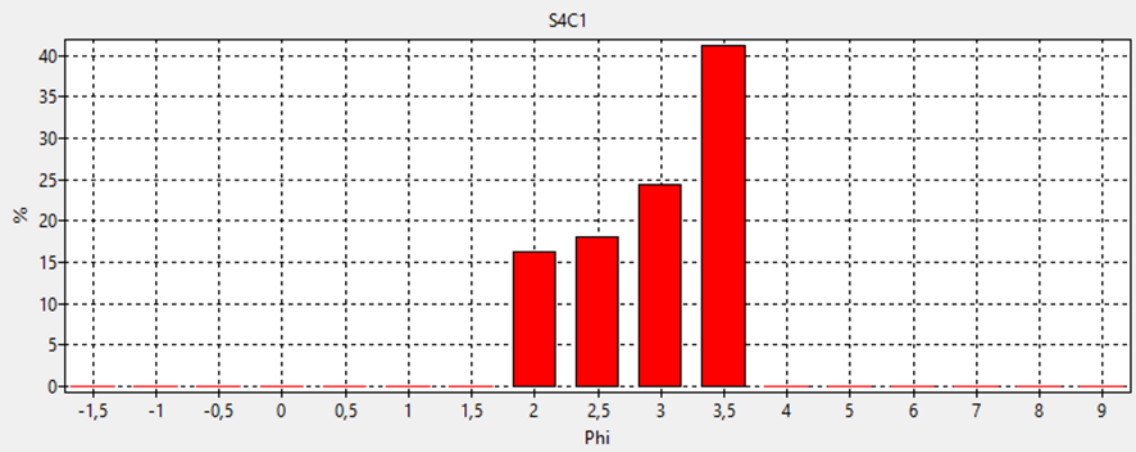


Fonte: UNILIVRE, 2024.

- S4C

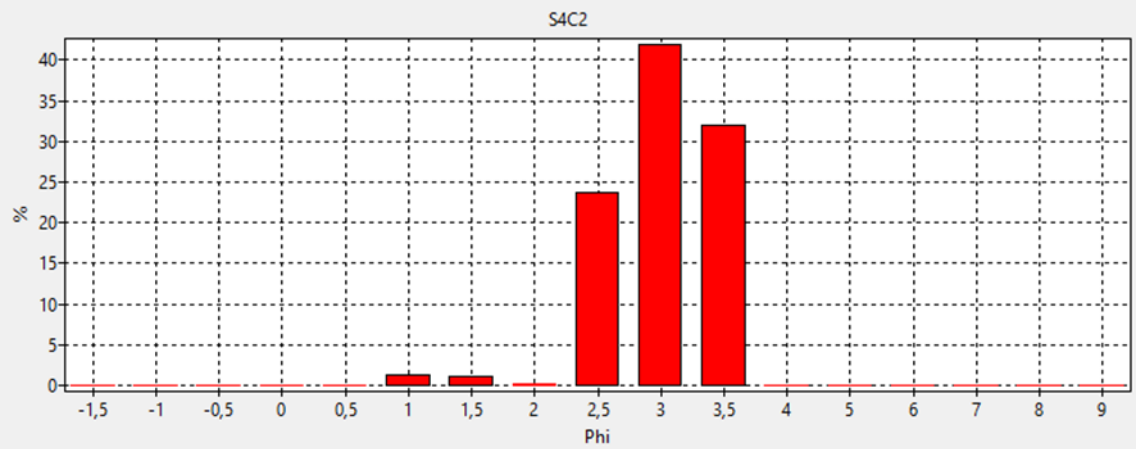
Por fim, o perfil S4C da Prainha de Guaratuba foi classificado como areia fina de moderadamente a bem selecionada. Em todos os trechos ocorre predomínio da fração de areia fina (42%, 66%, 55% e 67%, no sentido da costa para o mar) (TABELA 14). No primeiro trecho, as proporções de areia fina e muito fina são muito próximas (42% e 41%, respectivamente). Importante mencionar a porcentagem relevante de 32% de areia muito fina também no segundo trecho. Cada um dos pontos de coleta foi analisado separadamente quanto ao diâmetro dos grãos (FIGURA 92, FIGURA 93, FIGURA 94, FIGURA 95) e ao fim obteve-se um gráfico de frequências acumuladas (FIGURA 96).

FIGURA 92 – S4C1



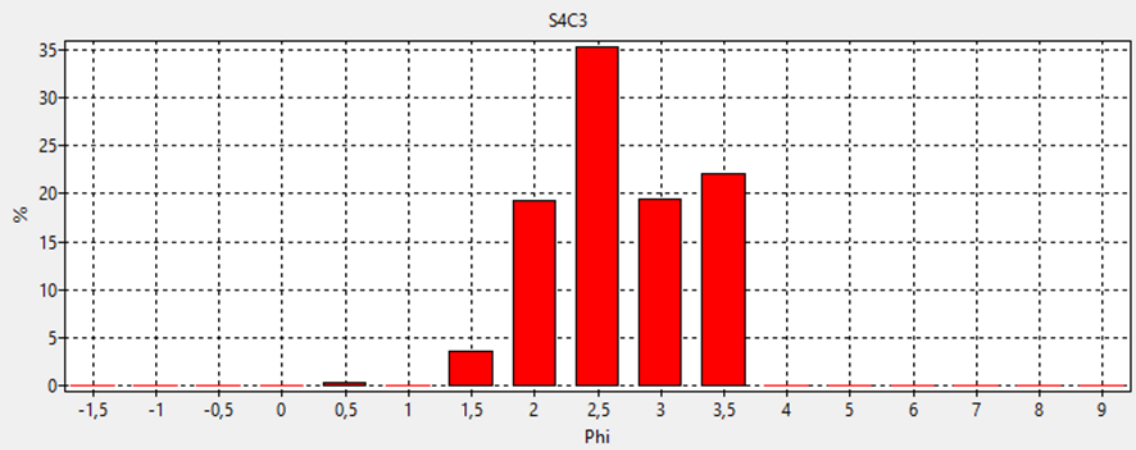
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 93 – S4C2



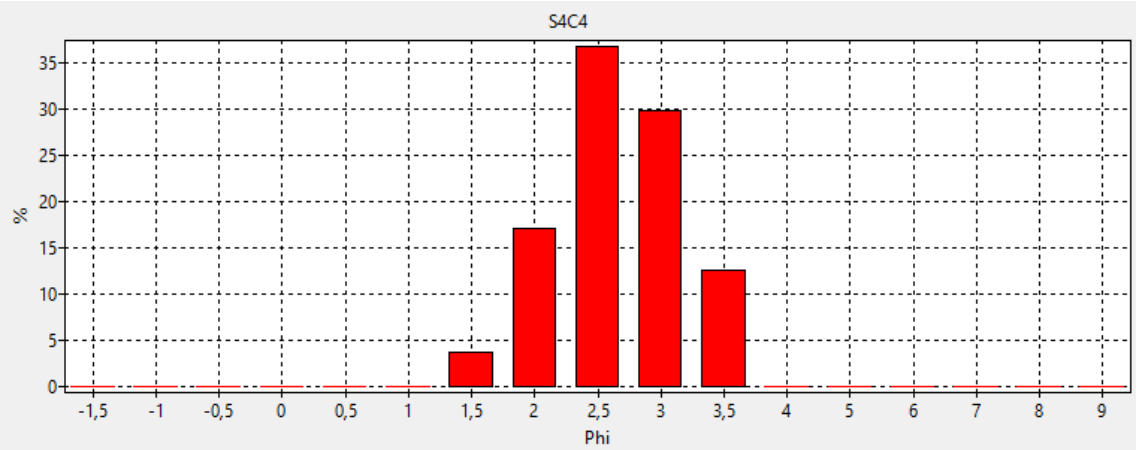
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 94 – S4C3



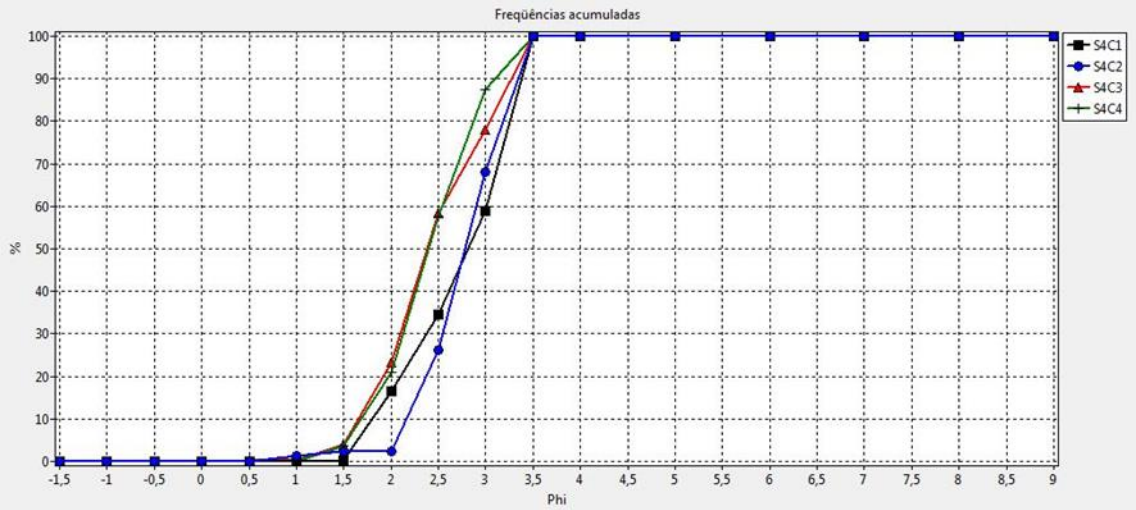
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 95 – S4C4



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 96 – FREQUÊNCIAS ACUMULADAS – S4C



Fonte: UNILIVRE, 2024.

TABELA 14 – DISTRIBUIÇÕES GRANULOMÉTRICAS PERCENTUAIS EM “PHI” DA PRAINHA

Perfis da Prainha						
Sedimento	**Areia Grossa**	**Areia Média**		**Areia Fina**		**Areia Muito Fina**
φ	**0,5 a 1,0**	**1,0 a 1,5**	**1,5 a 2,0**	**2,0 a 2,5**	**2,5 a 3,0**	**3,0 a 3,5**
Diâmetro (mm)	**0,707 a 0,500**	**0,500 a 0,354**	**0,354 a 0,250**	**0,250 a 0,177**	**0,177 a 0,125**	**0,125 a 0,088**
S0C1	0,03%	4,59%	27,27%	16,56%	19,60%	31,97%
S0C2	0,00%	4,27%	26,73%	15,27%	19,43%	34,30%
S2C1	0,01%	0,02%	24,03%	2,38%	24,62%	48,94%
S2C2	0,00%	0,61%	19,36%	2,55%	29,09%	48,39%
S2C3	0,01%	0,02%	20,15%	2,94%	29,00%	47,88%
S2C4	0,10%	0,02%	19,53%	1,61%	27,50%	51,24%
S4C1	0,04%	0,07%	16,29%	18,04%	24,33%	41,19%
S4C2	1,26%	1,08%	0,10%	23,72%	41,92%	31,91%
S4C3	0,00%	3,55%	19,27%	35,31%	19,47%	22,04%
S4C4	0,00%	3,75%	17,15%	36,78%	29,81%	12,51%

Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.4. RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DA ÁGUA

A área de estudo localiza-se na Bacia Hidrográfica Litorânea, a qual se caracteriza por uma área de drenagem de 5.766 km², que corresponde a 2,95% do território do litoral paranaense. Os rios nascem nas encostas da Serra do Mar e seguem para o oceano, sendo principais rios: Guaraqueçaba, Tagaçaba, Cachoeira, Nhundiaquara, Marumbi, Do Pinto, Cubatão e Guaraguaçu (IAT, 2020).

O município de Guaratuba localiza-se na sub-bacia da Baía de Guaratuba, que possui área de 1.393 km², possui as principais nascentes que contribuem para esta bacia inseridas na Serra do Mar paranaense, com destaque sobre os rios São João, Cubatão e Cubatãozinho. A Bacia da Baía de Guaratuba abrange também os

municípios de Paranaguá, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul no Estado do Paraná, e os municípios de Garuva e Itapoá, localizados no estado de Santa Catarina.

A Bacia da Baía de Guaratuba é subdividida em seis sub-bacias, das quais serão abordadas as principais: a do Rio Cubatão, Rio Cubatãozinho, Rio São João, Rio Alegre e Rio Boguaça. As características dos rios e da bacia hidrográfica descritas a seguir foram retiradas do Plano de Bacia Hidrográfica Litorânea, do Instituto das Águas do Paraná (Águas Paraná, 2019).

O Rio Cubatão é o maior contribuinte na bacia da Baía de Guaratuba, nasce no município de São José dos Pinhais como Rio São João, serve em partes como divisa entre São José dos Pinhais e Guaratuba, e ao receber o Rio Arraial, torna-se o Rio Cubatão, no qual deságua no fundo na baía de Guaratuba. A bacia é praticamente coberta pelo Parque Nacional Guaricana, além de abrigar o reservatório de Vossoroca, o qual fomenta a Pequena Central Hidrelétrica (PCH) – Chaminé, importante fonte de geração de energia elétrica da Bacia Hidrográfica Litorânea (BHL).

O Rio Cubatãozinho tem sua nascente na Serra das Canavieiras, entre Guaratuba e Morretes, percorrendo aproximadamente 60 km. Possui como afluentes o Ribeirão da Prata, Rio dos Henriques, Guarajuva, Canavieiras, Parado, Furta Maré e Rasgado.

O Rio Alegre deságua na porção norte da baía de Guaratuba com a grande presença de manguezais, em toda a área da margem direita do Rio Alegre, e uma porção antropizada na margem esquerda do mesmo rio, englobando também a região sul do município de Matinhos.

O Rio São João, mesmo tendo a sua nascente em Pontal do Itararé e foz no Rio Cubatão, ambos no Estado do Paraná, transcende o limite estadual em sua porção sul, passando pelo estado de Santa Catarina. Seus principais afluentes são Araraquara, Pai Paulo, Carvalho, Taquaruvu, Rio do Melo, Vitório, Rio Claro e Rio do Meio à esquerda. Observa-se a presença de atividades agropecuárias nas áreas de fundo de vale, e de proteção nas áreas de relevo alto.

O Rio Boguaça deságua na porção sul da baía de Guaratuba, com grande presença de manguezais, especialmente na margem esquerda do Rio Boguaçu, e uma porção altamente urbanizada na margem direita do mesmo rio, englobando a sede e a área urbana do município de Guaratuba.

Outro rio que merece destaque é o Arraial, que possui em sua margem esquerda a Usina Hidrelétrica Guaricana, utilizando água dos rios Arraial e Prata, através de um reservatório de volume útil de 5 milhões de m³ (Copel, 2024).

A FIGURA 97 ilustra a hidrografia do município de Guaratuba, bem como, destaca os principais corpos hídricos. Cabe ressaltar que os rios com maiores contribuições de vazão têm seus exultórios na baía de Guaratuba, se localizando na AII do empreendimento.

Os principais corpos hídricos citados acima, não possuem influência direta na área do empreendimento, sendo assim, será apresentado a hidrografia na AID e ADA do projeto, que de maneira geral, é canalizada devido à sobreposição urbana, e por consequência, recebem clandestinamente resíduos sólidos e lançamentos de esgoto sanitário, comprometendo a qualidade das águas de drenagem. Cabe ressaltar que devido à ausência de cadastro dos corpos hídricos canalizados, têm-se poucos na área do empreendimento, os quais começam a ser identificados nas proximidades da orla.

Na Prainha há desague de dois rios, que podem ser identificados pela hidrografia da FIGURA 98. Segundo a base de dados do IAT (2024), não possuem nome identificado, são enquadrados como de Classe 3, com vigência até 2025. Na Praia de Caieiras não há identificação de desague de rios, somente a rede de drenagem do bairro, que desagua em dois pontos, com contaminação de esgoto, pela ausência de esgotamento sanitário no local.

Na Praia Central, segunda a base de dados do IAT (2024), não há hidrografia integrada que desague na orla, assim como não há identificação na FIGURA 98, porém, por meio da visita ao local, pode-se identificar cinco pontos de desague, que podem ser riachos ou córregos pré-existentes antes da canalização para instalar a rede de drenagem.

Em relação ao monitoramento hidrológico no estado do Paraná, foram buscadas informações de monitoramento por parte do Instituto Água e Terra (IAT) em relação as estações de monitoramento fluviométrico, qualidade da água ou sedimentológico na área de estudo ou proximidades. Entretanto, o órgão ambiental não possui estações na área de estudo ou adjacências.

FIGURA 97 – HIDROGRAFIA DO MUNICÍPIO DE GUARATUBA

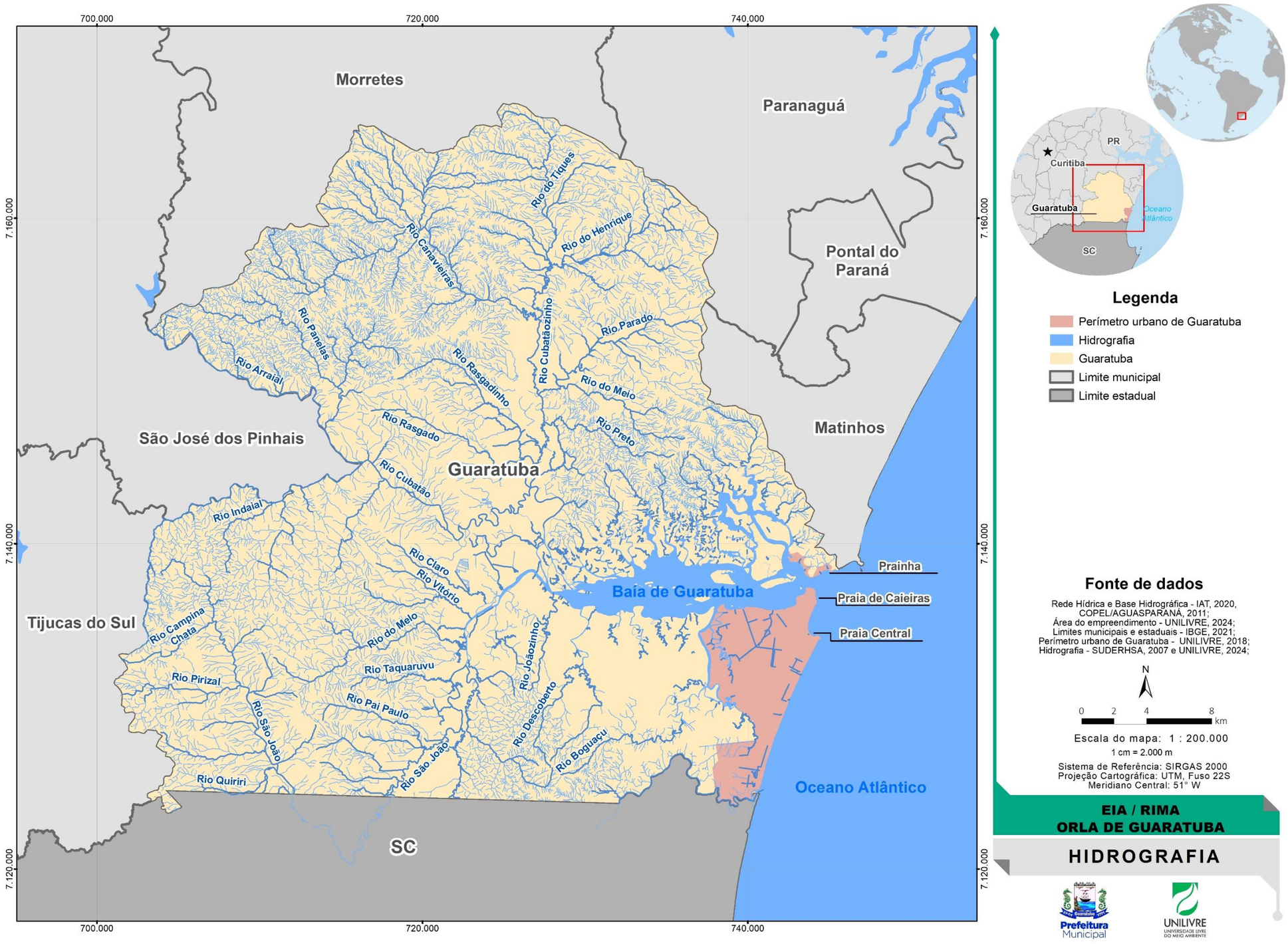
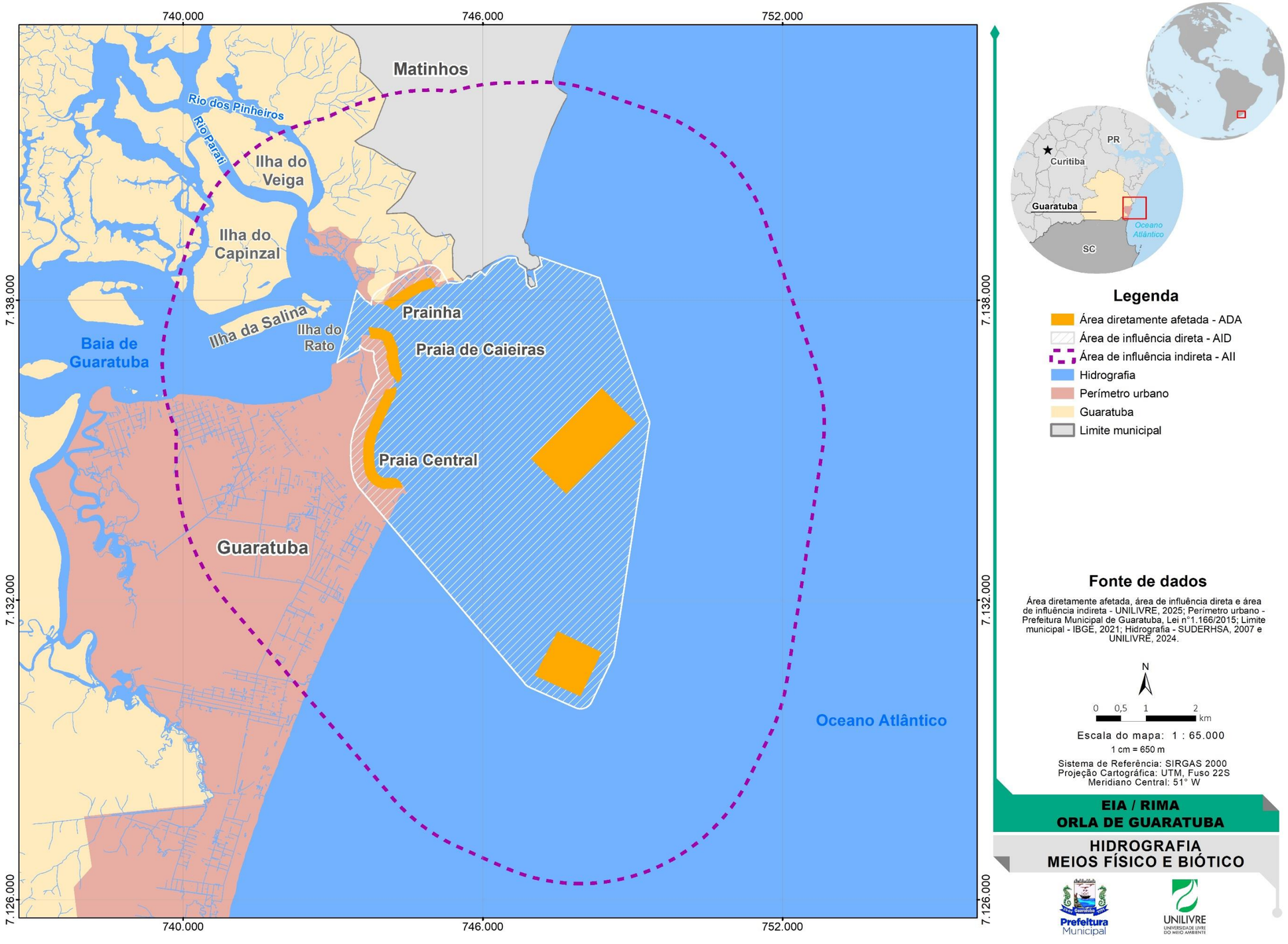


FIGURA 98 – HIDROGRAFIA NAS ADJACÊNCIAS AO EMPREENDIMENTO



Foi realizado o levantamento das outorgas presentes no município de Guaratuba pela base de dados do IAT (2024), resultando em um total de 99 outorgas, incluindo a categoria de captação superficial, lançamento de efluentes e outros usos, não havendo registros de captação subterrânea. Outras diferenciações foram feitas mediante as informações disponíveis na portaria da outorga, referente ao uso mais específico, como aquicultura, irrigação, Dispensa por Uso Insignificante (DUI), e quando não há distinção do uso, sendo tabelado como Geral. Essas informações estão compiladas e apresentadas no QUADRO 11.

QUADRO 11 – QUANTIDADE DE OUTORGAS NO MUNICÍPIO DE GUARATUBA

Usos	Geral	Aquicultura	Irrigação	DUI	TOTAL
Captação superficial	41	13	4	35	93
Captação subterrânea	-	-	-	-	-
Lançamento de Efluentes	1	-	-	3	4
Outros	2	-	-	-	2
Total	44	13	4	38	99

Fonte: UNILIVRE, 2024.

Para distinguir os usos nas outorgas categorizadas como DUI, foi elaborado o QUADRO 12 para diferenciá-los mediante a categorização das outorgas na área de estudo.

QUADRO 12 – QUANTIDADE DE OUTORGAS NO MUNICÍPIO DE GUARATUBA COM DISPENSA POR USO INSIGNIFICANTE

Captação	30
Aquicultura	5
Efluentes	3
TOTAL	63

Fonte: UNILIVRE, 2024.

A cerca das outorgas na AID, foram identificadas pela base de dados do IAT (2024) somente três outorgas de lançamento de efluentes, todas na Prainha e com a situação de registro ativo. Duas delas são do tipo Portaria de outorga prévia, e uma do tipo Parecer Negativo.

2.4.1. Hidrogeologia

A exploração de água subterrânea, especialmente aquela referente ao Aquífero Livre, é praticamente desprezível na área urbana de Guaratuba, uma vez

que toda região é servida por rede de distribuição de água da SANEPAR. Na área rural são cadastrados poços cacimba e poços tubulares profundos. Nessa zona do município ocorre tanto áreas livres (rural) como áreas urbanas de serviços edificações multifamiliares e comerciais muito espaçadas (FIGURA 99).

Os aquíferos da região, reconhecidos e atualmente em aproveitamento, estão localizados genericamente em três unidades estratigráficas: sedimentos costeiros e continentais do Quaternário, sedimentos da Formação Alexandra do Mioceno, e rochas ígneas e metamórficas do Complexo Gnáissico-Migmatítico.

Os aquíferos localizados em sedimentos costeiros do Quaternário apresentam vazões de até 50 m^3/h. Dados de poços tubulares executados na região em estudo apresentam valores médios de profundidade dos poços em 28 m; vazão média de 7,5 m^3/h; profundidade média do nível freático de 3,20 m.

A exploração das águas subterrâneas em planícies litorâneas possui uma limitação devido à intrusão de água salobra em aquíferos de água doce, que pode ocorrer em conformidade com a redução da vazão de descarga hídrica subterrânea no mar, através do bombeamento executado pelos poços ponteiras e tubulares, na orla marítima. Este avanço de águas subterrâneas salgadas em direção ao continente é denominado “cunha salina”. Além da salinização, esses aquíferos também são muito susceptíveis à contaminação proveniente da superfície.

No caso dos aquíferos localizados nas rochas pré-cambrianas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, por se situarem a profundidades próximas a 100m, encontram-se mais protegidos. Entretanto, a localização desses aquíferos depende do reconhecimento dos padrões tectônico-estruturais da região. Essas rochas, apesar de fraturadas e seccionadas por diques de diabásio, o que facilita a movimentação da água subterrânea, nem sempre se revelam promissoras, em virtude da grande variação dos parâmetros hidráulicos próprios de meios fraturados. Além disso, as dificuldades de mapeamento estrutural dificultam o aproveitamento destes aquíferos.

As zonas de recarga dos aquíferos apresentam, teoricamente, algumas possibilidades. Os aquíferos porosos, por serem aquíferos livres, recebem recarga direta de água da chuva ou dos cursos de drenagem superficial, com descarga direta no oceano.

Os aquíferos fraturados recebem recarga dos solos e sedimentos que os recobrem e também pela percolação da água subterrânea desde fraturas extensas,

relacionadas com estruturas da Serra do Mar. Na serra estão localizadas as várias nascentes, que alimentam e recarregam os cursos d'águas.

Nas faixas mais elevadas das restingas, o aquífero superficial apresenta as maiores profundidades, entre 5,00m até 15,00m, e pode eventualmente encontrar boas condições da qualidade da água. Nas demais áreas onde as profundidades variam entre 1,00m e 2,00m e as condições de sedimentos e solos arenosos altamente permeáveis e porosos mostram que a suspeptibilidade a contaminação do aquífero é elevada. Aterros ou lixões, agrotóxicos e fossas sépticas são os principais contaminantes para o aquífero livre.

Testes para determinação do Coeficiente de Infiltração no Solo, de acordo com às especificações contidas na norma NBR 7229-ABNT mostram valores menores que 0,021 m^3/m^2.dia, indicando uma taxa de percolação de 2400 min/m.

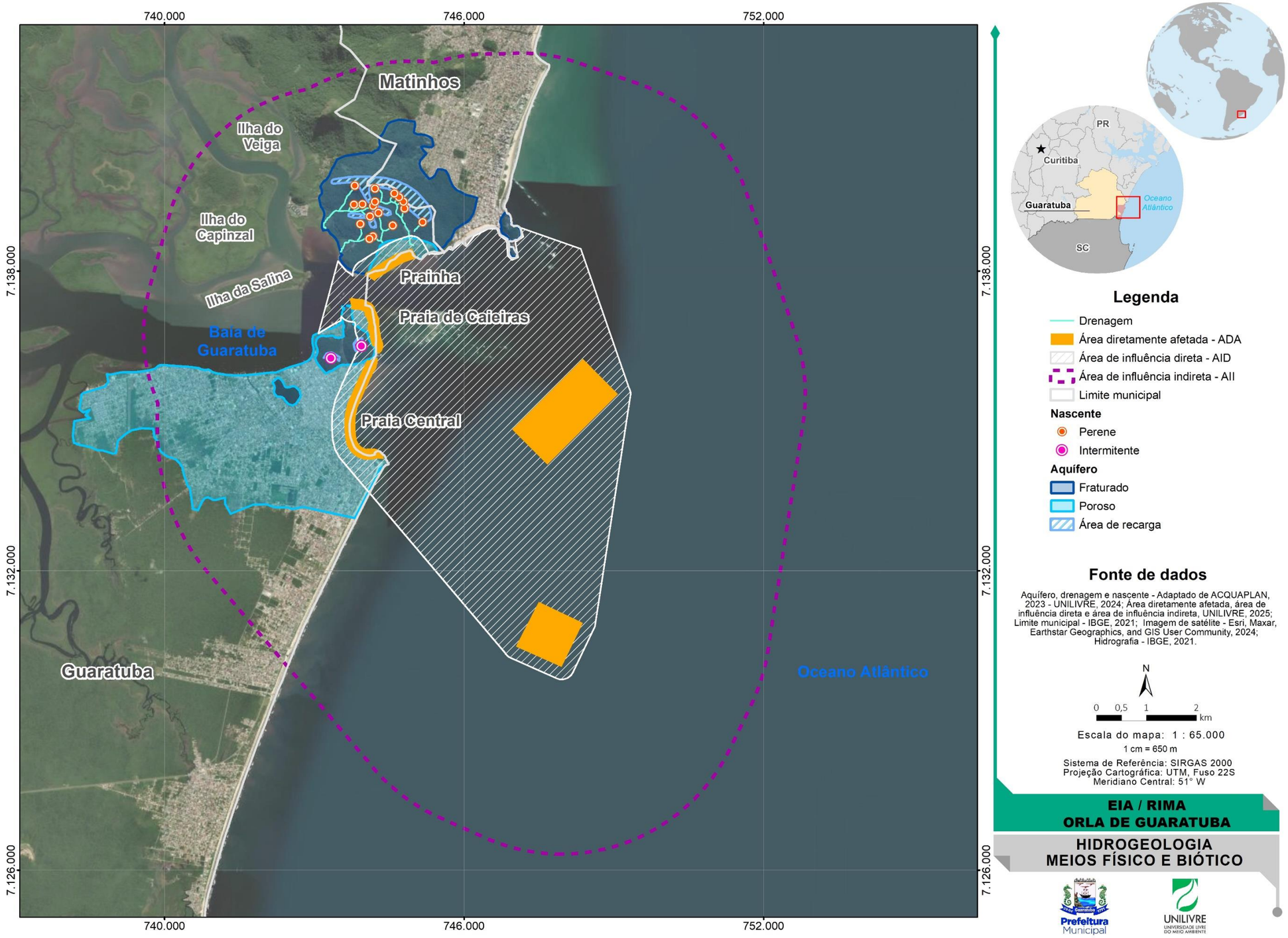
Os poços tubulares profundos, com outorga pelo IAT, atingem principalmente o aquífero fraturado do Embasamento Cristalino, conforme descrição e dados dos poços SIAGAS (TABELA 15).

TABELA 15 – OUTORGA DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS

N° Poço	Localização (UTM)	Profundidade (m)	Vazão (m3/h)	pH	Geologia
3500061321	7134861 S 706798 E	120	5	7,55	Granito
3500019314	7136489 S 725705 E	100	8	8,01	Granito
3500036311	7134901 S 706853 E	120	5	7,55	Granito
3500016493	7135304 S 742088 E	55,5	30	7,5	Areia
3500016507	7135275 S 742088 E	36	30	7,56	Areia

Fonte: SIAGAS, 2024.

FIGURA 99 – MAPA DA HIDROGEOLOGIA



2.5. COMPORTAMENTO DE ONDAS

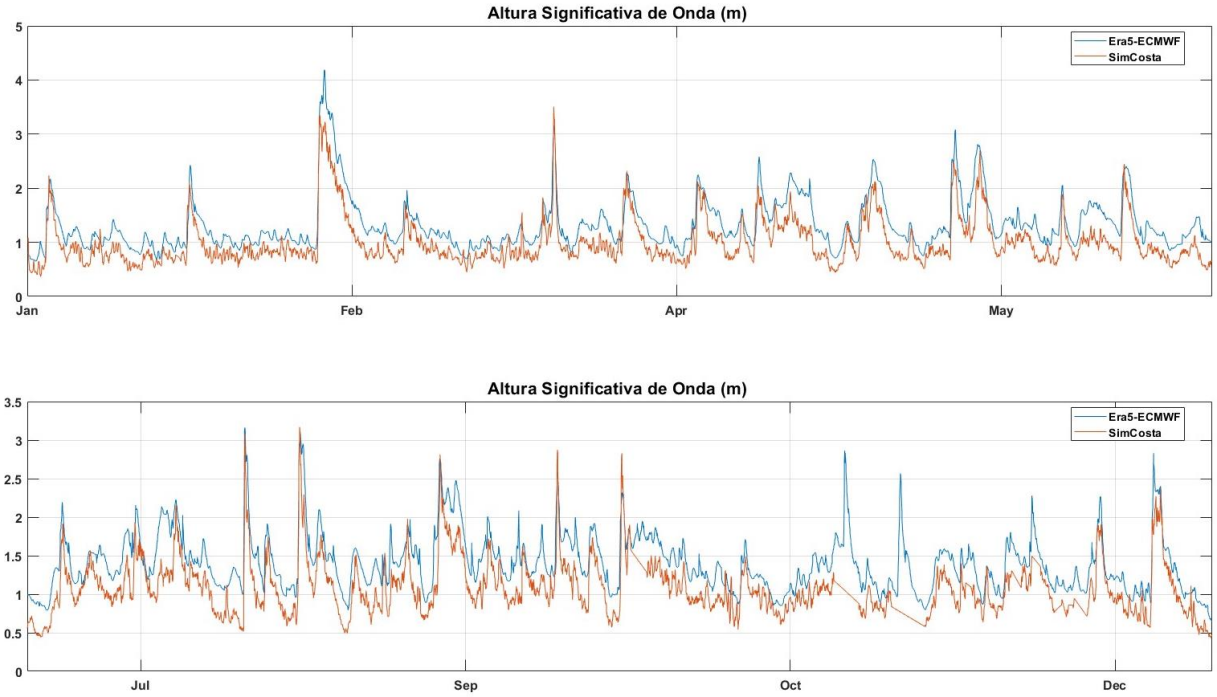
Atendendo ao solicitado no Termo de Referência, este tópico apresenta o diagnóstico na área de arrebentação, em diferentes condições de ondulações e vento das ondas passíveis à prática esportiva do surfe na área de influência do empreendimento.

2.5.1. Dados de Onda

A área costeira de Guaratuba não apresenta dados de onda medidos. Dada essa condição, foram utilizados dados de fontes secundárias. Para o dimensionamento das obras, foram utilizados dados de onda provenientes do banco de dados do modelo global ERA-5 do ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*). A resolução espacial dos dados disponíveis é de 0,125º (aproximadamente 14 km), com escala temporal de 6 horas (Hersbach *et al.*, 2020). As variáveis de onda selecionadas foram a altura significativa (Hs), o período de pico (Tp) e a direção de pico (Dp).

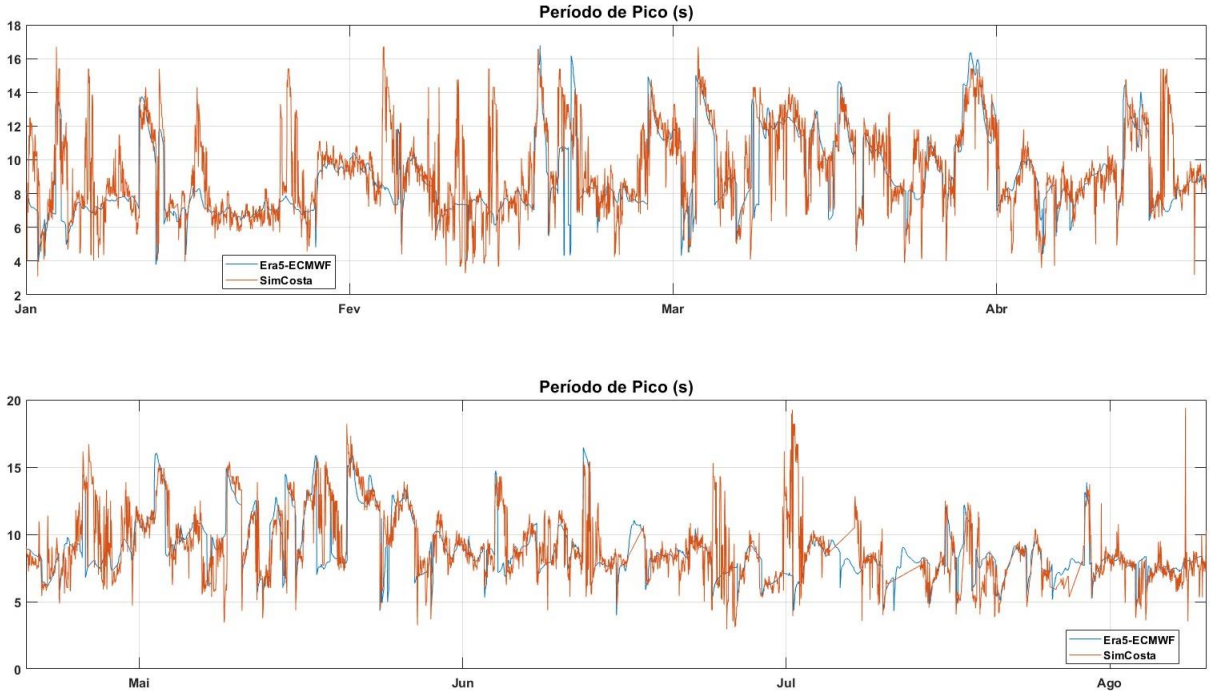
Para utilização dos dados fornecidos pelo ERA-5 para o litoral do Paraná, foram realizadas comparações com os dados de onda da estação PR-1, pertencente ao Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta), localizado em Pontal do Paraná (SiMCosta, 2024). A comparação foi realizada para o ano de 2014. As FIGURA 100 e FIGURA 101 apresentam o comparativo dos dados do ERA-5 e da estação PR-1 para as variáveis Hs e Tp.

FIGURA 100 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS DADOS DE HS DO ERA5 E DA ESTAÇÃO PR-1 PARA O ANO DE 2014



Fonte: SiMCosta, 2024.

FIGURA 101 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS DADOS DE TP DO ERA5 E DA ESTAÇÃO PR-1 PARA O ANO DE 2014



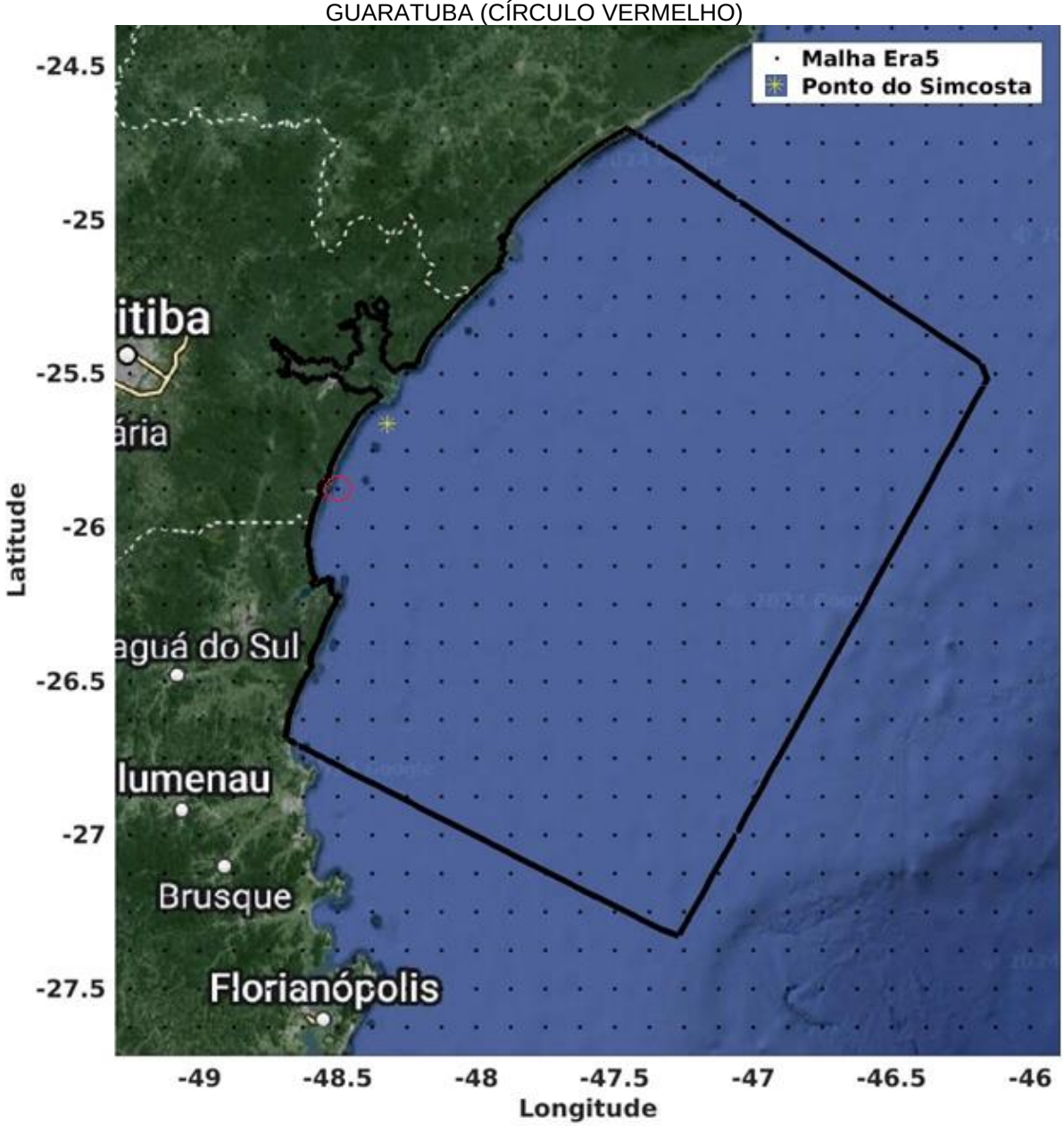
Fonte: SiMCosta, 2024.

O modelo ERA-5 superestima as alturas significativas e os períodos de pico, no entanto, a diferença entre os valores modelados e medidos de altura significativa

e período de pico é menor do que 0,7 m e 3 s, respectivamente. Com o resultado das comparações, os dados disponibilizados pelo modelo ERA-5 foram considerados válidos para determinação da onda de projeto no município de Guaratuba.

Para o local de interesse foi selecionado o ponto do modelo global mais próximo de Guaratuba, a cerca de 6,5 km da costa. As FIGURA 102 e FIGURA 103 ilustram o ponto da malha do ERA-5 selecionado.

FIGURA 102 – PONTOS DA GRADE GLOBAL DO ERA5 NA ÁREA DE ESTUDO, A LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO PR-1(PONTO AMARELO) E A LOCALIZAÇÃO DO PONTO SELECIONADO PARA GUARATUBA (CÍRCULO VERMELHO)



Fonte: SiMCosta, 2024.

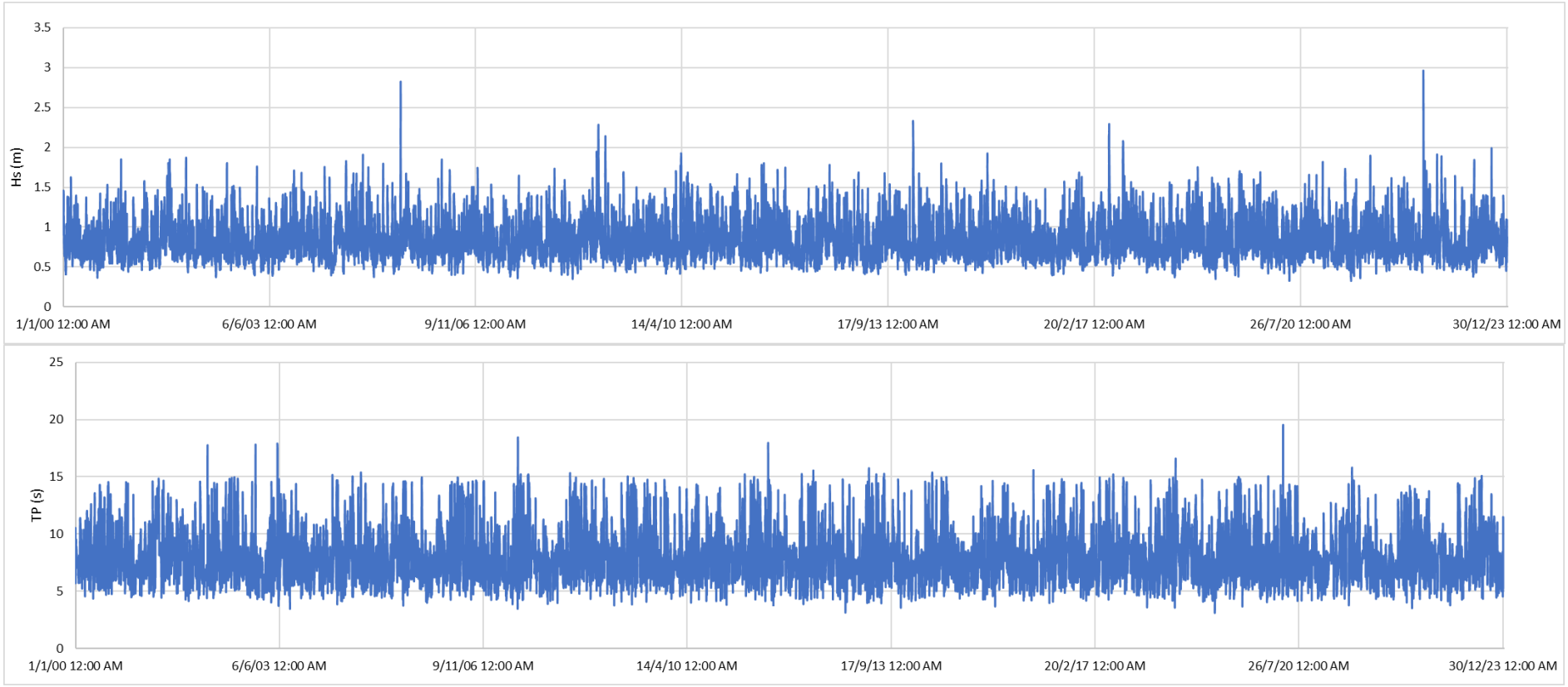
FIGURA 103 – DISTÂNCIA DA COSTA ATÉ O PONTO SELECIONADO DO MODELO GLOBAL ERA-5



Fonte: SiMCosta, 2024.

O banco de dados do modelo global apresenta um período de 83 anos completos, de 1940 até 2023. Apesar da longa série histórica, foram selecionados apenas os dados do ano 2000 em diante. As séries também foram divididas em função da direção predominante. A série histórica selecionada é ilustrada na FIGURA 104.

FIGURA 104 – SÉRIE HISTÓRICA DE HS E TP DO MODELO ERA-5 DE 2000 ATÉ 2023



Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.5.2. Estatística das Ondas

Definida a série histórica, foi iniciada a análise estatística para caracterização da onda de projeto. Inicialmente as ondas foram classificadas em função de sua direção. A relação do ângulo de incidência da onda com a direção é apresentada na QUADRO 13. O QUADRO 14 e o QUADRO 15 apresentam a frequência relativa de Hs e de Tp registrados e a FIGURA 105 ilustra a distribuição nas direções.

QUADRO 13 – RELAÇÃO DIREÇÃO E ÂNGULOS INCIDENTES

Quadrante	Graus (°)
Norte (N)	337° a 0°e 0° a 22°
Nordeste (NE)	23° a 67°
Leste (E)	68° a 112°
Sudeste (SE)	113° a 157°
Sul (S)	158° a 202°
Sudoeste (SW)	203° a 247°
Oeste (W)	248° a 337°
Noroeste (NW)	293° a 337°

Fonte: UNILIVRE, 2024.

QUADRO 14 – FREQUÊNCIA RELATIVA DE HS PARA DIFERENTES DIREÇÕES

Direção/Hs (m)	<0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	Total
Norte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NE	0,0%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%
Leste	2,0%	48,1%	7,5%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	58,0%
SE	0,9%	27,6%	9,6%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	38,7%
Sul	0,1%	1,6%	1,1%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%
SW	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Oeste	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NW	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total	2,9%	77,6%	18,2%	1,1%	0,1%	0,0%	0,0%	100,0%

Fonte: UNILIVRE, 2024.

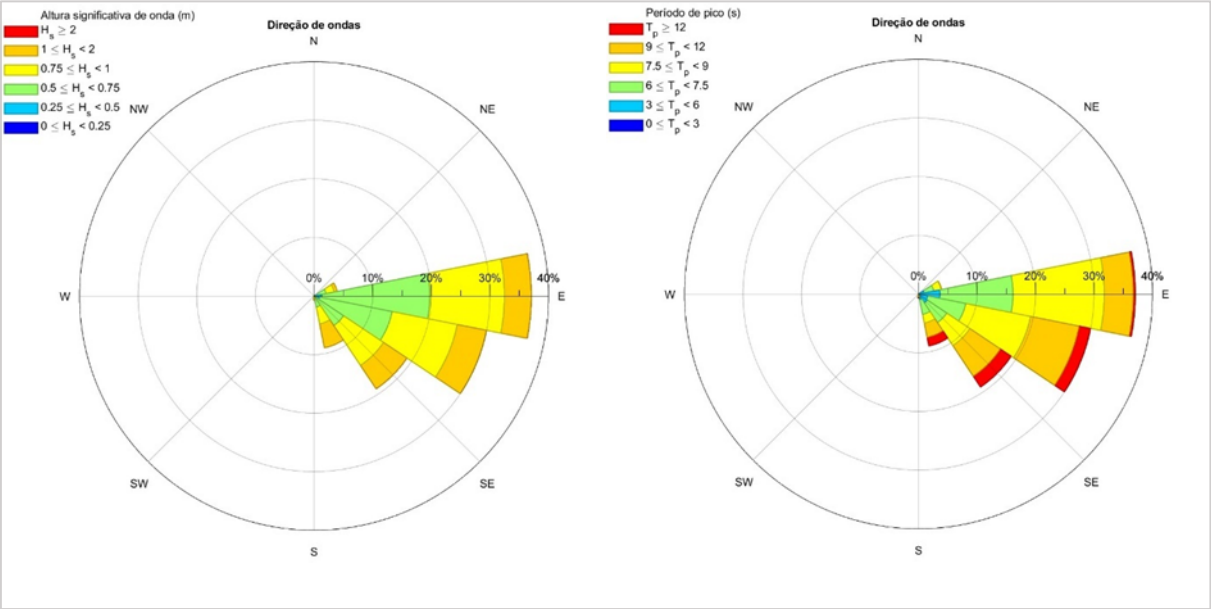
QUADRO 15 – FREQUÊNCIA RELATIVA DE TP PARA DIFERENTES DIREÇÕES

Direção/Tp (s)	<6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-20	Total
Norte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NE	0,1%	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%
Leste	5,5%	27,6%	20,0%	3,6%	0,9%	0,4%	0,0%	58,0%
SE	3,1%	12,3%	11,8%	7,1%	3,2%	1,2%	0,0%	38,7%
Sul	0,2%	0,8%	0,7%	0,6%	0,4%	0,2%	0,0%	2,9%
SW	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Oeste	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NW	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Direção/Tp (s)	<6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-20	Total
Total	9,0%	40,9%	32,5%	11,3%	4,5%	1,8%	0,0%	100,0%

Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 105 – DIREÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA DE HS E TP DO MODELO ERA-5 DE 2000 ATÉ 2023



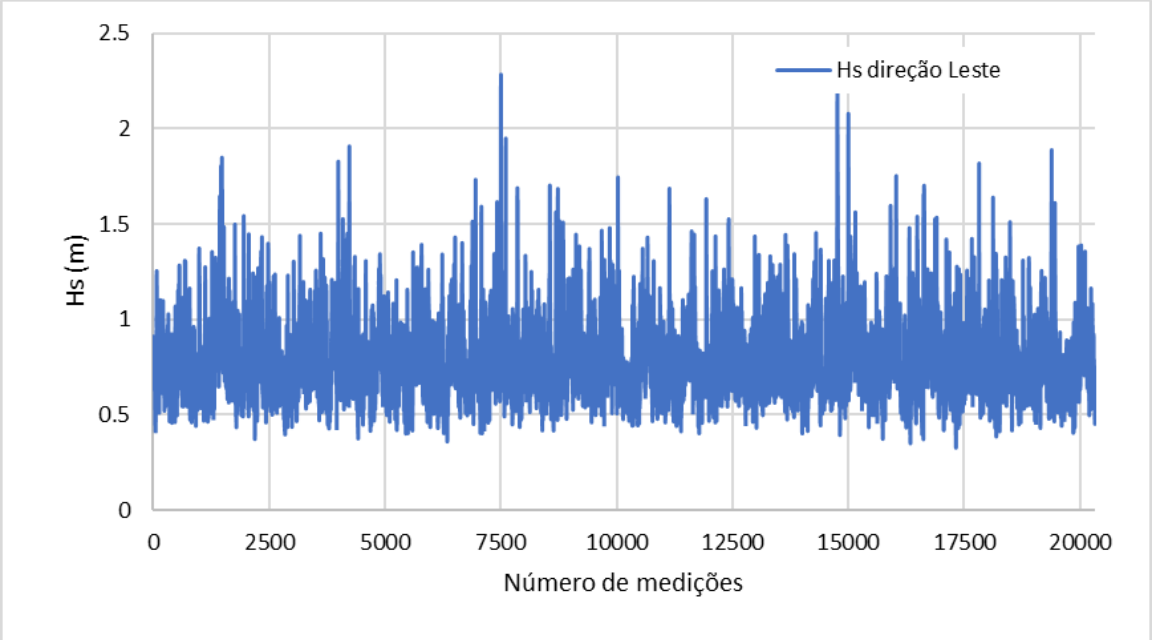
Fonte: UNILIVRE, 2024.

Considerando o número de ocorrência e a intensidade de Hs, algumas direções foram detalhadas, sendo avaliada a estatística das ondas na direção Leste, Sudeste e Nordeste.

2.5.2.1. Leste

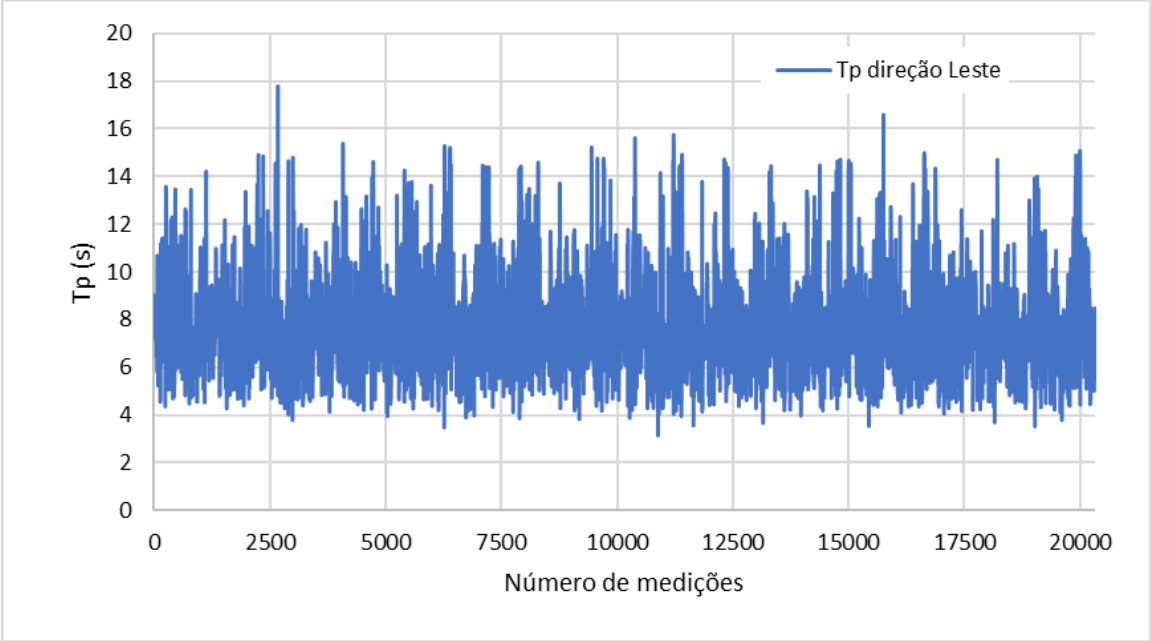
A série histórica (2000-2023) apresenta 20.329 registros de Hs com incidência de leste, tendo seu valor máximo de 2,29 m e de Tp de 17,5 s. As FIGURA 106 e FIGURA 107 ilustram os registros avaliados e as FIGURA 108 e FIGURA 109 a sazonalidade ao longo dos meses.

FIGURA 106 – REGISTRO DE HS PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE LESTE



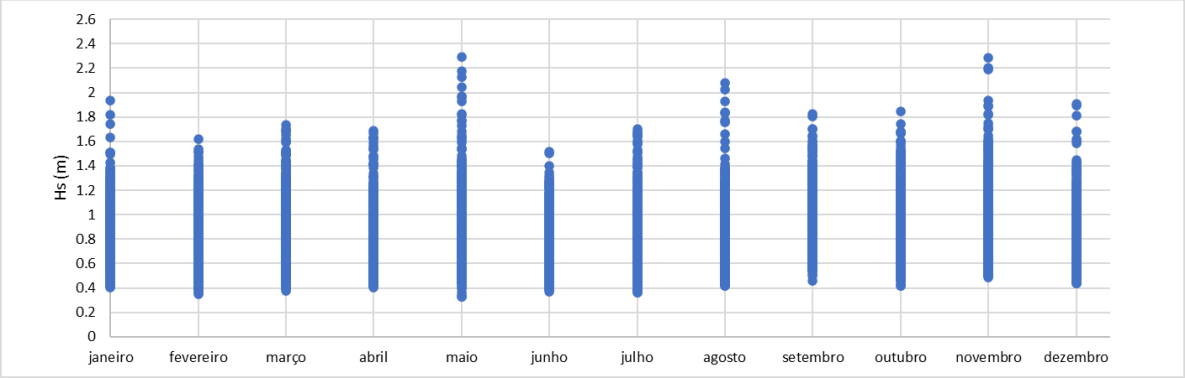
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 107 – REGISTRO DE TP PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE LESTE



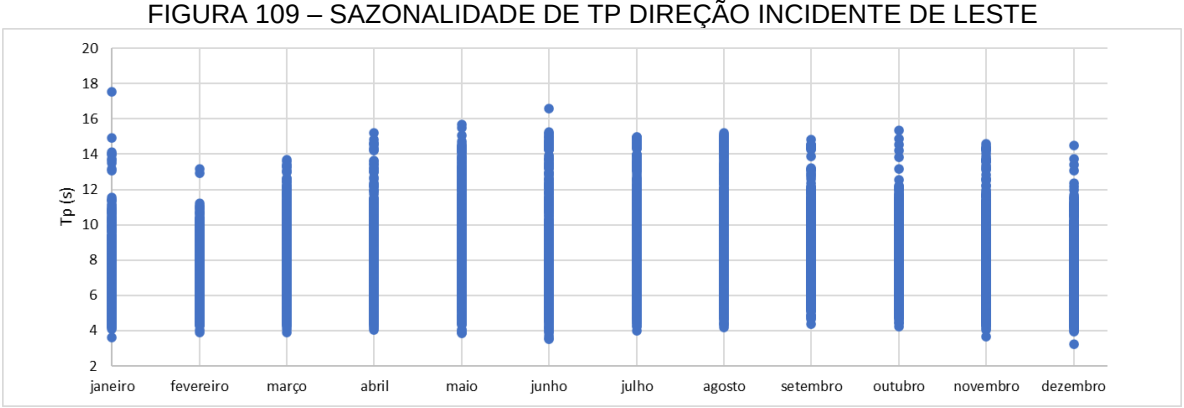
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 108 – SAZONALIDADE DE HS DIREÇÃO INCIDENTE DE LESTE



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 109 – SAZONALIDADE DE TP DIREÇÃO INCIDENTE DE LESTE

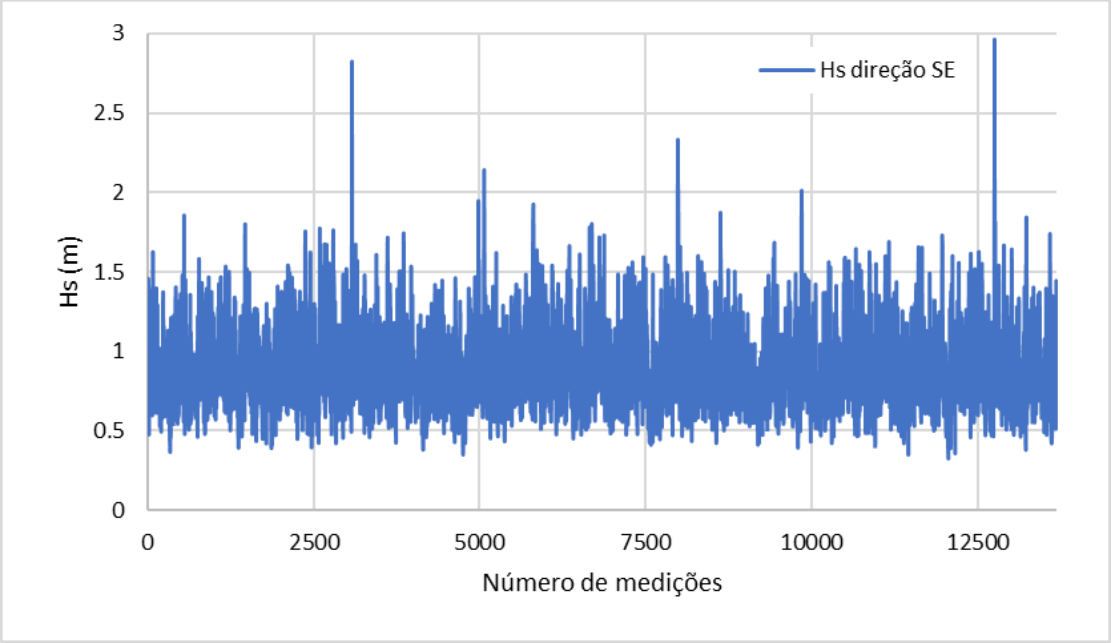


Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.5.2.2. Sudeste

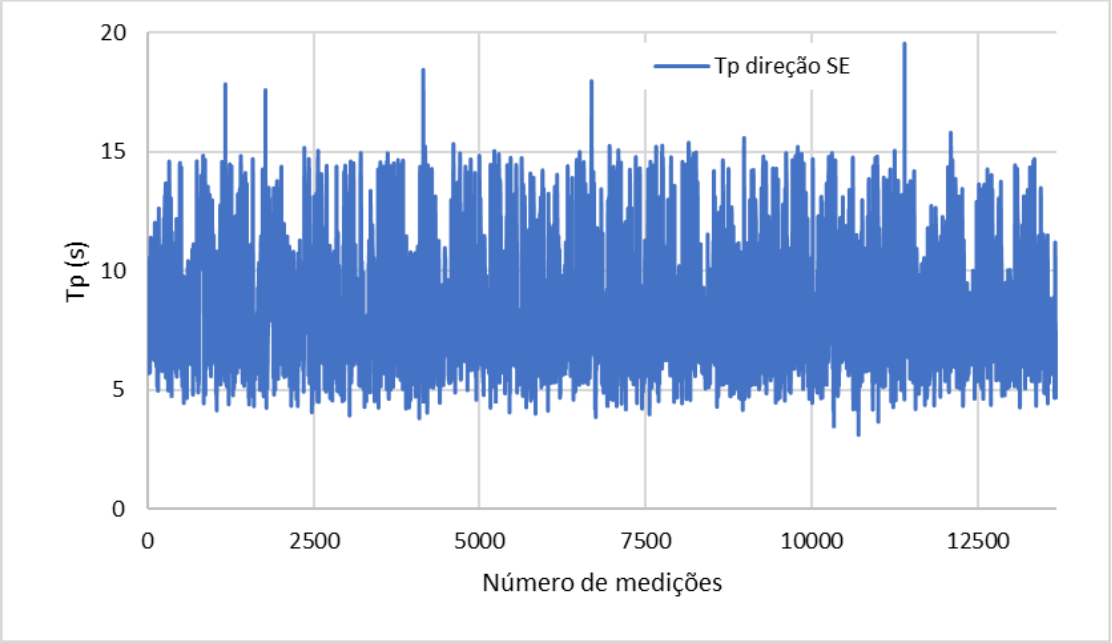
A série histórica (2000-2023) apresenta 13.559 registros de Hs com incidência de Sudeste (SE), tendo seu valor máximo de 2,95 m e de Tp de 19,5 s. As FIGURA 110 e FIGURA 111 ilustram os registros avaliados e as FIGURA 112 e FIGURA 113 a sazonalidade ao longo dos meses.

FIGURA 110 – REGISTRO DE HS PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE SUDESTE



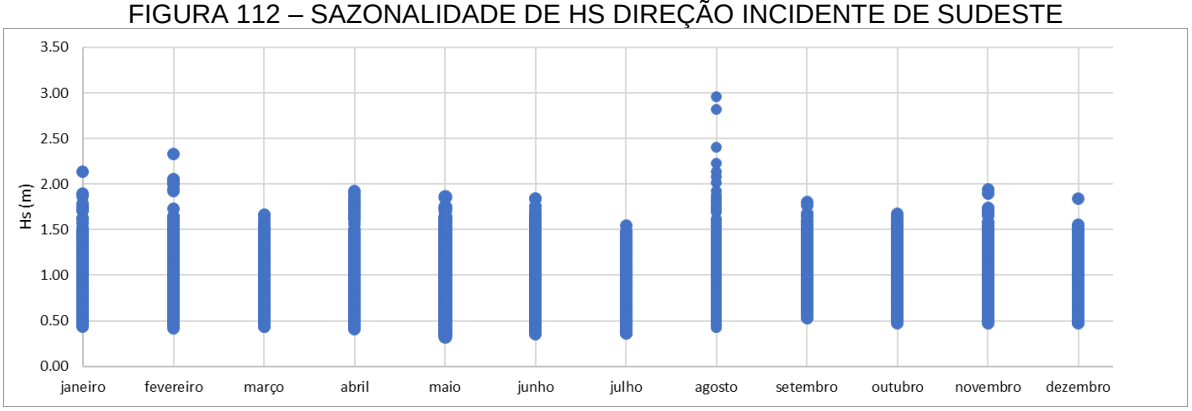
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 111 – REGISTRO DE TP PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE SUDESTE



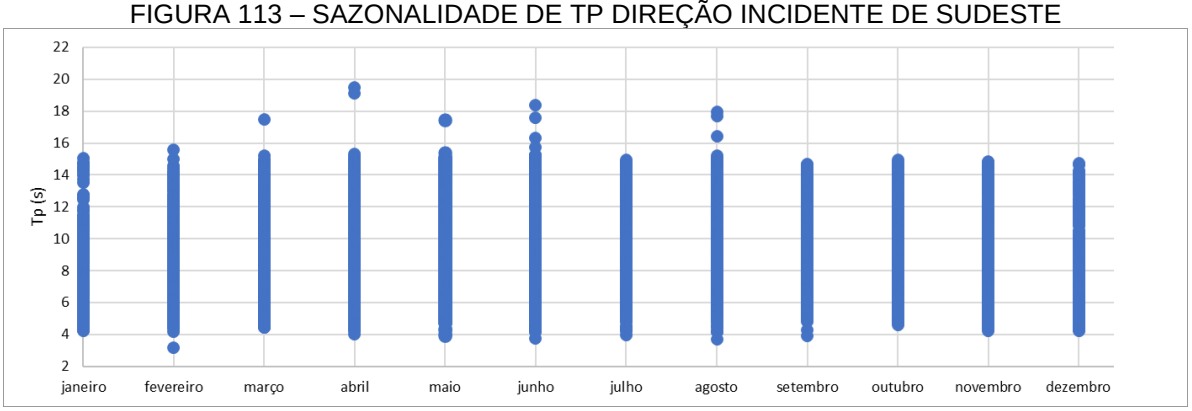
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 112 – SAZONALIDADE DE HS DIREÇÃO INCIDENTE DE SUDESTE



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 113 – SAZONALIDADE DE TP DIREÇÃO INCIDENTE DE SUDESTE

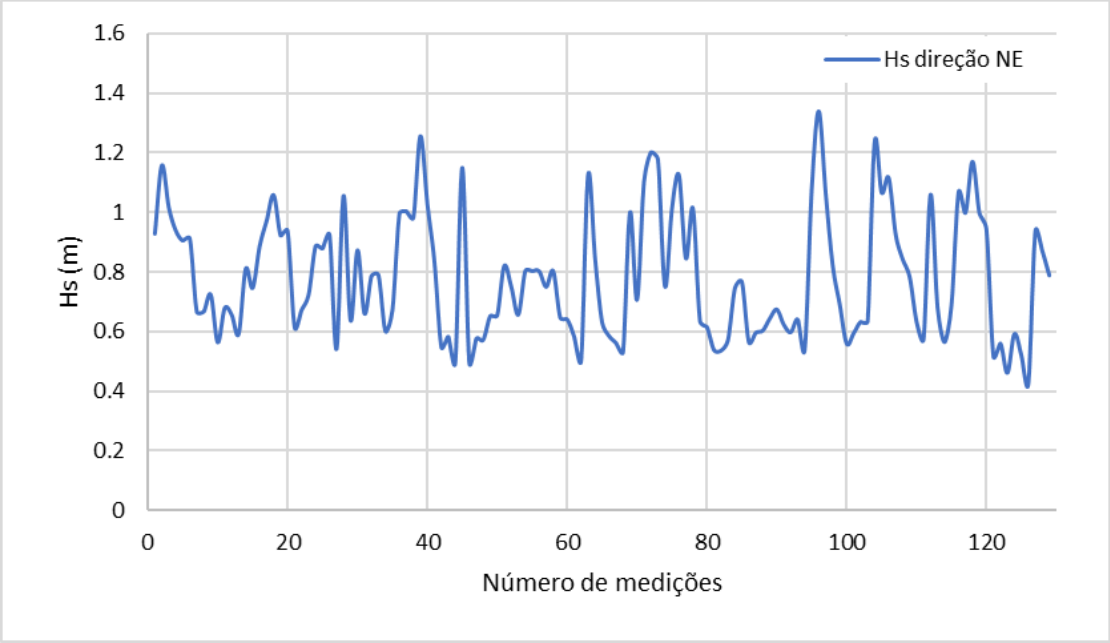


Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.5.2.3. Nordeste

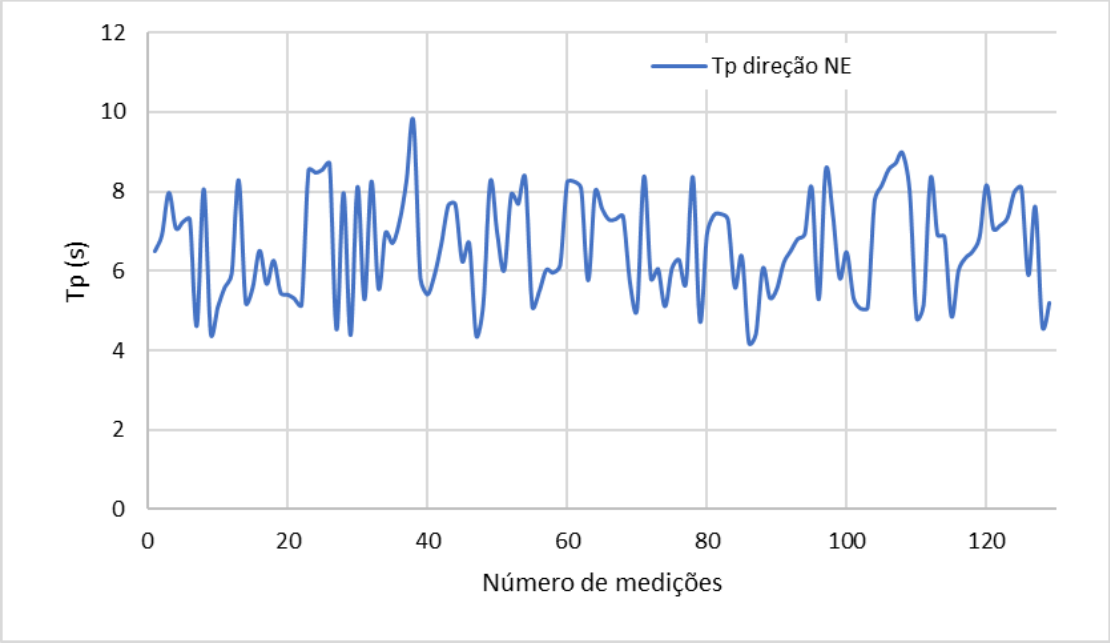
A série histórica (2000-2023) apresenta 129 registros de Hs com incidência de Nordeste (NE), tendo seu valor máximo de 1,33 m e de Tp de 9,8 s. As FIGURA 114 e FIGURA 115 ilustram os registros avaliados e as FIGURA 116 e FIGURA 117 a sazonalidade ao longo dos meses.

FIGURA 114 – REGISTRO DE HS PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE NORDESTE



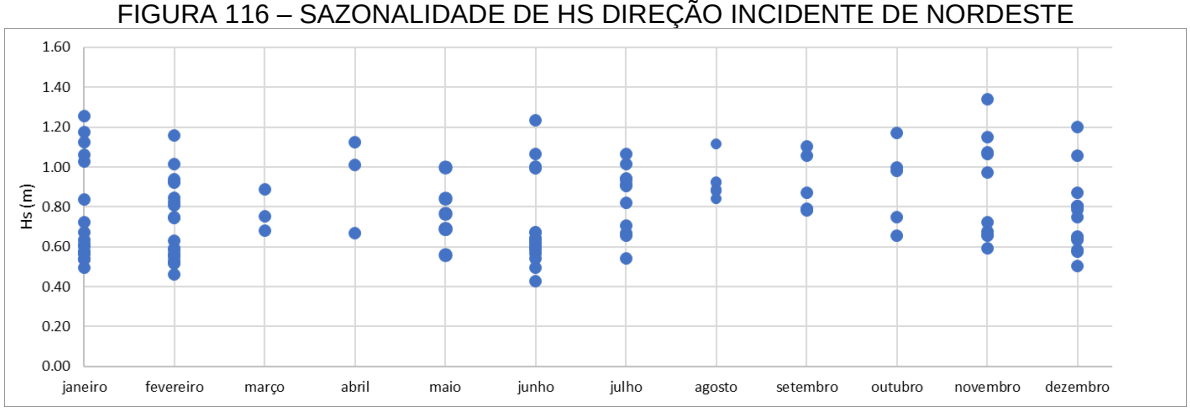
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 115 – REGISTRO DE TP PARA DIREÇÃO INCIDENTE DE NORDESTE



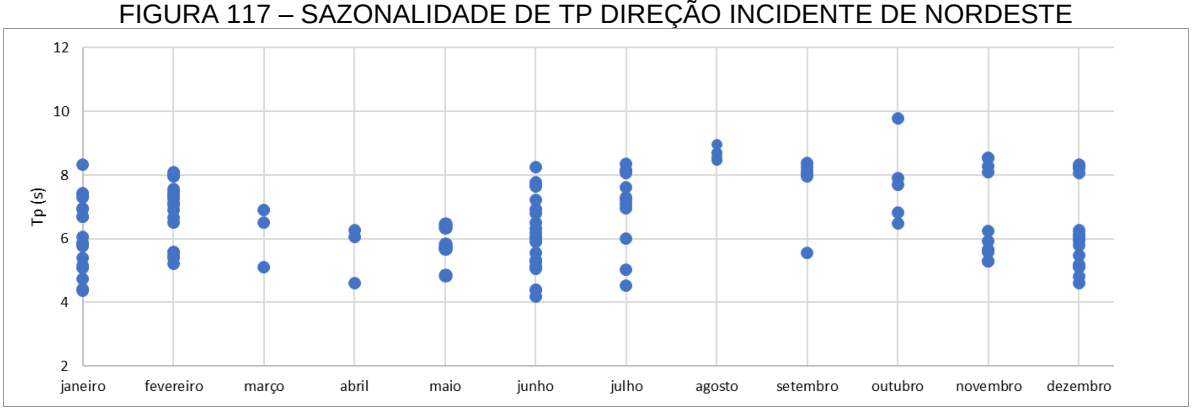
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 116 – SAZONALIDADE DE HS DIREÇÃO INCIDENTE DE NORDESTE



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 117 – SAZONALIDADE DE TP DIREÇÃO INCIDENTE DE NORDESTE



Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.5.3. Onda de Projeto

O clima de ondas no local é normalmente caracterizado pela altura significativa das ondas (Hs), sendo a mesma associada à média do terço mais elevado das alturas de onda observadas. Supondo uma distribuição de altura de onda de Rayleigh, outros parâmetros de altura da distribuição podem ser correlacionados com Hs. De acordo com Kamphuis (1996), a correlação entre as alturas é expressa pela EQUAÇÃO 1.

EQUAÇÃO 1

$$Hs_{\%} = K_H \, H_s$$

O valor de K_H pode variar em função da série e da taxa de não excedência definida, como por exemplo $Hs_{95\%}$ ou $Hs_{99\%}$. De acordo com o USACE (1984), para

obras de proteção costeiras, pode-se avaliar as condições de excedência de 10, 5 e 1%, conforme as Equações: EQUAÇÃO 2, EQUAÇÃO 3 e EQUAÇÃO 4.

EQUAÇÃO 2

$$Hs_{90} \approx 1,27\ H_s$$

EQUAÇÃO 3

$$Hs_{95} \approx 1,37\ H_s$$

EQUAÇÃO 4

$$Hs_{99} \approx 1,67\ H_s$$

De acordo com USACE (1984), a escolha da onda máxima para o projeto depende se a estrutura é definida como rígida, semirrígida ou flexível. A publicação sugere que, para as estruturas rígidas, onde uma onda alta pode causar falha de toda a estrutura, a altura de onda de projeto é normalmente baseada em Hs_{99}. Para estruturas semirrígidas, a altura de onda de projeto é selecionada dentro de uma faixa de Hs_{90} até Hs_{99}. Para estruturas flexíveis, a altura de onda pode variar de Hs_{95} até Hs_{99}.

As obras costeiras devem ser projetadas em função da maior força de uma única onda esperada durante sua vida útil (Goda, 1985). A maior força seria exercida pela onda mais alta ao longo de um conjunto de ondas aleatórias, correspondendo à altura de onda máxima (Hmax). O valor para Hmax também pode ser estimado em função do número de ondas aplicadas na distribuição de Rayleigh (N), conforme a EQUAÇÃO 5.

EQUAÇÃO 5

$$H_{max} = 0,707\sqrt{\ln N}\ H_s$$

Outras publicações apresentam valores de K_H para o dimensionamento de obras costeiras. Em USACE (1986), para projetos de quebra-mares e guias de correntes, considera-se um valor de K_H de 1,86. Em USACE (1995), para o dimensionamento de paredões e revestimentos costeiros, é sugerido um valor de K_H de 1,67. Rakha (1995) encontrou K_H =1,5 para ondas quebrando de forma estável e irregular em uma inclinação horizontal e K_H =1,7, quando as ondas estáveis são

refletidas. Para quebra-mares mistos, Goda (1985) sugeriu o valor de 1,8 até 1,5 para K_H. Kamphuis (1996) avaliou a condição para águas rasas sugerindo uma equação em função da profundidade do local de interesse, comprimento da onda e um K_H=1,5 a 1,7, considerando ações de quebra das ondas.

Para o estudo em questão foi utilizado o valor sugerido por USACE (1995) com o valor de K_H=1,67.

2.5.3.1. Análise de Ondas Extremas

A definição dos limites superiores para variáveis maregráficas pode ser conduzida através de uma análise de frequência. O propósito primordial da análise de frequência é estabelecer uma relação entre a magnitude dos eventos extremos e a frequência com que ocorrem, utilizando distribuições de probabilidades.

Quando se trata de valores máximos, a probabilidade de dependência entre eventos extremos é reduzida, dado o intervalo de tempo entre cada ocorrência. Para a análise de máxima onda, foram selecionados os valores de Hs mais elevados de cada ano da série histórica, resultando numa série de máxima com 24 amostras para cada direção. Utilizando o valor de K_H=1,67, os valores foram transformados em Hmáx. Considerando a análise de direção e intensidade de Hmáx mais relevantes, foram realizadas análises nas direções Leste e Sudeste. O QUADRO 16 apresenta as séries resultantes.

QUADRO 16 – SÉRIE HISTÓRICA MÁXIMA ANUAL DE HMÁX, HS E TP

Data	Ano	Leste			Data	Ano	Sudeste		
		Hmax (m)	Hs (m)	Tp (s)			Hmax (m)	Hs (m)	Tp (s)
02/11/2000	22/06/1905	2,19	1,31	8	17/12/2000	2000	3,07	1,84	8
08/10/2001	23/06/1905	3,09	1,85	7	07/05/2001	2001	2,63	1,58	12
22/03/2002	24/06/1905	2,55	1,53	8	21/09/2002	2002	3,01	1,80	9
10/09/2003	25/06/1905	2,37	1,42	10	28/10/2003	2003	2,57	1,54	7
24/12/2004	26/06/1905	3,19	1,91	8	12/09/2004	2004	2,96	1,77	8
23/09/2005	27/06/1905	2,24	1,34	8	10/08/2005	2005	4,71	2,82	11
14/11/2006	28/06/1905	2,32	1,39	9	20/11/2006	2006	2,91	1,74	8
27/09/2007	29/06/1905	2,39	1,43	7	11/02/2007	2007	2,54	1,52	6
23/11/2008	30/06/1905	3,81	2,28	9	12/11/2008	2008	3,24	1,94	7
03/01/2009	01/07/1905	3,23	1,93	8	04/01/2009	2009	3,57	2,14	9
08/03/2010	02/07/1905	2,84	1,70	11	09/04/2010	2010	3,22	1,93	14
22/10/2011	03/07/1905	2,47	1,48	9	24/08/2011	2011	3,01	1,80	8
01/01/2012	04/07/1905	2,91	1,75	7	01/01/2012	2012	2,86	1,71	8
21/03/2013	05/07/1905	2,82	1,69	7	26/08/2013	2013	2,64	1,58	9
18/02/2014	06/07/1905	2,71	1,62	9	15/02/2014	2014	3,89	2,33	9
30/03/2015	07/07/1905	2,39	1,43	12	12/05/2015	2015	3,11	1,86	11
26/10/2016	08/07/1905	2,42	1,45	7	19/11/2016	2016	2,81	1,68	9
20/05/2017	09/07/1905	3,82	2,29	9	12/08/2017	2017	3,36	2,01	15
09/11/2018	10/07/1905	2,92	1,75	9	18/09/2018	2018	2,65	1,59	12
22/07/2019	11/07/1905	2,84	1,70	15	24/11/2019	2019	2,81	1,68	7
07/12/2020	12/07/1905	3,03	1,81	8	30/10/2020	2020	2,76	1,65	6
23/04/2021	13/07/1905	2,72	1,63	12	22/04/2021	2021	2,89	1,73	11
28/11/2022	14/07/1905	3,15	1,89	9	10/08/2022	2022	4,94	2,96	10
03/09/2023	15/07/1905	2,32	1,39	10	15/06/2023	2023	3,08	1,84	9

Fonte: UNILIVRE, 2024.

Para avaliar a condição de ondas extremas, foram consideradas quatro tipos de distribuições: Gumbel, Log-Normal, Normal e Exponencial. Os resultados expressam as alturas de onda máximas para um determinado tempo de recorrência em anos, sendo esses os valores característicos da onda de projeto (Hd). Para cada distribuição foram calculados valores de Hd para diferentes tempos de recorrência conforme apresentados no QUADRO 17 e no QUADRO 18, com os ajustes sendo ilustrados na FIGURA 118 e na FIGURA 119.

QUADRO 17 – RESULTADOS DAS ALTURAS DE PROJETO (HD) PARA DIFERENTES TEMPOS DE RECORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÕES, NA DIREÇÃO LESTE

Tempo de Recorrência (Anos)	Incidência de Leste			
	Gumbel	Log-Normal	Normal	Exponencial
	HsTR (m)	HsTR (m)	HsTR (m)	HsTR (m)
2	2,71	2,75	2,78	2,64
5	3,11	3,13	3,16	3,06
10	3,37	3,36	3,36	3,37
20	3,62	3,55	3,52	3,68
25	3,70	3,61	3,57	3,78
50	3,95	3,79	3,71	4,10
100	4,20	3,95	3,83	4,41
500	4,77	4,31	4,08	5,14
1000	5,01	4,45	4,18	5,45
10000	5,82	4,91	4,46	6,49

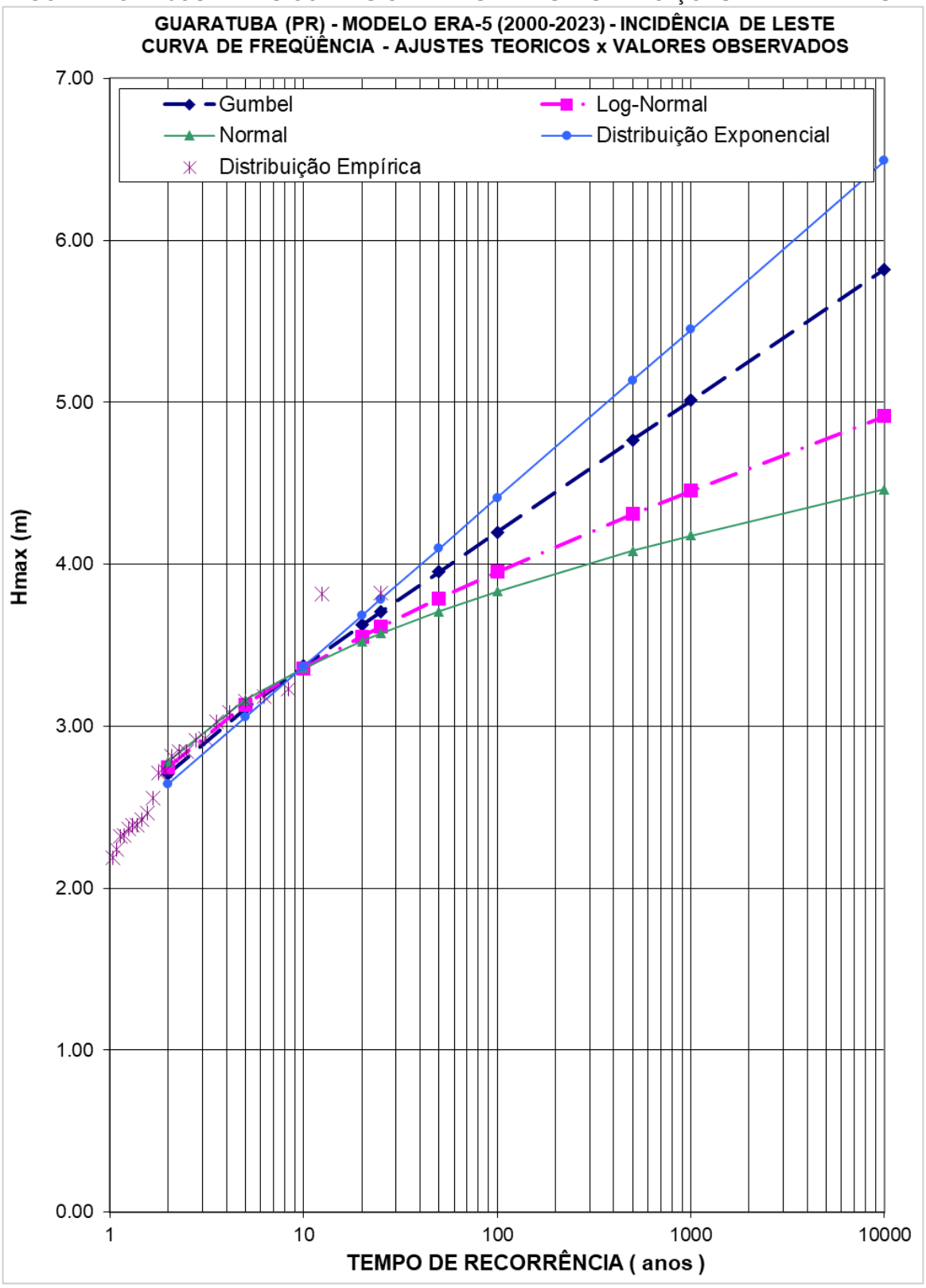
Fonte: UNILIVRE, 2024.

QUADRO 18 – RESULTADOS DAS ALTURAS DE PROJETO (HD) PARA DIFERENTES TEMPOS DE RECORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÕES, NA DIREÇÃO SUDESTE

TEMPO DE RECORRÊNCIA (anos)	Incidência de Sudeste			
	Gumbel	Log-Normal	Normal	Exponencial
	Hs_{TR} (m)	Hs_{TR} (m)	Hs_{TR} (m)	Hs_{TR} (m)
2	3,03	3,09	3,13	2,95
5	3,57	3,57	3,65	3,51
10	3,93	3,85	3,92	3,93
20	4,27	4,09	4,14	4,35
25	4,38	4,17	4,20	4,49
50	4,72	4,39	4,39	4,91
100	5,05	4,60	4,55	5,33
500	5,82	5,06	4,89	6,32
1000	6,15	5,24	5,02	6,74
10000	7,24	5,84	5,40	8,14

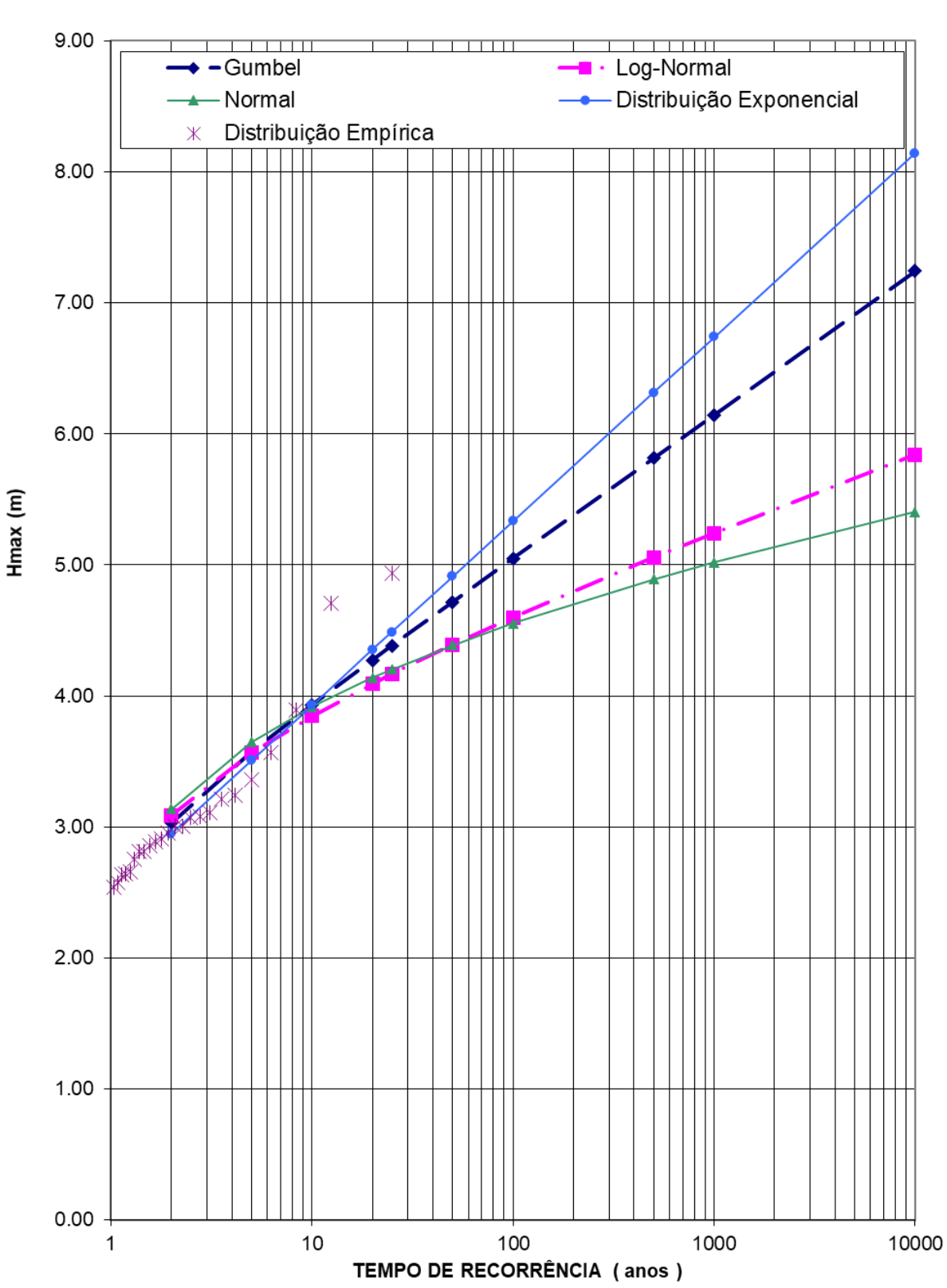
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 118 – AJUSTE DAS CURVAS GERADAS PELAS DISTRIBUIÇÕES PARA HD - LESTE



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 119 – AJUSTE DAS CURVAS GERADAS PELAS DISTRIBUIÇÕES PARA HD - SUDESTE



Fonte: UNILIVRE, 2024.

Considerando os resultados obtidos na distribuição de Gumbel, para a TR 100 anos, a onda de projeto para águas profundas é apresentada no QUADRO 19.

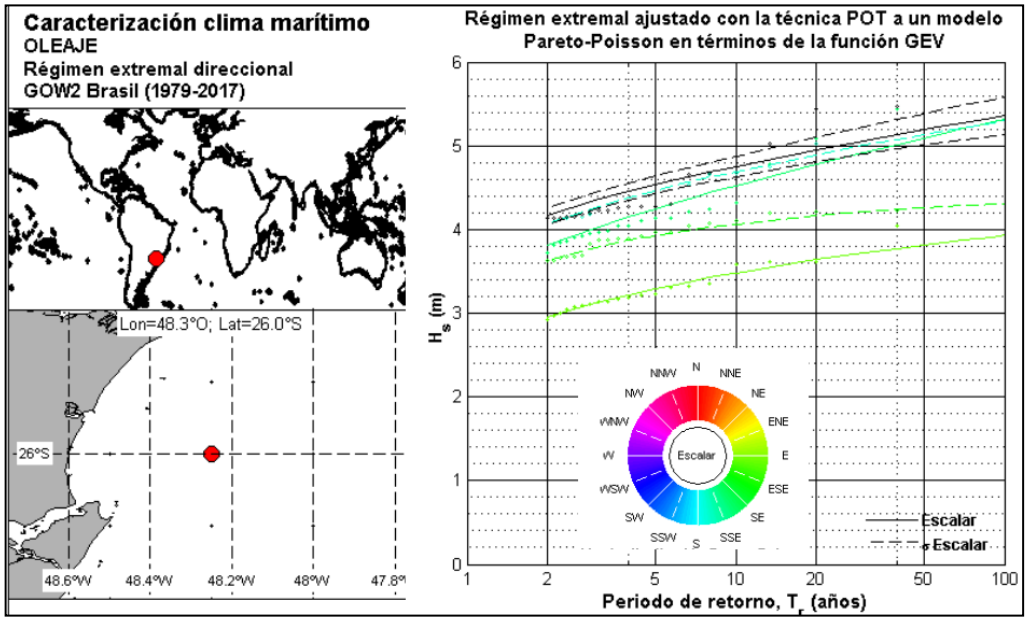
QUADRO 19 – RESULTADOS DAS ALTURAS DE PROJETO (HD) PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 100 ANOS, CONFORME DISTRIBUIÇÃO DE GUMBEL

TEMPO DE RECORRÊNCIA (anos)	Incidência de Sudeste		Incidência de Leste	
	Hs_{TR} (m)	$Hmáx_{TR}$ (m)	Hs_{TR} (m)	$Hmáx_{TR}$ (m)
100	2,51	4,20	3,02	5,05

Fonte: UNILIVRE, 2024.

Os resultados obtidos estão próximos aos apresentados em PDS-Litoral (2019), que avaliou as características das ondas em três pontos do litoral paranaense. O estudo desenvolvido pelo governo do estado do Paraná, em parceria com outras instituições, utilizou o banco de dados do *Global Ocean Waves* (GOW) e do *Downscaling Ocean Waces* (DOW) para determinar ondas extremas de inundação. A avaliação foi realizada usando uma série de 1979 até 2017, sendo as alturas de ondas máximas anuais ajustadas a uma linha configurada para uma função GEV de máximos. No ponto 1 do estudo, próximo a Guaratuba, foram previstas ondas superiores a 5 m de altura para uma TR100, conforme apresentado na FIGURA 120.

FIGURA 120 – ANÁLISE DE ONDAS EXTREMAS PRÓXIMO A GUARATUBA



Fonte: Adaptado de PDS-Litoral, 2019.

2.5.3.2. Período (Tp) para Onda de Projeto (Hd)

Para Goda (1985) e USACE (1995), o período da onda de projeto é equivalente aos valores de Tp para Hs. O QUADRO 16 apresenta uma série histórica das alturas de Hs máximas anuais, para diferentes direções, e com os seus respectivos períodos de pico (Tp). Considerando os resultados da análise de máximas para os maiores tempos de recorrência (TR), os valores de Hd calculados devem ter um período de pico (Tp) correspondente.

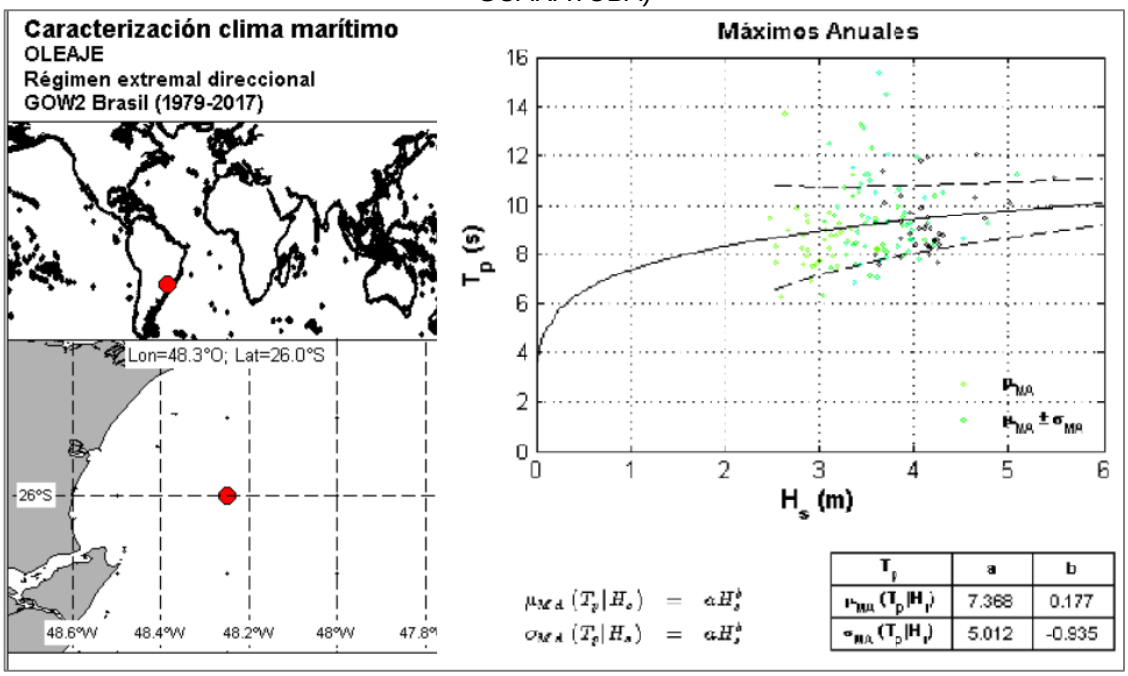
Considerando as Hs para cada ano na direção Leste e Sudeste, foi traçado uma correlação entre a Hs e Tp, sendo apresentada pela EQUAÇÃO 6.

EQUAÇÃO 6

$$\boldsymbol{Tp = 6,767\ H_s^{0,2656}}$$

A equação de correlação gerada é semelhante ao apresentado em PDS-Litoral (2019), que avaliou as características das ondas em três pontos do litoral paranaense. O estudo desenvolvido pelo governo do estado do Paraná, em parceria com outras instituições, utilizou o banco de dados do *Global Ocean Waves* (GOW) e do *Downscaling Ocean Waces* (DOW) para determinar ondas extremas de inundação. A avaliação foi realizada usando uma série de 1979 até 2017. No ponto 1 do estudo, próximo a Guaratuba, foram avaliadas ondas de máximas superiores a 5 m de altura e com períodos entre 9 e 11 segundos. A FIGURA 121 apresenta o gráfico e a tabela com os valores da curva gerada para determinação dos períodos na condição extrema.

FIGURA 121 – RESULTADOS DA CORRELAÇÃO HS95% E TP PARA O PONTO 1 (PRÓXIMO DE GUARATUBA)



Fonte: Adaptado de PDS-Litoral, 2019.

O QUADRO 20 apresenta a comparação das equações para uma onda com 3,02 metros e altura para TR 100. O erro absoluto entre os resultados é inferior a 2%. O período da onda de projeto (Td) considerado no estudo foi de 9,11 s.

QUADRO 20 – RESULTADOS DE TP UTILIZANDO AS EQUAÇÕES DE CORRELAÇÃO TP E HS

Equação da curva ajustada	Hs_{TR100} (m)	Tp (s)
$Tp = 6{,}797\ H_s^{0{,}2656}$	3,02	9,11
$Tp = 7{,}368\ H_s^{0{,}177}$	3,02	8,96

Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.5.3.3. Condições de Águas Rasas

À medida que a onda sai da condição de águas profundas e se desloca para águas rasas, ela passa por alterações em sua velocidade de propagação. Essa mudança na velocidade ocorre devido à interação entre a onda e a mudança na profundidade da água. À medida que a profundidade diminui, a onda encontra mais resistência do leito marinho, fazendo com que sua velocidade diminua.

Uma alteração significativa que ocorre em águas rasas é a possibilidade de acompanhar uma onda individual à medida que avança sobre o fundo. Nesse caso,

as ondas se comportam mais como uma coleção de ondas solitárias, cada uma independente da outra, do que um grupo intimamente ligado dentro de um trem de ondas.

Além de afetar a velocidade, a transição de águas profundas para rasas causa mudanças na altura (H) e no comprimento (L) das ondas, mantendo apenas o período (T) inalterado. Ao contrário da altura, o comprimento de uma onda em águas rasas diminui continuamente à medida que a profundidade diminui, sendo proporcional à redução da velocidade da onda. O efeito dessa redução, na separação de crista a crista, aumenta a inclinação das ondas (H/L) ao entrarem em águas rasas. Esse aumento na inclinação é inicialmente pequeno, porque a tendência do encurtamento do comprimento de onda em aumentar a inclinação das ondas é parcialmente contrabalançada por suas amplitudes inicialmente mais baixas. Esse fenômeno é conhecido como empolamento da onda.

Uma segunda alteração leva a um fenômeno chamado refração, que corresponde a uma curvatura da direção de deslocamento de uma onda, à medida que se encontra fatores que afetam sua velocidade, como por exemplo o desalinhamento das curvas batimétricas. A curvatura sempre ocorre de tal forma que a onda busca se alinhar com os contornos do leito. Essa é a razão pela qual as ondas em uma praia estão sempre próximas e paralelas à linha costeira antes de quebrarem.

Quando as ondas encontram uma barreira proeminente, como um quebra-mar, um molhe ou um promontório mais avançado, parte da energia da onda penetra na área de sombra, localizada atrás da barreira, por processo chamado de difração. Isso pode resultar em uma ação significativa de uma onda nessa área. Nessas circunstâncias, as ondas difratadas não contornam a barreira no sentido de serem refratadas, mas se originam na ponta da barreira, que atua como uma fonte de ondas ao dispersar as ondas originais que chegam em todas as direções.

Além dos efeitos refrativos e difrativos, as ondas que atingem uma costa podem ser refletidas total ou parcialmente de volta para o mar. A quantidade de energia das ondas refletidas depende da inclinação da praia e do seu comprimento de onda. Quanto maiores as ondas para uma determinada inclinação da praia, maior será a reflexão. Para ondas que se propagam em praias mais planas, de baixa inclinação do leito, quase toda a energia das ondas é dissipada durante a quebra da

onda. Assim, pouca energia retorna como ondas refletidas. Pode-se considerar que, em praias suavemente inclinadas, a reflexão de onda é desprezível.

No efeito de quebra de onda, a energia cedida pelas ondas é convertida na formação de correntes, turbulência, ruído e movimento de sedimentos na praia.

Dado um clima de ondas em águas profundas, as características das ondas podem ser transferidas para uma localização em águas rasas, até a linha de quebra. Considerando a metodologia da onda unidirecional, a combinação dos efeitos da condição de águas rasas pode ser descrita conforme EQUAÇÃO 7:

EQUAÇÃO 7

$$\boldsymbol{H = K_r\, K_d\, K_s\, H_0}$$

Onde Kr é o coeficiente de refração, Kd o coeficiente de difração, Ks o coeficiente de empolamento e Ho é a altura da onda em águas profundas. A equação pode ainda adicionar um coeficiente de reflexão, caso seja relevante.

As condições de onda de projeto avaliadas utilizando os dados do modelo ERA-5 apresentam características para águas profundas. Com o deslocamento da onda para zonas mais rasas, as características da onda devem ser alteradas, principalmente pela influência do fundo. Essas alterações devem ser avaliadas na estimativa da onda para determinação da onda de projeto. Visto os diferentes efeitos que a onda pode sofrer no deslocamento até as estruturas previstas, deve-se subdividir a linha de costa.

2.5.3.4. Subdivisão da Linha de Costa

As alterações das características da linha de costa no município de Guaratuba, devem ser avaliadas, subdividindo a extensão da praia. Como critério, foram verificadas duas condições, sendo a primeira a angulação da linha de costa e a segunda zona de sombreamento (difração). No total a extensão costeira foi subdividida em sete partes. O QUADRO 21 e a FIGURA 122 resumem e ilustram as subdivisões criadas.

QUADRO 21 – RESUMO DAS SUBDIVISÃO DA LINHA DE COSTA

Subdivisão	sub1	sub2	sub3	sub4	sub5	sub6	sub7
Ponto inicial (UTM)	744216.46 7134366.0	743705.04 7134718.2	743721.52 7135204.6	744219.96 7136482.0	744134.69 7137156.6	744052.99 7137924.8	744441.61 7138041.0
Ponto Final (UTM)	743705.04 7134718.2	743721.52 7135204.6	744163.32 7136220.2	744134.69 7137156.6	743682.22 7137320.5	744441.61 7138041.0	745033.50 7138285.8
Extensão (m)	687	488	1111	591	470	427	776
Ângulo (º) – Ref. Norte	122	358	23	177	110	80	55
Ângulo (º) - Ref. Sudeste	167	47	68	42	20	125	100
Ângulo (º) - Ref. Leste	32	92	113	87	155	170	145

Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 122 – SUBDIVISÕES DA LINHA DE COSTA GUARATUBA



Nome	Extensão (m)	Coordenada inicial N (m)	Coordenada inicial E (m)	Coordenada final N (m)	Coordenada final E (m)
Sub - 1	687	7.134.366,00	744.216,46	7.134.718,20	743.705,04
Sub - 2	488	7.134.718,20	743.705,04	7.135.204,60	743.721,52
Sub - 3	1.111	7.135.204,60	743.721,52	7.136.22,20	744.163,32
Sub - 4	591	7.136.482,00	744.219,96	7.137.156,60	744.134,69
Sub - 5	470	7.137.156,60	744.134,69	7.137.320,50	743.682,22
Sub - 6	427	7.137.924,80	744.052,99	7.138.041,00	744.441,61
Sub - 7	776	7.138.041,00	744.441,61	7.138.285,80	745.033,50

Fonte: UNILIVRE, 2024.

A zona sub1 localiza-se mais próxima ao Morro do Cristo, tendo sua face voltada para incidência de ondas da direção nordeste (NE). Entretanto, como as maiores ondas são incidentes de leste (E) e sudeste (SE), deve-se avaliar os efeitos de refração e difração para essa zona. As ondulações vindas na direção sudeste devem apresentar efeitos de difração superiores, devido a proteção natural gerada pelo Morro do Cristo. A região também se caracteriza por apresentar bancos de areia, se caracterizando como uma região mais rasa.

A zona sub2 tem características de transição, apresentando a face voltada para incidência de ondas na direção leste (E). A região apresenta uma faixa de praia menor que as outras subdivisões da praia central de Guaratuba, apresentando características de erosão. Para ondas vindas de sudeste, a região está fora da zona de proteção gerada pelo Morro do Cristo, apresentando apenas efeitos de refração.

A subdivisão mais suscetível ao ataque frontal de ondas é a zona sub3, que é voltada para direção sudeste. A zona não apresenta a proteção do Morro do Cristo e deve apresentar um efeito de refração mínimo.

A subdivisão sub4, localiza-se na praia de Caieiras, sendo a zona com a maior exposição nessa área. Apesar da face ser direcionada para incidência de leste, o banco de areia gerado pela desembocadura da baia de Guaratuba força a quebra da onda em pontos distantes da linha de costa, gerando uma proteção para ondulações provenientes dessa direção. As ondulações incidentes de sudeste devem apresentar efeitos de refração, reduzindo a ação das ondas no local.

Com a face projetada na direção nordeste, a zona sub5 é uma das subdivisões mais protegidas do efeito das ondas. Além da direção, a presença do banco de areia gerado pela desembocadura impede a ação de ondas com alturas elevadas. Entretanto, o local é fortemente impactado pelas correntes de maré (enchente e vazante) da baia, sendo necessário a avaliação das velocidades no local.

Localizada na Prainha, a subdivisão sub6 tem características semelhantes a sub5, sendo que mesmo tendo sua face voltada para incidência de ondas de sudeste, as ondas devem ter a maior parte de sua energia dissipadas na quebra no banco de areia. Além disso, o início da zona apresenta um pequeno pontal avançado, gerando uma zona de proteção das correntes de vazante.

Na parte final da Prainha, a zona sub7 não compartilha dos efeitos de proteção da sub6, apresentando efeitos erosivos, principalmente devido a desembocadura do

rio Prainha. A subdivisão apresenta a proteção da ação as ondas, com características semelhantes as existentes na sub6.

2.5.3.5. Efeitos de Refração

Para cada subdivisão, foram avaliados os efeitos de refração, considerando os ângulos de incidência da onda frente as curvas de nível batimétricas até a face praial. Foram consideradas três profundidades para cada direção de incidência, iniciando na cota 0m (Nível Médio do Mar), e posteriormente, nas cotas 2m e 4m.

Visto que a direção de incidência da onda apresenta uma variação angular, conforme apresentado no QUADRO 13, foi considerado que o ângulo de incidência da onda é equivalente ao valor com o menor efeito de refração, podendo ser variável de acordo com a subdivisão. A avaliação incluiu as ondulações incidentes de leste e sudeste. Foram avaliados que os efeitos de refração relevantes ocorrem nas zonas sub1, sub2 e sub4. O QUADRO 22 resume os valores obtidos para direção sudeste nas subdivisões relevantes.

QUADRO 22 – COEFICIENTES DE REFRAÇÃO PARA ONDULAÇÃO DE SUDESTE

Subdivisão	sub1	sub2	sub4
Kr – Cota 0m	0,76	0,96	0,96
Kr – Cota 2m	0,78	0,96	0,96
Kr – Cota 4m	0,87	1,00	1,00

Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.5.3.6. Efeitos de Difração

Avaliando possíveis pontos passíveis de difração, observa-se que a ponta do Morro do Cristo se apresenta como um obstáculo para algumas ondulações incidentes, principalmente na direção sudeste. O ponto mais adiantado do obstáculo está próximo a curva de nível de 3 m da batimetria, sendo que, para cotas inferiores, os efeitos de difração não devem ser computados. O ponto de origem está localizado na coordenada UTM 744295,87 m E, 7134392,52 m S, sendo que a incidência da ondulação de sudeste é, aproximadamente, de 90°.

Semelhante ao efeito de refração, o efeito de difração altera a altura de onda incidente para região de sombreamento, podendo ser calculada a partir de um

coeficiente de difração (Kd). O valor de Kd pode ser estimado em função da relação da direção e do comprimento da onda, juntamente com a posição do ponto de interesse dentro da área sombreada (protegida) pelo obstáculo. Tendo como base os ábacos de difração apresentados em USACE (2012), foram determinados os coeficientes de difração para subdivisão sub1. O QUADRO 23 resume os resultados obtidos.

QUADRO 23 – PARÂMETROS DE DIFRAÇÃO PARA A ZONA SUB1 PARA ONDULAÇÃO DE SUDESTE

Sub1	**Sudeste**
Parâmetros	**Profundidade (m)**
Cota Leito (NM)	0
Leito+Maré	2
L0 (m)	113,11
L (m)	37,38
Ângulo (°)	33
Raio (m)	373
Relação Raio/L	10,0
Kd	0,08

Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.5.3.7. Efeitos de Empolamento

O empolamento (*shoaling*) da onda ocorre após a saída da onda da condição de águas profundas até o ponto de quebra da onda. Durante esse deslocamento, a altura e comprimento da onda se alteram em função da profundidade. O efeito pode ser representado pelo coeficiente de empolamento (Ks), sendo importante sua avaliação no caso de obras que aconteçam antes do ponto de quebra.

Foram avaliados os coeficientes de empolamento até as profundidades de quebra para a região da praia central de Guaratuba, envolvendo as zonas sub2 e sub3. Para as demais subdivisões considerou-se que a quebra da onda ocorre longe da linha de costa. O QUADRO 24 resume os valores calculados, considerando diferentes profundidades.

QUADRO 24 – COEFICIENTES DE EMPOLAMENTO PARA ONDULAÇÃO DE SUDESTE

Subdivisão	**Sub2**	**Sub3**
Ks – Profundidade 5,5m	1,06	1,06
Ks – Profundidade 6,0m	1,04	1,04

Subdivisão	Sub2	Sub3
Ks – Profundidade 6,5m	1,02	1,02

Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.5.3.8. Quebra da Onda

A avaliação da quebra de onda busca determinar o ponto de quebra e suas características, sendo correlacionadas em função da profundidade, da declividade do fundo, da altura e do período da onda. A definição do ponto é importante para obras costeiras em zonas mais rasas, na qual os efeitos de transformação das ondas não são mais válidos.

Em águas rasas, a altura de quebra da onda (H_b) é limitada por uma inclinação máxima da onda para a qual a forma de onda pode permanecer estável. Após ultrapassar a inclinação limitante, a onda começa a quebrar e dissipar parte de sua energia.

Para elaboração de obras em pontos mais rasos que o ponto de quebra, deve-se determinar a correlação da altura da onda de quebra (H_b) com a profundidade de quebra (d_b), sendo denominado como índice de quebra (γ_b), conforme a EQUAÇÃO 8

EQUAÇÃO 8

$$\gamma_b = \frac{H_b}{d_b}$$

Em leitos com baixa declividade, o índice de quebra pode ser considerado um valor fixo, como apresentado em Munk (1949) de 0,78. Entretanto, existem outras metodologias que consideram as características da onda na condição de águas profundas e a declividade do leito para determinação do índice de quebra. Também existem variações em função da consideração de ondas regulares e irregulares.

O estudo avaliou a algumas metodologias, sendo considerada para o local a equação apresentada por Kamphuis (1991) para ondas irregulares, sendo o índice "*b*" para quebra (*break*) da onda, conforme identificado na EQUAÇÃO 9.

EQUAÇÃO 9

$$H_b = 0,095\, L_b\, e^{4m}\, \tanh\left(\frac{2\pi\left(d_b + 0,1\, H_{s,0}\right)}{L_b}\right)$$

A declividade do leito utilizada foi de 1% e a ondulação de sudeste para TR100 anos. O ponto de quebra da onda foi na profundidade 5,38 m, tendo uma altura de onda de 5,35 m. Posteriormente, foi realizada a análise para outras profundidades, inferiores à profundidade de quebra. O QUADRO 25 apresenta o resumo dos resultados.

QUADRO 25 – ALTURA DE QUEBRA DE ONDA PARA ONDULAÇÃO DE SUDESTE

Subdivisão	Hb (m)
Profundidade 5,0m	5,02
Profundidade 4,5m	4,58
Profundidade 4,0m	4,14
Profundidade 3,5m	3,69
Profundidade 3,0m	3,23

Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.5.3.9. Resumo da Onda de Projeto

A onda de projeto depende da posição da estrutura que está sendo dimensionada, sendo variada de acordo com a subdivisão da linha de costa e sua profundidade. Por apresentar valores superiores, a caracterização da ondulação de sudeste foi utilizada para o cálculo. As características da onda, em condições de água profunda, foi uma altura de onda significativa ($H_{s,0}$) de 3,02 m e a altura de onda máxima ($H_{max,0}$) de 5,04 m, tendo um período de onda (T_p) de 9,12 s. A altura de onda mínima foi para qualquer profundidade equivalente a um terço do valor da altura da onda de projeto em águas profundas. O QUADRO 26 resume o valor da altura de onda de projeto para diferentes profundidades.

QUADRO 26 – ALTURA DE ONDA PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES

Profundidade (m)	Altura de onda de Projeto (Hd) (m)
6,0 m	5,25
5,5 m	5,33
5,0 m	5,02
4,5 m	4,58
4,0 m	4,14
3,5 m	3,69
3,0 m	3,23

Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.6. RUÍDOS E VIBRAÇÃO

Um dos impactos ambientais que poderá surgir por ocasião da implantação das obras é o aumento das emissões de ruídos e vibrações gerados em decorrência da operação do maquinário. Como medidas mitigadoras podem ser citadas:

- O planejamento para o transporte de materiais e equipamentos, evitando-os horários de pico (evitar trânsito de caminhões e transporte de material durante o maior fluxo de veículos) e o período noturno (evitar ruídos em períodos de descanso dos moradores locais), com um controle dos horários de execução da obra;
- A manutenção correta e periódica do maquinário utilizado, como exemplo a lubrificação das engrenagens com o objetivo de minimizar a emissão de ruídos durante seu funcionamento.

Será proposto o programa ambiental de controle de ruídos que seguirá conforme o descrito na NBR 10.151/2019 referente à acústica (medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral) e respectiva legislação vigente. O QUADRO 27 apresenta os limites aceitos para cada região, durante os períodos diurno e noturno.

QUADRO 27 – LIMITES DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA EM FUNÇÃO DOS TIPOS DE ÁREAS HABITADAS E DO PERÍODO

Tipos de áreas habitadas	**RL_{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)**	
	Período diurno	**Período noturno**
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais e escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominante industrial	70	60

NOTA 1: Para aplicação desta Norma, entende-se por área mista aquelas ocupadas por dois ou mais tipos de uso, sejam eles residencial, comercial, de lazer, de turismo, industrial e outros.
NOTA 2: Na introdução desta Norma constam consideração de emissões sonoras de interesse social que podem não atender aos requisitos desta Tabela, bem como recomendação para esta situação.
Fonte: ABNT NBR 10.515:2019.

Sobre o programa ambiental de controle de ruídos, este poderá prever a medição em pontos estratégicos localizados próximo às áreas habitadas, com o

objetivo de identificar um potencial emissor de poluição sonora que venha a interferir na qualidade de vida da comunidade. Também poderá ser solicitada a simulação computacional dos resultados gerados para melhor visualização e extrapolação das informações para toda a área de interesse.

Foi elaborado o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) sobre a Ampliação de Mineração de Areia em um empreendimento no Município de Guaratuba e para o estudo citado, foram estabelecidos cinco pontos de medição. Os pontos de amostragem levaram em conta a localização do empreendimento e principalmente a localização das áreas habitadas vizinhas, a fim de identificar um potencial emissor de poluição sonora que venha a interferir na qualidade de vida da comunidade vizinha à operação do empreendimento. Os valores dos níveis de pressão sonora emitidos pela operação da lavra da empresa durante a campanha de campo, atenderam por completo o requerido pela norma e legislação vigente. Dessa forma concluiu-se que a amostragem, assim como a simulação computacional foram suficientes para atestar a conformidade quanto ao nível de pressão sonora ambiental do empreendimento para operação no período diurno (Mina Velha Minérios EIRELI, 2024).

Além disso, segundo a Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente – CEMA n° 107 de 09 de setembro de 2020, descreve em seu Artigo 28: “no controle preventivo da poluição e/ou degradação do meio ambiente, serão considerados, simultaneamente, os impactos ambientais – item IV sonoros, acarretados por níveis de ruídos incompatíveis com o tipo de ocupações destinadas às vizinhanças.”

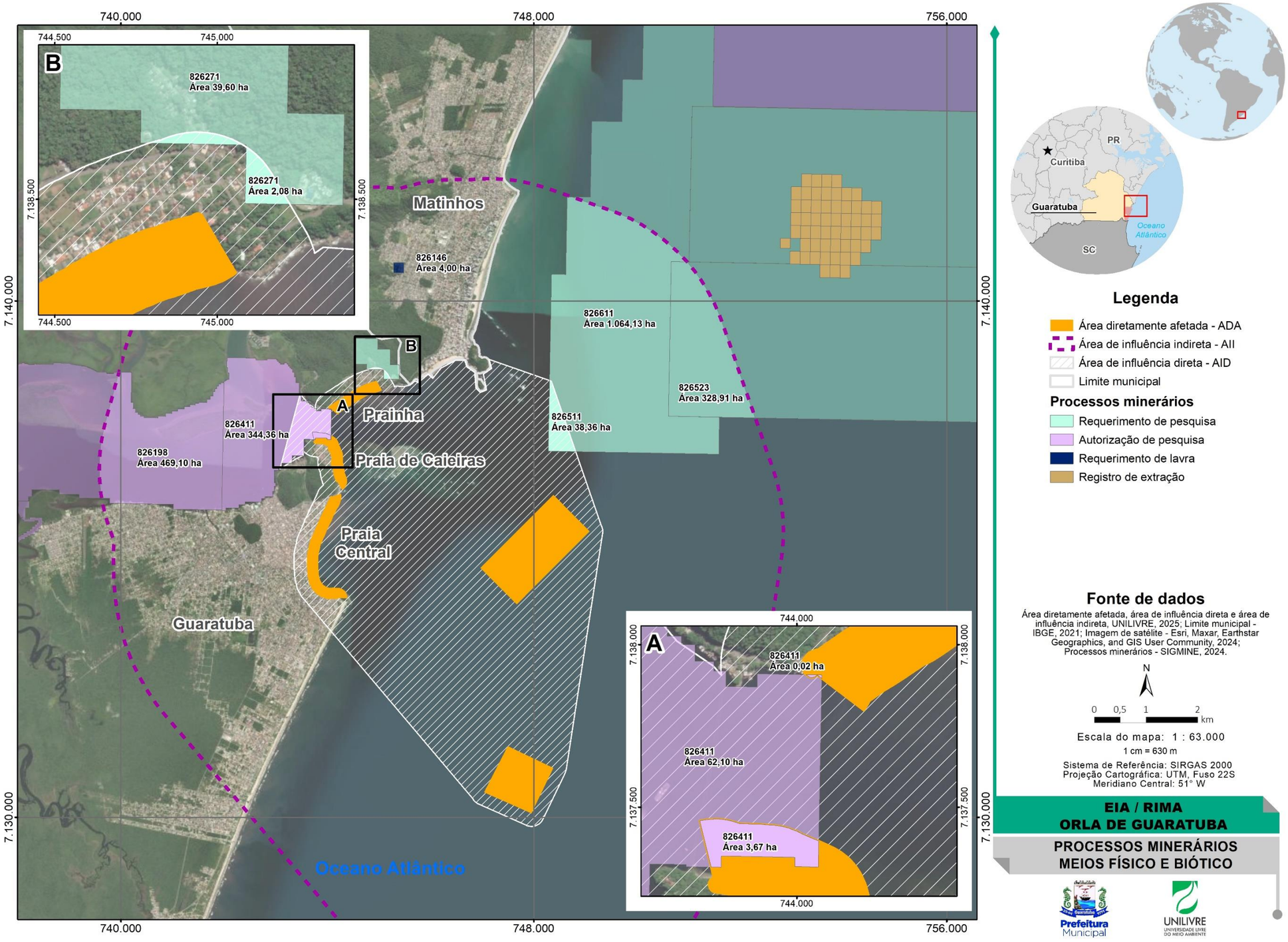
Também no que se refere à legislação vigente, pode ser citada a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 1 de 8 de março de 1990, que dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.

2.7. AVALIAÇÃO DOS DIREITOS MINERÁRIOS E DOS RECURSOS MINERAIS

A região tem ocorrência de rochas sadias para utilização como pedra brita; areias para construção civil, localizadas tanto em continente quanto em zonas marinhas; e seixos para pedras ornamentais (FIGURA 123). Não há evidência de ocorrência de minerais metálicos a nível comercial. Consultando protocolos de registro

mineral SIGMINE/DNPM-ANM para a região e entorno, há pedidos de lavra ou pesquisa para a exploração, com um requerimento de lavra (saibro); duas autorizações de pesquisa (argila) e três de requerimentos de pesquisa (uma de água mineral e duas de ilmenita).

FIGURA 123 – PROCESSOS MINERÁRIOS DE OCORRÊNCIA



Na TABELA 16 pode-se analisar as principais informações sobre os processos inclusos na AII e AID. Para a ADA, foram separados os protocolos existentes, sendo estes evidenciados na TABELA 17.

TABELA 16 – PROCESSOS MINERÁRIOS NA AII E AID DO EMPREENDIMENTO

N° Processo	Titular	Minério	Área na AID (ha)	Área na AII (ha)	Fase
826146/2002	Marcos Antônio Podbevsek Me	Saibro	-	4,00	Requerimento de Lavra
826271/2005	Francisco Laércio Greca	Água Mineral	2,08	39,60	Requerimento de Pesquisa
826523/2021	RTB Geologia e Mineração LTDA	Ilmenita	-	328,91	Requerimento de Pesquisa
826611/2021	Rafael Viola Mottin	Ilmenita	38,36	1.064,13	Requerimento de Pesquisa
826411/2022	São Gabriel Mineração Ltda	Argila	62,10	344,36	Autorização de Pesquisa
826198/2022	São Gabriel Mineração LTDA	Argila	-	469,10	Autorização de Pesquisa

Fonte: SIGMINE/CPRM, 2024.

TABELA 17 – PROCESSOS MINERÁRIOS NA ADA

N° Processo	Titular	Minério	Área na ADA (ha)	Fase
826411/2022	São Gabriel Mineração LTDA.	Argila	3,69	Autorização de Pesquisa

Fonte: SIGMINE/CPRM, 2024.

2.8. RESÍDUOS GERADOS

Os resíduos sólidos que serão gerados durante a implantação das obras de engordamento da faixa litorânea, estruturas marítimas e macrodrenagem, e também durante a realização das obras de paisagismo e revitalização urbanística deverão ser detalhados na elaboração do Projeto Executivo através do Plano de Gerenciamento de Resíduos abrangendo as estimativas, exigências e procedimentos relacionados ao dimensionamento, acondicionamento, transporte e destino final dos resíduos

O Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos de Construção (PGRSC) trata-se de um documento técnico que caracteriza e quantifica a tipologia de cada resíduo gerado durante as obras de implantação do empreendimento, bem como estabelece os procedimentos de segregação, acondicionamento, transbordo, transporte, tratamento e a disposição final.

O PGRSC tem seu conteúdo mínimo preconizado pela a Lei Federal 12.305/2010, a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Em consonância, a Resolução CONAMA Nº 307/2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Os resíduos da construção civil são classificados em quatro classes, sendo elas:

- Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
    - de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
    - de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; e
    - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;
- Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Também serão gerados resíduos sólidos urbanos provenientes da alimentação dos funcionários, como pratos, talheres, copos descartáveis, garrafas pet e de vidro, entre outros. Esses resíduos possivelmente serão destinados a coleta pública de resíduos sólidos.

Ademais, poderão ser gerados resíduos chamados da logística reversa, provenientes das máquinas que atuarão na frente de trabalho, em caso de eventual manutenção serão gerados resíduos como óleo usado, pneus, recipientes de combustíveis, entre outros.

2.9. VOLUME PRAIAL

A dinâmica de um perfil praial é um processo natural que envolve a contínua alternância entre erosão e deposição de sedimentos, diretamente influenciada pela variação do nível de água (marés), pela intensidade das correntes e pela energia das ondas locais. As características dos efeitos são intensificadas em eventos de tempestades, devido à elevação da energia no sistema, que aumenta a capacidade de transporte de sedimentos da porção emersa da praia para a zona submersa, resultando na retração da linha de costa.

Esse fenômeno é crucial para a redistribuição de sedimentos, promovendo a formação de bancos de areia submersos e aplainamento do perfil de praia subaquático, que absorvem parte da energia das ondas, funcionando como mecanismos naturais de proteção. Durante períodos de calmaria, que apresentam uma menor energia, as ondas apresentam um retorno mais suave, promovendo a deposição de sedimentos erodidos de volta à faixa emersa. Esse ciclo de erosão e deposição é fundamental para a manutenção do equilíbrio dinâmico do perfil praial.

No entanto, a recuperação natural depende da quantidade de sedimentos disponíveis e da duração dos períodos de baixa energia. Praias que não têm um suprimento adequado de sedimentos ou enfrentam impactos contínuos podem não se recuperar totalmente, resultando em uma progressiva perda de volume.

A costa do Paraná enfrenta, historicamente, problemas em função da erosão costeira, afetando principalmente as praias dos municípios de Matinhos e Guaratuba. Algumas das principais praias sofrem a influência das desembocaduras de estuários e complexos estuarinos, como por exemplo, a Baía de Guaratuba. A influência ocorre tanto no lado oceânico das desembocaduras quanto no lado interno voltado para o estuário. Esse tipo de praia, por estar associada a uma dinâmica costeira instável, apresenta intensos processos de erosão e sedimentação.

A Baía de Guaratuba é uma importante formação costeira localizada no litoral sul do estado do Paraná. Caracteriza-se por ser um corpo d'água raso, estendendo-se por 16 km no sentido leste-oeste, com sua largura variando entre 3 km na maré baixa e até 10 km quando incluída a planície de maré. A bacia hidrográfica que a abastece possui aproximadamente 1.886 km², o que evidencia a sua relevância para o sistema hídrico regional. A foz da baía é estreita, com cerca de 500 metros, limitada ao norte pela Serra da Prata e ao sul pelo Morro de Guaratuba, o que contribui para a formação de um delta de maré vazante, gerando intensos processos de erosão e deposição nas praias próximas.

De acordo com Angulo (1999), duas barras arenosas se desenvolvem a partir da desembocadura, projetando-se para o leste a partir das praias de Caieiras e Prainha. Essas barras formam um canal cuja largura se assemelha à da foz, mas que se alarga conforme avança em direção ao mar. A presença dessas formações influencia o transporte de sedimentos e a morfologia das praias, alterando o padrão de refração das ondas e reduzindo a ação das ondas em determinadas áreas, como nas praias de Caieiras e Prainha. Com a redução dos efeitos de onda nas duas praias, a influência das correntes geradas pela maré de enchente e de vazante da baía são considerados os principais agentes da dinâmica de transporte de sedimento local.

A praia de Caieiras apresenta uma face praial com formato convexo, sendo a parte norte da praia voltada para desembocadura da baía e a outra parte voltada para *off-shore* (leste). A praia apresenta uma dinâmica sedimentar com grande variação, sendo que em algumas ocasiões parte da faixa de areia da praia de Caieiras e da Prainha é movimentada abruptamente, reduzindo a faixa de praia O evento é conhecido na região como "rolar da praia".

A Prainha fica mais ao norte, sendo separada pela desembocadura da baía de Guaratuba. A praia apresenta uma faixa de areia de maior largura na região mais a oeste, na qual existe uma área de restinga mais larga. Na região a leste, próxima da desembocadura do Rio Prainha, existe uma perda de volume de sedimentos intensa, ocasionada pela falta da faixa de restinga, assim como pelos efeitos das correntes e pela vazão do córrego que ali deságua.

A Praia Central de Guaratuba está mais afastada da desembocadura da baía, onde a posição das barras não afeta a dinâmica das ondas. A região da praia mais ao sul tem o formato côncavo, sendo protegida pelo Morro do Cristo. A face praial é

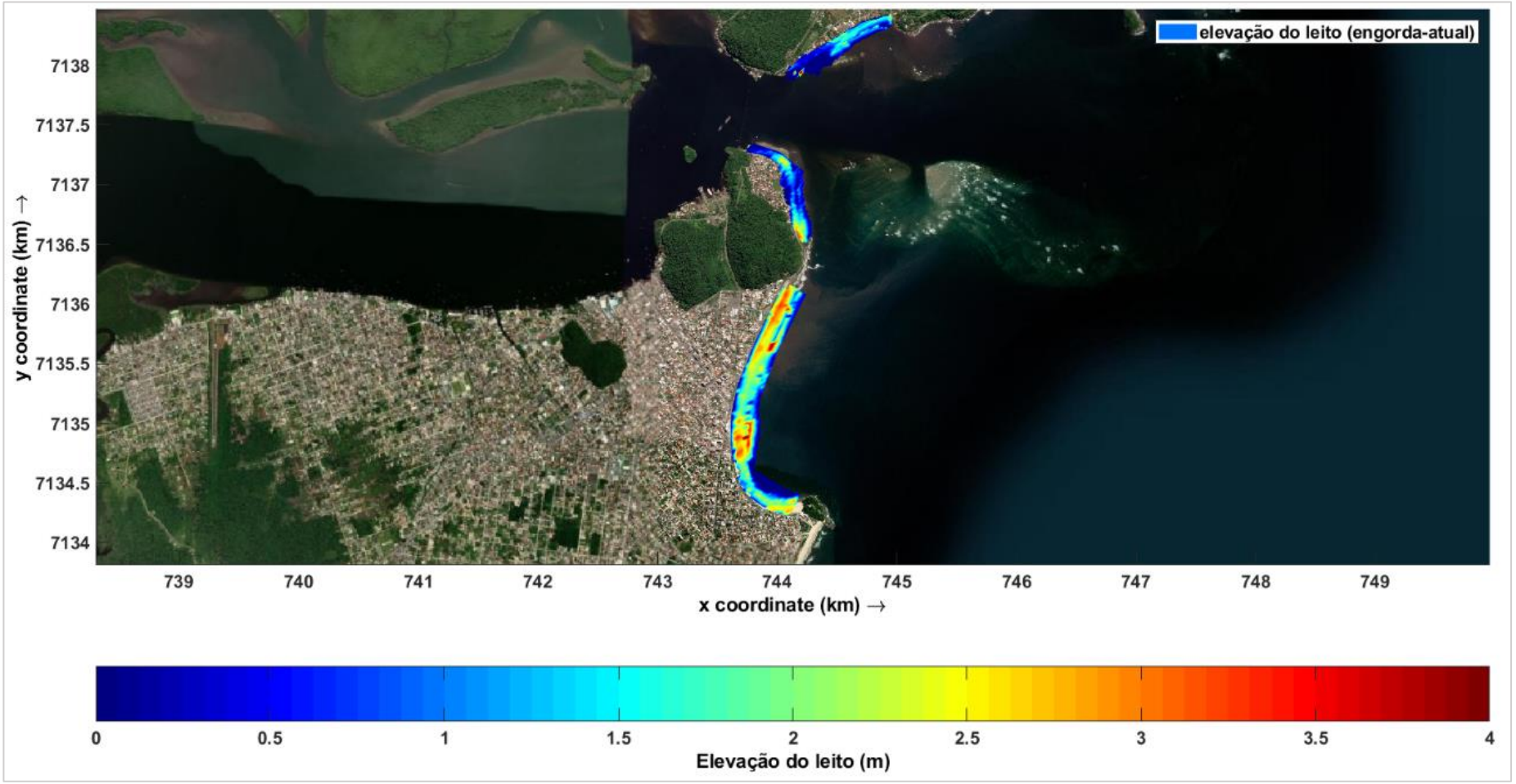
voltada na direção nordeste (NE), onde as ondas de incidência de leste (E) e sudeste (SE) (mais frequentes), sofrem efeitos de refração e difração para essa zona. As ondulações vindas na direção sudeste devem apresentar efeitos de difração superiores, devido à proteção natural gerada pelo morro. A região também se caracteriza por apresentar bancos de areia, sendo uma região mais rasa e com uma faixa de areia maior. Mesmo protegida dos efeitos das ondas, a faixa de areia da parte côncava sofre efeitos gerados por três saídas de água, provindas da drenagem urbana. As saídas despejam o volume de água sem nenhuma bacia de dissipação, gerando efeitos de erosão, principalmente, em eventos de tempestade.

A região mais ao norte da Praia Central possui uma faixa de praia menor que a parte côncava. A região possui características de erosão, tendo sua face na direção leste (E) e sudeste (SE), sendo afetada diretamente pela incidência de ondas. Sem a presença de uma faixa de restinga, durante eventos extremos e com a subida da maré, a faixa de areia fica submersa e com quebra de ondas na estrutura de passeio na orla.

O atual projeto propõe a recuperação da faixa de areia e da faixa de restinga da Praia Central, de Caieiras e da Prainha, no município de Guaratuba. A largura da faixa para Praia Central é de 100 m; para Caieiras está previsto um trecho com 80 m de largura e outro com 50 m; e na Prainha a largura será variável, entre 20 m e 100 m. Nas 3 faixas de areia a serem recompostas, está prevista uma faixa de 15 metros destinada à recuperação da restinga. A declividade da faixa de areia será suave (1% a 2%), com talude em direção *off-shore* um pouco mais inclinado (5% a 20%). O volume total de recomposição de areia previsto para essas três praias é de 966.920 m³.

A FIGURA 124 ilustra a variação vertical nas praias em função das obras de engordamento.

FIGURA 124 – VARIAÇÃO VERTICAL DO LEITO DEVIDO À IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ENGORDAMENTO



Fonte: UNILIVRE, 2024.

Buscando melhorar a fixação da nova faixa de areia e aumentando a proteção da praia, o projeto também prevê a implementação de nove estruturas rígidas. Na Praia Central estão previstos um guia de correntes (duas estruturas) e um *headland*. O guia de correntes tem a função de unificar o ponto de deságue da água provinda da drenagem urbana, direcionando-a para um ponto mais avançado e melhorando a diluição das águas. Essa condição evita a movimentação de sedimento por conta da drenagem e amplia a proteção da parte côncava da praia. Além disso, a estrutura também permitirá a implementação de um deck flutuante para o embarque e desembarque de embarcações de pequeno porte (pescadores locais). No norte da Praia Central deve ser implantado um *headland* buscando-se evitar a perda de areia devido à movimentação da corrente de deriva litorânea local (direção sul-norte). A estrutura também deve influenciar nos efeitos erosivos devido à ação das ondas, uma vez que o talude da estrutura gera efeitos de refração no local.

Para a Praia de Caieiras estão previstos dois espigões, sendo o primeiro no ponto mais ao norte da praia, no sentido transversal à desembocadura da Baía de Guaratuba. A estrutura deve reduzir os efeitos das correntes no local, principalmente devido à maré de vazante, que apresenta velocidades mais elevadas. A condição deve evitar o “rolar da praia”, mantendo a faixa de areia local. O segundo espigão se localiza no meio da praia, após a parte convexa, e terá a função de manter a faixa de areia através da redução da ação da corrente de deriva no local.

Na Prainha serão implementados um *headland*, um guia de correntes (duas estruturas) e um espigão curvo para desembocadura do rio Prainha. O *headland* se localiza na parte mais a oeste da praia e tem a função de minimizar os efeitos das correntes no local. O guia de correntes se localiza no centro da praia e deve garantir o deságue da drenagem urbana local. O espigão curvo funcionará como um canal de proteção para a desembocadura do Rio Prainha, evitando os processos erosivos ocasionados pela vazão do rio.

Para avaliar a eficiência das estruturas, foi implementada uma modelagem hidromorfológica da área de estudo. A modelagem permite avaliar os efeitos ocasionados pela variação da maré, correntes e força das ondas. A análise é feita comparando cenários, sendo um com a condição atual e outro com a implementação das obras.

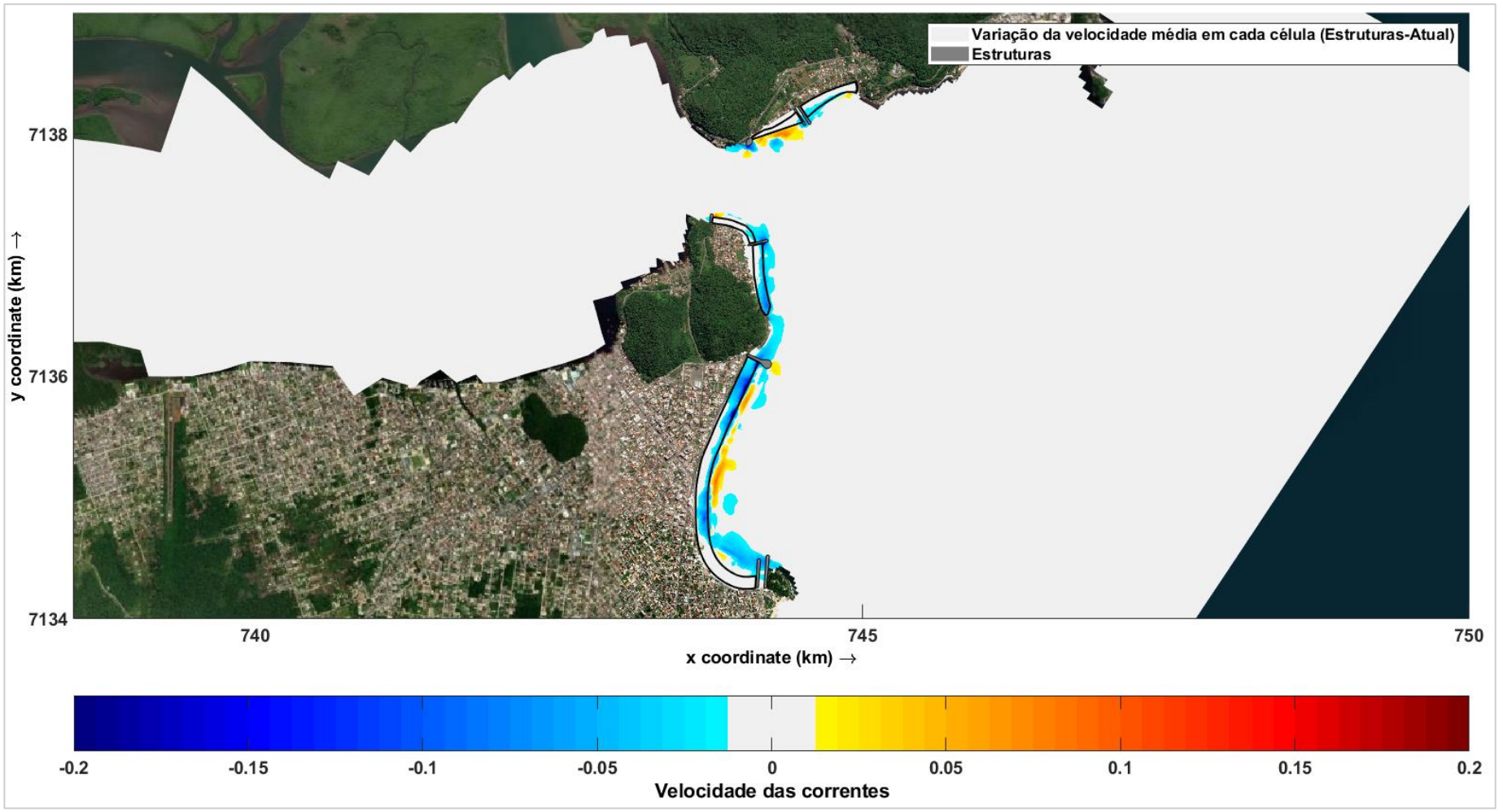
Com base no resultado da modelagem, verifica-se que a ampliação das faixas de areia não altera significativamente a dinâmica da desembocadura, apresentando variações localizadas próximas aos taludes e às estruturas de fixação da faixa. Nota-se que a implantação das estruturas altera os efeitos ao longo da praia, deslocando os efeitos de correntes e de força da onda.

A FIGURA 125 ilustra a variação da velocidade média anual resultante da comparação entre o cenário com o engordamento e estruturas marítimas (Estruturas) e o cenário sem as obras (Atual). O resultado mostra que na maior parte da área avaliada na modelagem não existe variação da velocidade média das correntes (zona em branco). Porém, dentro dos limites do engordamento, existiu uma redução da velocidade (zonas em azul) nas áreas próximas à linha de costa (praia atual) e um aumento de velocidade em áreas mais afastadas (zonas em vermelho), representando o deslocamento dos efeitos de correntes para os taludes do engordamento.

Para ilustrar a influência nas ondas, a FIGURA 126 aborda a força máxima das ondas, comparando o cenário com o engordamento e estruturas marítimas (Estruturas) e com o cenário sem as obras (Atual). Com um efeito de deslocamento semelhante ao resultado da variação de correntes, o resultado da variação da força máxima das ondas também mostra que os efeitos das ondas foram minimizados nas zonas de influência das obras semirrígidas, aumentando em áreas correspondentes ao novo talude do engordamento.

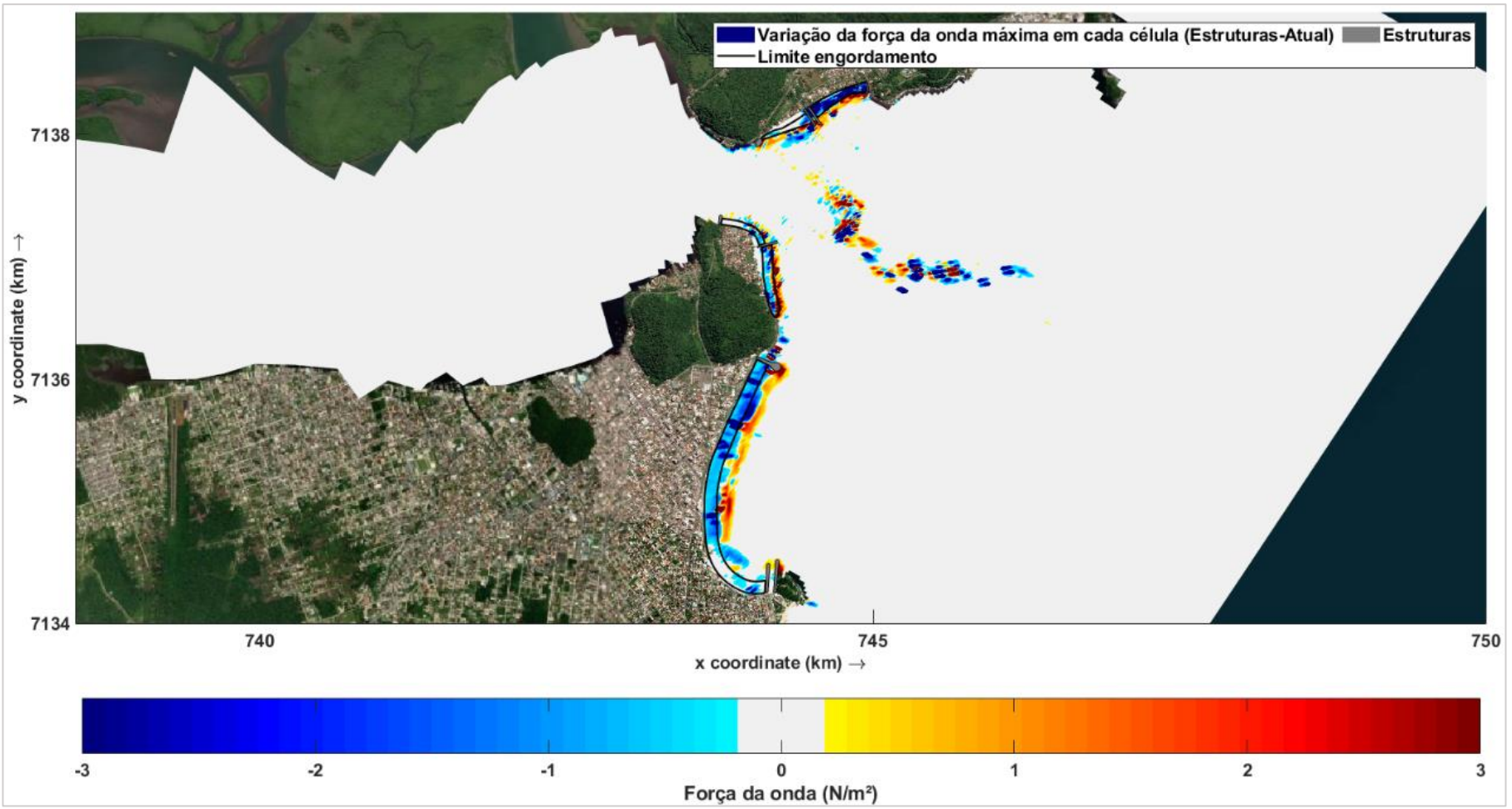
Os deslocamentos dos efeitos apresentados nas FIGURA 125 e FIGURA 126, refletem na dinâmica de sedimentos, resultando numa diferença na evolução morfológica, e tendo uma menor intensidade nos efeitos erosivos. A FIGURA 127 ilustra a comparação entre a máxima erosão registrada em cada célula da área avaliada no modelo. O resultado da comparação entre os cenários Estruturas e Atual mostra uma redução da intensidade nos pontos de erosão próximos à linha de costa (zona em vermelho) e um direcionamento para o talude do engordamento (zona em azul).

FIGURA 125 – VARIAÇÃO DAS VELOCIDADES DAS CORRENTES DEVIDO À IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ENGORDAMENTO E ESTRUTURAS MARÍTIMAS



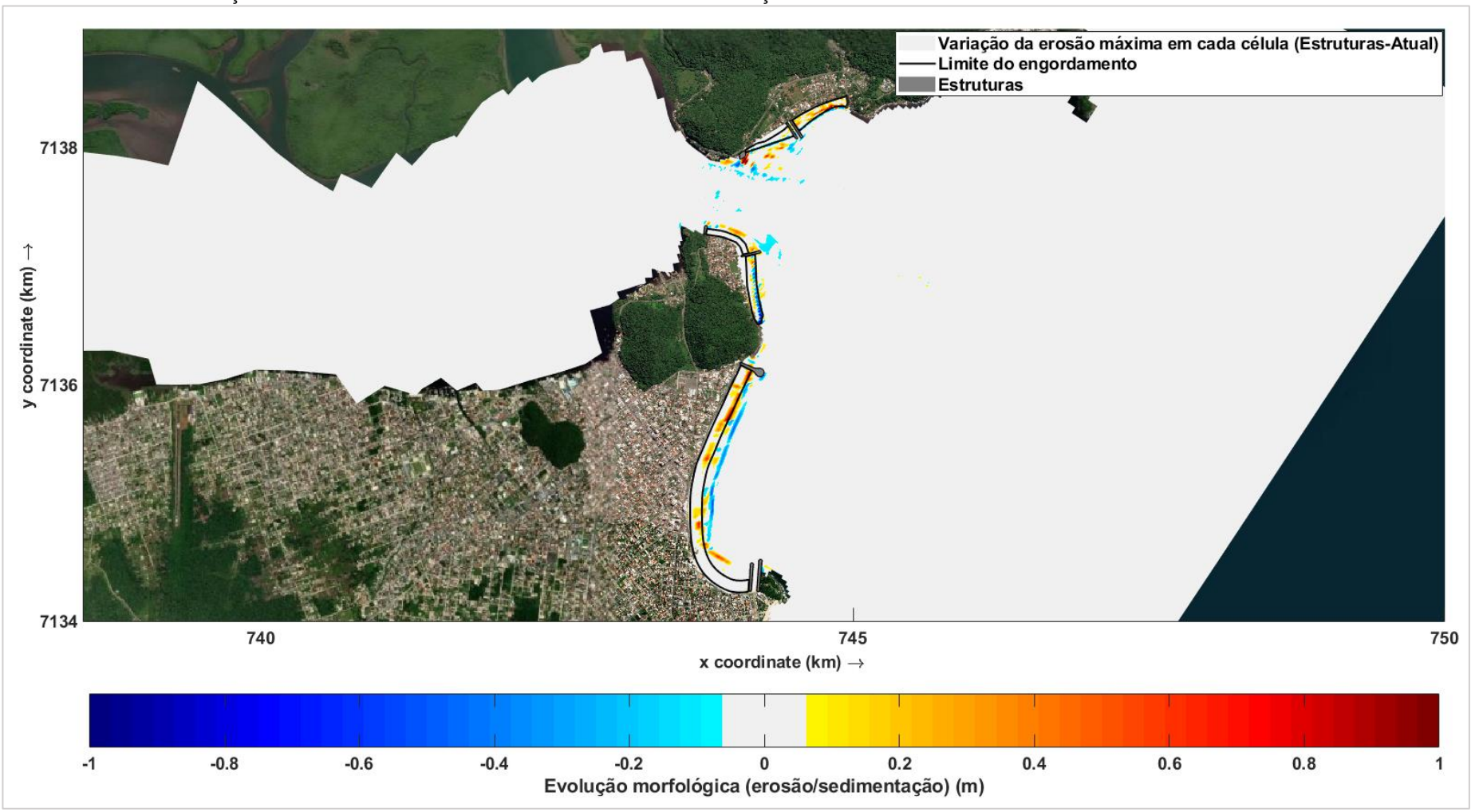
Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 126 – VARIAÇÃO DA FORÇA MÁXIMA DAS ONDAS DEVIDO À IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ENGORDAMENTO E ESTRUTURAS MARÍTIMAS



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 127 – VARIAÇÃO DOS PONTOS EROSIVOS DEVIDO À IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ENGORDAMENTO E ESTRUTURAS MARÍTIMAS



Fonte: UNILIVRE, 2024.

2.10. TURBIDEZ DA PLUMA DE SEDIMENTOS DA DRAGAGEM

Durante a dragagem, é realizada a sucção de sedimentos do fundo, causando a ressuspensão de sedimentos com consequente aumento temporário da turbidez das águas. A concentração de sedimentos na mistura (água+sedimentos) que entra na draga varia em função do tipo de boca de sucção, potência das bombas, granulometria dos sedimentos, pressão na boca da draga quando em contato com o leito, entre os aspectos operacionais.

No presente estudo, foi adotada a concentração de 20% de sedimentos. Portanto, à medida que a draga succiona os sedimentos do leito e a cisterna vai sendo preenchida, a maior parte do volume é composto por água. Para otimizar a eficiência do processo de dragagem, maximizando a retenção de sólidos na cisterna, é utilizado um sistema de transbordamento denominado “*overflow*”.

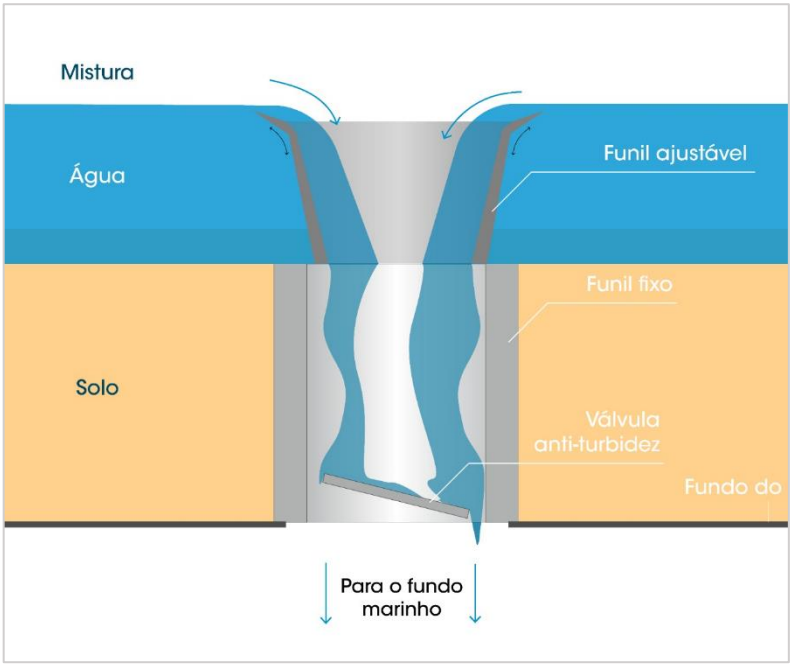
O transbordamento drena o excesso de água do processo de dragagem para o corpo hídrico. Para minimizar o efeito da turbidez gerada pelas partículas sólidas em suspensão durante o transbordamento, as dragas TSHD possuem um dispositivo chamado “válvula verde” ou “válvula ambiental” (FIGURA 128). A válvula verde é um dispositivo de controle hidráulico montado no interior da cisterna, semelhante a um funil. O papel da válvula é reduzir a velocidade de escoamento no overflow, aumentando o tempo de decantação da mistura dentro da cisterna. Devido à sua importância na redução do impacto ambiental, dragas com a válvula verde são utilizadas na grande maioria dos projetos onde exista uma fração considerável de partículas finas, como silte ou argila.

No presente projeto, a maior parte dos sedimentos será constituída por areia. Esse fato, associado à utilização do *overflow* ambiental, deverá implicar na redução da pluma de sedimentos (FIGURA 129), minimizando a turbidez tanto em intensidade, quanto em duração.

Para mitigar os efeitos de aumento da turbidez e possíveis prejuízos à ictiofauna, propõe-se implementar medidas de controle e monitoramento contínuo. Essas medidas incluem o acompanhamento regular dos níveis de partículas em suspensão na coluna d’água, com a elaboração de relatórios que detalhem essas condições. Além disso, é sugerido um monitoramento mensal para avaliar possíveis

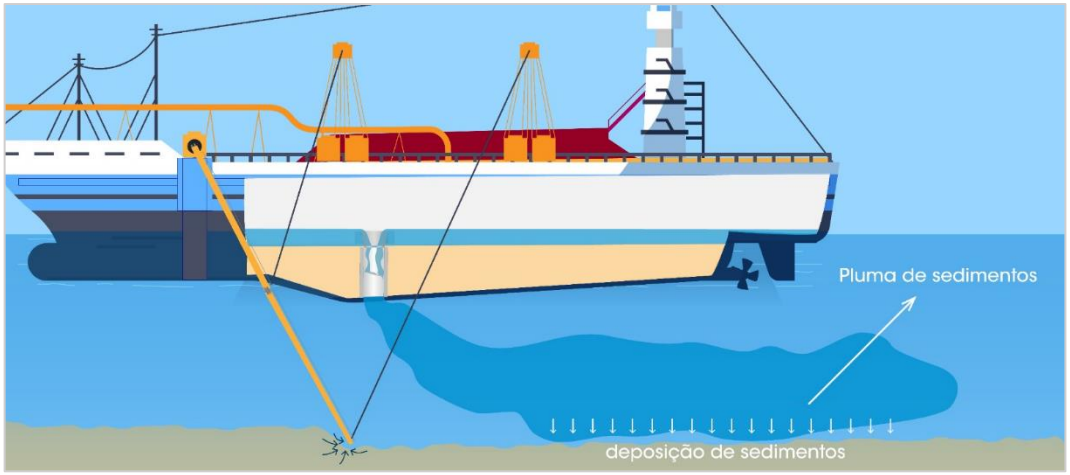
impactos sobre a ictiofauna e a carcinofauna, com o objetivo de identificar e corrigir eventuais problemas de forma ágil.

FIGURA 128 – SISTEMA DE OVERFLOW COM VÁLVULA VERDE



Fonte: Adaptado de Department of State Development, Infrastructure and Planning, 2024.

FIGURA 129 – PLUMA DE SEDIMENTOS GERADA DURANTE O OVERFLOW



Fonte: Adaptado de Department of State Development, Infrastructure and Planning, 2024.

2.11. REPOSIÇÃO DAS PERDAS DE AREIA

O engordamento artificial é uma solução comum para combater a erosão praial, porém os efeitos de maré, correntes e ondas continuam atuando no local, mantendo as características da dinâmica de sedimentos local. A adição de estruturas

semirrígidas tem o objetivo de prolongar a vida útil da obra, porém sem alterar significativamente a dinâmica natural de sedimentos na área de estudo e zonas próximas.

A implantação das obras desloca os efeitos erosivos para os taludes das estruturas. Nas estruturas semirrígidas, os taludes são protegidos por enrocamentos ou peças pré-fabricadas de concreto, aumentando a resistência e evitando a ocorrência de processos erosivos. Entretanto, na faixa de engordamento, os taludes são constituídos por sedimentos com características semelhantes (ou iguais) aos presentes na praia. Sendo assim, os taludes do engordamento continuarão sujeitos a processos erosivos, podendo ter necessidade de reposição de material.

A reposição faz parte de um processo de manutenção da obra, mantendo a linha costeira e preservando a funcionalidade das praias como áreas de lazer, proteção costeira e habitats naturais. Para avaliar a necessidade de reposição, deve-se realizar um monitoramento contínuo das condições da praia, por meio de levantamentos de perfis de praia e verificação de deslocamentos do material utilizado nas estruturas semirrígidas. Em locais onde as perdas são significativas, a reposição periódica pode ser necessária para estabilizar a área e garantir que os benefícios do engordamento sejam sustentados a longo prazo.

A realização da manutenção da areia nas praias pode ocasionar interrupções temporárias causadas pelas operações de equipamentos, causando impacto sobre o uso das praias. Portanto, deve-se realizar um planejamento prévio do executor da manutenção, garantindo que o processo seja sustentável e traga benefícios para todas as partes envolvidas.

Uma forma de minimizar a necessidade de reposição de areia é o aumento da cota de engordamento, de forma a criar estoques de areia que estarão disponíveis nos períodos em que a praia estiver sujeita a forçantes erosivos mais intensos. Além disso, esses estoques de areia também são úteis em eventos de ressacas extremas, evitando que as águas do mar atinjam vias e construções terrestres, pois a faixa de areia promoverá a perda de energia das ondas. Esses estoques de areia foram previstos nas obras de engordamento de Guaratuba.

2.12. DUNAS FRONTAIS

A dinâmica sedimentar para a região é muito intensa e muito variável, considerando que geomorfologicamente trata-se de eventos recentíssimos (Pleistoceno e Holoceno), portanto sujeita em alguns pontos a condições de susceptibilidade erosiva e em outros pontos em condições de assoreamento.

A região desenvolve e intercala dunas frontais, restingas e cordões arenosos com altitudes baixas, atingindo cotas de no máximo 20m. Os cordões arenosos observados mostram antigas linhas de costa e entres esses, as áreas rebaixadas de calhas, por vezes formando banhados e alagadiços.

Os mapeamentos dos trabalhos consultados evidenciam que tanto as restingas, como os cordões arenosos e dunas frontais, parecem se encaixar nas características de origem relacionadas à descida do nível marinho. Essa configuração de planície baixa torna a sua classificação mais adequada como planície de cordões regressivos *strandplains* (Giannini, 2007). Os cordões litorâneos representam antigas linhas de costa, normalmente originados por dunas frontais. É bastante evidente na região que entre cordões arenosos sucessivos ocorram depressões alongadas com banhados e áreas alagadas. Na feição geomorfológica geral no município de Guaratuba são observados: cordões de dunas frontais em praia dissipativa; terraço de duna frontal incipiente eólica; rampa sobre duna frontal mais antiga em praia intermediária a dissipativa; e montículos dunares (*nebkhas*) isolados sobre terraço recoberto por franja eólica.

Esses termos são aplicados para designar acúmulos contínuos de areia em meio à vegetação. Giannini (2007) propõe que são depósitos onde ao mesmo tempo ocorre erosão e deposição de sedimentos por ação do vento; propõe ainda o conceito de franja eólica para referir-se a sedimentos não coesos, sem vegetação, acumulados pelo vento, sob a forma de lençol ou rampa de espessura até decimétrica, aos pés das dunas frontais ou das escarpas costeiras.

As franjas de areia eólica, uma vez colonizadas por vegetação, dão lugar a terraço ou rampa, por sua posição no sistema deposicional. A forma em rampa é tipicamente associada ao retrabalhamento, pelo vento, de leques subaquosos de pé de escarpa. As estratificações plano-paralelas, com mergulho baixo (tipicamente menos que 5º), para o mar ou para o continente, são casos mais comuns sobre

bermas de praias intermediárias-reflexivas. Ao deparar-se com este obstáculo, o vento perde força, o que permite a deposição de parte do sedimento transportado, e gera assim o primeiro acúmulo de material junto à vegetação.

2.13. PROCESSO DE DRAGAGEM

O sedimento na área da jazida encontra-se em fase de amostragem em campo e os resultados serão apresentados oportunamente.

2.14. CONCLUSÕES

A geologia da região é composta pela Suíte Granítica de Paranaguá, formada por rochas ígneas e metamórficas do Arqueano ao Cambriano, principalmente granitóides com encaixes variados. Essas rochas mostram a diversidade geológica, litológica e geoquímica da área, relacionada à formação do Gondwana. Partes desse complexo cristalino, referem-se especificamente ao Granito Morro Inglês. As outras unidades geológicas se referem aos sedimentos inconsolidados do Quaternário: depósitos paleoestuarinos, caracterizados por sedimentos arenosos acompanhados de porções de silte e argila; depósitos coluvionares, onde ocorrem lamas e areias de composição feldspática que se apresentam sob diversas formas de estratificação; depósitos litorâneos, representados por areias quartzosas, predominantemente finas a muito finas.

A ação das águas oceânicas sobre o relevo litorâneo gera a erosão marinha, processo que pode alterar o relevo de forma destrutiva ou devido ao acúmulo de material transportado pela movimentação da água, dando origem a praias, restingas, recifes e tômbolos.

A degradação do relevo pela ação da água ocorre pelos mesmos mecanismos atuantes nas águas dos rios, pela ação hídrica (ação mecânica da água atuando sobre o relevo), ação corrosiva (desgaste do relevo em função do atrito com o material suspenso na água), ação abrasiva (desgaste dos fragmentos de rochas suspensos em função do atrito com as formações do relevo litorâneo) e a diluição química (diluição dos sais solúveis liberados das rochas).

As áreas de execução de obras estão inseridas entre dois ambientes: o marinho e o terrestre. Onde ocorre um equilíbrio dinâmico com a entrada e a saída de

sedimentos ou, a energia de troca entre regressão e transgressão das marés, promovendo a retirada ou a deposição dos sedimentos. Nessa interface, tais processos provocam a todo instante em uma determinada seção transversal aos taludes de restinga a retirada ou aporte de sedimentos, originando forte erosão em taludes (barranco) ou até mesmo a abertura de novas barras.

A soma dos fluxos e volumes de água e sedimentos da Baía de Guaratuba após regimes pluviométricos anômalos originam vetores de pressão, resultando em processos erosivos e de assoreamento. Para o conhecimento e mensuração dos processos erosivos são necessários monitoramentos periódicos da distribuição e variação de sedimentos ao longo da sua extensão.

A sensibilidade do canal da Baía de Guaratuba pode ser por ações antrópicas ou naturais e caso o aporte de sedimento seja maior que a retirada, haverá a acreção da base do talude, por outro lado, se a carga sedimentar for negativa, ou seja, o volume de sedimentos retirados for maior que o volume depositado, ocorrerá a erosão e recuo do talude. Obras de engenharia através diques, guias de correntes, *headlands* e espigões podem minimizar o impacto das correntes marinhas ou sobe e desce das marés e consequentemente no transporte de sedimentos. Pode-se utilizar enrocamentos, espigões, biomantas ou geotêxteis em associação com retentores de sedimentos, retentores de sedimentos, que são constituídos de fibras vegetais, envolvidos por malha de polipropileno.

No Paraná, a costa oceânica é retilínea com orientação aproximadamente nordeste e caracteriza-se pela presença de praias arenosas e em alguns lugares por costões rochosos. A partir da linha da costa, em direção ao continente, geralmente ocorrem dunas frontais. A costa estuarina se caracteriza pela presença de extensas planícies de maré recobertas principalmente por manguezais.

Na região de Guaratuba as costas de desembocadura localizam-se na Baía de Guaratuba e Rio Saí-Guaçu e caracterizam-se pela ocorrência de praias arenosas e, em locais protegidos, de pequenas planícies de maré. As costas estuarinas apresentam influência significativa na dinâmica das desembocaduras, sendo sua dinâmica dominada pelas marés. As costas de desembocaduras, podendo ser voltadas para o estuário ou para o mar aberto, possuem dinâmica mais complexa além de sofrer influência de ondas e correntes de deriva litorânea também é influenciada pelas correntes de maré.

Mudanças sazonais como às mudanças de clima, de ondas e as relativas a eventos às modificações do perfil durante tempestades, referem-se principalmente às adaptações do perfil praial. As praias de desembocaduras estão associadas aos estuários. Já as praias oceânicas sem influência direta das desembocaduras no litoral paranaense são as seguintes, o arco praial Pontal do Sul – ponta de Matinhos, Praia Brava de Caiobá, Praia Central de Guaratuba e Praia de Brejatuba.

A Baía de Guaratuba possui orientação leste-oeste, com comprimento aproximado de 16 km e largura máxima de 3km, considerando a linha de maré baixa, e 10 km, considerando a planície de maré. A foz da baía é estreita, com aproximadamente 500 m de largura, limitada entre dois pontais rochosos, o extremo meridional da Serra da Prata, ao norte, e o Morro de Guaratuba, ao sul.

A Praia Central de Guaratuba é um arco praial com comprimento em torno de 2,5 km, localizado entre os pontais rochosos formados pelos morros das Caieiras e o Morro do Cristo. A Prainha de Guaratuba é um arco praial voltado para sul-sudeste, limitado por dois pontais rochosos, com comprimento em torno de 1,1 km e a Praia de Caieiras apresenta dois setores, um voltado para leste-oeste e outro voltado para noroeste-sudeste, e está limitada entre dois costões rochosos do Morro de Caieiras, possuindo comprimento de aproximadamente 1 km.

No Paraná os problemas costeiros são decorrentes principalmente em função de uma ocupação inadequada, muito próxima à linha costeira, por vezes invadindo a própria praia. Além da destruição das dunas frontais que atuam como estoque de areia para as praias, onde não foi deixado espaço suficiente para ocorrência dos processos naturais que formam o ciclo de progradação/retrogradação. Nesse ponto entram a densidades populacionais e a ocupação antrópica da costa em dois sentidos, o de destruição do ambiente natural, e o impacto sofrido sobre a estrutura posicionada sobre a área de variação natural. Na linha de costa, a ocupação antrópica altera a dinâmica natural e sofre os impactos de dos processos erosivos.

Conclui-se assim, que os valores e distribuição da progradação e retrogradação observados na costa paranaense não apresentam uma tendência geral que possa ser atribuída às mudanças globais, mas que podem ser explicados em cada caso pela dinâmica natural local ou pela interferência antrópica.

O alargamento de faixa de praia ou “engorda” artificial de praia, tecnicamente conhecido como aterro artificial de praia, é uma obra de engenharia para proteção

costeira, para evitar ou reduzir a erosão da linha de costa. A técnica consiste na colocação artificial de areia preferencialmente de mesma granulometria e densidade do material original da praia. Com esse propósito, o levantamento das características e propriedades dos sedimentos é fundamental para alcançar resultados positivos.

Segundo o estudo geológico da plataforma rasa do Paraná, a areia coletada na região reflete um depósito residual superficial, formado pela ação das ondas sobre depósitos anteriores que estão submersos, depois que o nível do mar alcançou as cotas atuais.

A partir do diagnóstico do meio físico conclui-se que as obras de Recuperação da Orla de Guaratuba são necessárias devido aos problemas costeiros decorrentes da ação das ondas sobre o relevo praial que gera a erosão costeira.

A revitalização praial causará temporariamente variações nas dunas frontais que atuam como estoque de areia para as praias, repondo material arenoso com consequente ampliação das praias. Para isso também serão necessárias execução de obras de engenharia através diques, guias corrente, *headlands* e espigões que minimizem o impacto das correntes marinhas ou o sobe e desce das marés. Como consequência os impactos provocados pela erosão costeira serão minimizados. Conforme os dados levantados, percebe-se que os valores e distribuição da progradação e retrogradação na orla de Guaratuba não apresentam uma tendência geral que possa ser atribuída às mudanças globais, mas que podem ser explicados pela dinâmica natural local ou pela interferência antrópica.

3. MEIO BIÓTICO

O diagnóstico do meio biótico foi estruturado em três grandes temas, seguindo o preconizado no Termo de Referência da seguinte forma: Flora, Fauna e Unidades de Conservação.

3.1. FLORA

O diagnóstico da flora nas áreas de influência das obras de Recuperação da Orla de Guaratuba foi realizado com base em levantamento de dados secundários e com visitas a campo para a obtenção dos dados primários.

3.1.1 Caracterização da vegetação

As formações vegetais predominantes na área de estudo de Guaratuba são as Formações Pioneiras de Influência Marinha, denominadas de Restinga. Conforme o tipo de solo, proximidade com o mar, ação dos ventos e da salinidade, apresentam diferentes fisionomias: herbácea, arbustiva e arbórea (FIGURA 130). Segundo Roderjan, Galvão, Kuniyoshi e Hatschbach (2002), as três fisionomias de restinga têm as seguintes características:

- **Fisionomia herbácea**: localiza-se na faixa de praia, em dunas não consolidadas, sob Neossolos Quartzarênicos. São ocupadas principalmente pela salsa-de-praia (*Ipomoea pes-caprae*), erva-capitão (*Hydrocotyle bonariensis*), blutaparon (*Blutaparon portulacoides*), gelol-de-praia (*Polygala cyparissias*), erva-baleeira (*Cordia verbenacea*), flor-canhota (*Scaevola plumieri*), salsa-parrilha (*Smilax campestris*), feijão-da-praia (*Canavalia rosea*), espécies das famílias Poaceae (Paspalum, Spartina, Eragrostis, Panicum), Calyceraceae (Acicarpha), Cyperaceae (Androtrichum, Cyperus, Remirea e Rynchospora) e Juncaceae (Juncus).
- **Fisionomia arbustiva**: localiza-se em dunas consolidadas, onde ocorre um mosaico de comunidades arbustivas e herbáceas. Destacam-se as espécies arbustivas: vassoura-vermelha (*Dodonaea viscosa*), vassoura (*Symphyopappus casarettoi*), camarinha (*Gaylussacia brasiliensis*) e marmelo-

da-praia (*Dalbergia ecastaphyllum*). Com relação às herbáceas destacam-se espécies da família Orchidaceae (Epidendrum, Oncidium e Cyrtopodium), Bromeliaceae (Dickia e Aechmea), além de líquens, briófitas e pteridófitas.

- **Fisionomia arbórea**: ocorre em solos não hidromórficos, tanto em Neossolos Quartzarênicos como em Espodossolos, localizados em dunas consolidadas mais interiorizadas. A fisionomia é composta por árvores de 2 m a 5 m de altura, composto principalmente por caúna (*Ilex theezans*), mangue-do-mato (*Clusia criuva*), aroeira pimenteira (*Schinus terebinthifolius*), cupiúba (*Tapirira guianensis*), pinta-moça (*Ternstroemia brasiliensis*), guamirim (*Myrcia brasiliensis*), araçá-da-praia (*Psidium cattleianum*), jacarandá-lombriga (*Andira anthelminthica*), pau-gambá (*Abarema langsdorffii*) e canela-lageana (*Ocotea pulchella*).

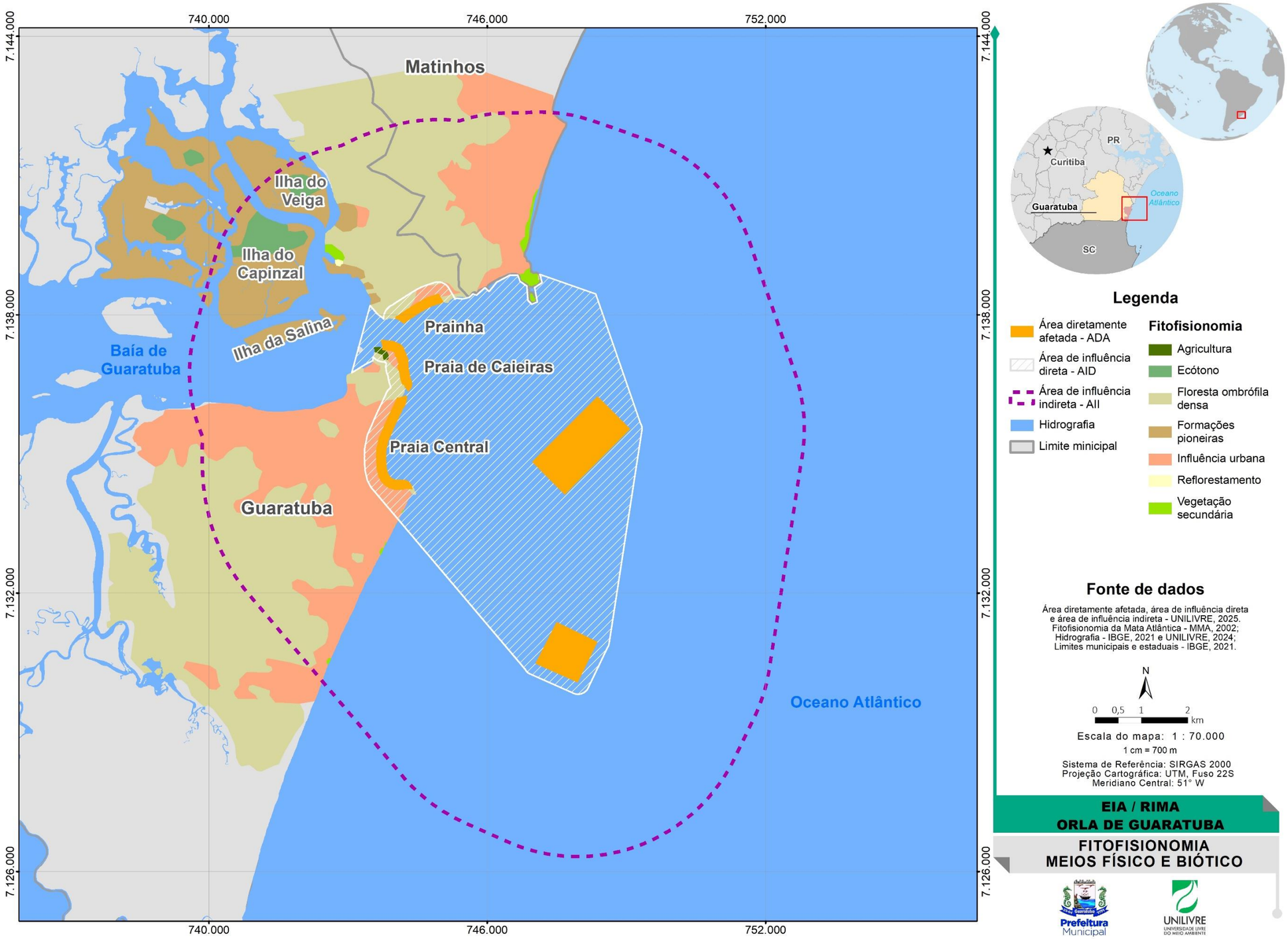
Destaca-se ainda, nas encostas dos morros (Morro do Cristo, Morro do Pinto e Morro do Espia Barco) a presença de Floresta Ombrófila Densa Submontana, caracterizada pela presença de indivíduos arbóreos de grande porte, multiestratificada, com dossel atingindo até 30 metros. Ocorrem no dossel: laranjinha (*Sloanea guianensis*), guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), bocuva (*Virola bicuhyba*), tapiá (*Alchornea triplinervia*), licurana (*Hyeronima alchorneoides*), jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*), caovi (*Pseudopiptadenia warmingii*), canjarana (*Cabralea canjerana*), cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) e guaricana (*Vochysia bifalcata*). No subosque ocorre o bacupari (*Garcinia gardneriana*), a maria-mole (*Guapira opposita*), o macuqueiro (*Bathysa australis*), a casca-d'anta (*Psychotria nuda*), o palmito jussara (*Euterpe edulis*) e a guaricana (*Geonoma* spp.).

Conforme o Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012) as restingas são consideradas Áreas de Preservação Permanente, com a função de fixação de dunas e estabilizadoras de mangues.

Com relação à orla de Guaratuba, a fisionomia da restinga está completamente descaracterizada de suas fisionomias originais, ocasionada pela ação antrópica. Essa ação se dá pela supressão da vegetação ocasionada pela ocupação urbana, por meio da construção de moradias, estruturas públicas e privadas e acesso à praia. Como também pelo plantio de espécies ornamentais, principalmente o coco-verde (Co*cos nucifera*) e amendoeira-de-praia (*Terminalia catappa*).

Com relação às florestas dos morros, estas apresentam sua fisionomia original, porém, com a exploração seletiva de madeira e corte de palmito, são consideradas florestas secundárias.

FIGURA 130 – MAPA FITOFISIONOMIA DA REGIÃO DE GUARATUBA



3.1.2. Levantamento florístico

Este tópico tem o intuito de apresentar os resultados do levantamento florístico realizado para caracterização da vegetação na área objeto do Projeto de Recuperação da Orla de Guaratuba. No dia 19 de março de 2024, foi realizada reunião de alinhamento com funcionários da prefeitura de Guaratuba, os quais acompanharam a equipe da UNILIVRE em campo. Foram visitadas as três áreas onde se pretende realizar obras: Prainha, Caieiras e Praia Central.

3.1.2.1. Metodologia

Foi realizado levantamento florístico nas três praias que integram o Projeto de Recuperação da Orla de Guaratuba: Praia Central, Caieiras e Prainha. Foi percorrida a área da engorda da praia, identificadas todas as espécies ao nível mais específico possível. A identificação das espécies da flora foi realizada por meio de consulta a especialistas e bibliografia específica. A classificação taxonômica foi baseada no APG IV (2016) e no PPG (2016).

As espécies amostradas foram ainda classificadas quanto à origem e potencial de invasão conforme a Portaria IAP nº 59/2015 que reconhece a Lista de Espécies Exóticas.

Foram realizados registros fotográficos a fim de ilustrar a fisionomia e grau de antropização das áreas visitadas.

3.1.2.2. Resultados

As três áreas visitadas (Prainha, Caieiras e Praia Central) apresentam elevado nível de antropização, tanto pela descaracterização da vegetação nativa quanto pela sua ausência. As áreas visitadas apresentam diferentes características da vegetação e níveis.

3.1.2.2.1. Prainha

Essa área apresenta alguns remanescentes de vegetação de restinga, seja de restinga herbácea, seja de restinga arbórea (FIGURA 131). Todavia foram observadas espécies exóticas invasoras nesses remanescentes.

FIGURA 131 – DETALHE DA VEGETAÇÃO DE RESTINGA HERBÁCEA EM PRIMEIRO PLANO E RESTINGA ARBÓREO AO FUNDO NA PRAINHA



Fonte: UNILIVRE, 2024.

a) Restinga herbácea

Ocupa uma faixa contínua de aproximadamente 300 metros na orla da praia, associada à restinga arbórea. Em alguns locais, com blocos rochosos para contenção das marés, iniciam uma primeira ocupação (FIGURA 132), destacando-se: *Ipomea pescaprae*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Blutaparon portulacoides*, *Polygala cyparissias*, *Remirea maritima* e *Rumohra adiantiformis*.

FIGURA 132 – INÍCIO DE OCUPAÇÃO DE VEGETAÇÃO DE RESTINGA EM BLOCOS ROCHOSOS COLOCADOS PARA CONTENÇÃO DE MARÉS



Fonte: UNILIVRE, 2024.

b) Restinga arbórea

Ocupa uma faixa contínua de aproximadamente 300 metros na orla da praia, associada à restinga herbácea, destacando-se as espécies arbóreas: *Guapira opposita* (maria-mole), *Schinus terebinthifolia* (aroeira-vemelha), *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), e regeneração de *Calophyllum brasiliense* (ganandi), *Cecropia pachystachya* (embaúba-branca), *Alchornea triplinervia* (tapiá) e *Cupania sp*. (cuvatã).

3.1.2.2.2. Caieiras

A praia de Caieiras possui uma área de aproximadamente 1.900 m² com domínio de braquiária d'água (*Urochloa* sp.) (FIGURA 133) e presença de algumas espécies arbóreas nativas: *Erythrina speciosa* (suinã), *Senna multijuga* (aleluia-amarela) e *Myrsine coriacea* (capororoca).

Ao fundo da Praça Memórias Caiçaras, existe um pequeno remanescente de restinga arbórea, com presença de *Guapira opposita* (maria-mole) e *Schinus terebinthifolia* (aroeira-vemelha) (FIGURA 134).

Ademais, existem árvores isoladas, utilizadas como paisagismo, principalmente *Terminalia catappa* (sombreiro), em frente à petiscaria Na Telha (FIGURA 135).

FIGURA 133 – ÁREA COM DOMÍNIO DE BRAQUIÁRIA (*UROCHLOA* SP.) NA PRAIA DE CAIEIRAS



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 134 – VEGETAÇÃO DE RESTINGA ARBÓREA AO FUNDO DA PRAÇA MEMÓRIAS CAIÇARA NA PRAIA DE CAIEIRAS



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 135 – ÁRVORES ISOLADAS EM FRENTE À PETISCARIA NA TELHA NA PRAIA DE CAIEIRAS



Fonte: UNILIVRE, 2024.

3.1.2.2.3. Praia Central

A praia central é o local mais descaracterizado da vegetação original, não foram observados remanescentes de vegetação nativa. Foram observados alguns locais pontuais com início de ocupação por espécies nativas, especialmente *Dalbergia ecastaphyllum* (uvira). A orla da praia não possui vegetação de restinga herbácea (FIGURA 136).

O calçadão ao longo da Praia Central possui um canteiro com presença expressiva de *Cocos nucifera* (coqueiro) adultos e mudas pequenas (FIGURA 137), além de outras espécies de uso paisagístico: *Terminalia catappa* (sombreiro), *Dypsis lutescens* (areca-bambu) e *Cycas revoluta* (cica).

Ao final da orla, próximo ao morro do cristo, existem alguns exemplares de *Syzygium cumini* (jambolão) e um *Ficus elastica* (figueira).

FIGURA 136 – INÍCIO DE OCUPAÇÃO DE VEGETAÇÃO DE RESTINGA POR DALBERGIA NA PRAIA CENTRAL



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 137 – CANTEIRO COM PRESENÇA EXPRESSIVA DE COQUEIROS ADULTOS E MUDAS NA PRAIA CENTRAL



Fonte: UNILIVRE, 2024.

3.1.3. Caracterização da Vegetação em Área de Supressão

Para execução das obras de engorda da praia em Guaratuba, somente na Prainha, onde será construído um guia de correntes, será necessária supressão de duas áreas com vegetação, denominadas Área 01, com 296,61 m² e Área 02, com 441,31 m² (FIGURA 138). O Laudo Florestal assinado pelo responsável técnico está anexado junto ao processo.

A área é antropizada, com ocorrência de diversas espécies exóticas invasoras, principalmente de uso paisagístico. Diante da necessidade da supressão da vegetação para instalação do guia de correntes, foi realizada caracterização da vegetação local.

FIGURA 138 – ÁREA DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO PARA A INSTALAÇÃO DO EMPREENDIMENTO



Fonte: UNILIVRE, 2024.

3.1.3.1. Metodologia

No dia 24 de outubro de 2024 foi realizada visita em campo para caracterização da vegetação e identificação das espécies na área de supressão. A vegetação foi caracterizada conforme a Resolução CONAMA nº 417/2009. Foi realizada identificação das espécies da flora, a classificação taxonômica foi baseada no APG IV (2016), a nomenclatura foi atualizada por meio da plataforma REFLORA (2024). As espécies foram classificadas quanto ao potencial de invasão conforme a Portaria IAP nº 59/2015 que reconhece a Lista de Espécies Exóticas.

3.1.3.2. Resultados

Conforme a Resolução CONAMA nº 417/2009 a vegetação alvo de supressão na Prainha é classificada como Vegetação Arbustiva de Restinga: “vegetação constituída predominantemente por plantas arbustivas apresentando até cinco metros de altura, com possibilidade de ocorrência de estratificação, epífitas, trepadeiras e acúmulo de serapilheira, sendo encontrada em áreas bem drenadas ou paludosas, principalmente em dunas semifixas e fixas, depressões, cordões arenosos, planícies e terraços arenosos”. Conforme ilustrado na FIGURA 139, há predominância das espécies arbustivas marmeleiro-de-praia (*Dalbergia ecastaphyllum*) e o algodoeiro-de-praia (*Talipariti pernambucense*) formando aglomerados, com presença de indivíduos arbóreos isolados e diversas espécies exóticas. Nesse sentido destaca-se o caráter de Vegetação Secundária da área devido os intensos sinais de uso antrópico (FIGURA 140) e presença expressiva de espécies exóticas, especialmente de uso paisagístico (FIGURA 141), como hibisco (*Hibiscus* sp.), dracena-vermelha (*Cordyline fruticosa*), sombreiro (*Terminalia catappa*), beijinho (*Impatiens* sp.), entre outras. Dessa forma a área é classificada como Vegetação Arbustiva de Restinga em estágio secundário de regeneração.

FIGURA 139 – VEGETAÇÃO COM FISIONOMIA ARBUSTIVA NA ÁREA DE PRAINHA (GUARATUBA-PR)



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 140 – SINAIS DE ANTROPIZAÇÃO NA ÁREA DE PRAINHA (GUARATUBA-PR)



Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 141 – ESPÉCIES EXÓTICAS NA ÁREA DE PRAINHA (GUARATUBA-PR)



Fonte: UNILIVRE, 2024.

Foram identificadas ao todo 26 espécies da flora na área de supressão de vegetação na prainha (TABELA 18), desse total cinco são espécies arbóreas, oito arbustivas, doze herbáceas e uma palmeira. Ressaltando que somente duas (sombreiro e aroeira-vermelha) das cinco espécies arbóreas possuem porte arbóreo, as demais foram encontradas regenerando. Das espécies arbustivas destacam-se o marmeleiro-de-praia (*Dalbergia ecastaphyllum*) e o algodoeiro-de-praia (*Talipariti pernambucense*), que formam grandes adensamentos, em conjunto com a braquiária (*Urochloa arrecta*), espécie herbácea.

Do total de espécies, 14 são nativas e 12 são exóticas. Ressalta-se o singônio (*Syngonium angustatum* Schott), espécie nativa da Amazônia brasileira, porém exótica na Mata Atlântica. Das espécies nativas destaca-se a aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolia*), única espécie nativa de porte arbóreo, localizada na Área 02; expressiva presença de marmeleiro-de-praia (*Dalbergia ecastaphyllum*) e o algodoeiro-de-praia (*Talipariti pernambucense*), um indivíduo adulto de Mulungu (*Erythrina speciosa*) na Área 02 e um de maria-mole (*Guapira opposita*) na Área 01; um indivíduo regenerante de tapiá (*Alchornea triplinervia*) na Área 01 e um indivíduo

regenerante de leiteiro (*Sapium glandulosum*) em área utilizada para paisagismo, aos pés do sombreiro.

Das espécies exóticas, cinco são classificadas como invasoras. O beijinho (*Impatiens walleriana*) foi encontrado pontualmente na Área 01; sombreiro (*Terminalia catappa*), um indivíduo adulto, reprodutivo na Área 02; a folha-da-fortuna (*Kalanchoe pinnata*), encontrada em área utilizada para paisagismo, aos pés do sombreiro; lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*) encontrada em área utilizada para paisagismo, aos pés do sombreiro; braquiária d'água (*Urochloa arrecta*), distribuída ao longo da área toda (Área 01 e Área 02), formando associação com espécies arbustivas, dominando áreas associadas à cursos d'água.

TABELA 18 – LISTA DE ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ÁREA DE SUPRESSÃO DE PRAINHA (GUARATUBA-PR)

Família	Nome Científico	Nome Popular	Hábito	Origem	Invasora
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolia* Raddi	Aroeira-vermelha	Arbórea	Nativa	
Araceae	*Syngonium angustatum* Schott	Singônio	Herbácea	Exótica	
Araliaceae	*Hydrocotyle bonariensis* Lam.	Erva-capitão	Herbácea	Nativa	
Arecaceae	*Dypsis lutescens* (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf.	Palmeira-areca	Palmeira	Exótica	
Asparagaceae	*Cordyline fruticosa* (L.) A.Chev.	Dracena-vermelha	Arbustiva	Exótica	
Asparagaceae	*Cordyline* sp.	Dracena-verde	Arbustiva	Exótica	
Asparagaceae	*Dracaena trifasciata* (Prain) Mabb.	Espada-de-São-Jorge	Herbácea	Exótica	
Asteraceae	*Senecio* sp.	Margarida-de-praia	Herbácea	Nativa	
Asteraceae	*Symphyopappus casarettoi* B.L.Rob.	Vassourinha	Arbustiva	Nativa	
Balsaminaceae	Impatiens walleriana *Hook.f.*	Beijinho	Herbácea	Exótica	Sim
Combretaceae	*Terminalia catappa* L.	Sombreiro	Arbórea	Exótica	Sim
Convolvulaceae	*Ipomoea cairica* (L.) Sweet	Corda-de-viola	Herbácea	Nativa	
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.	Salsa-de-praia	Herbácea	Nativa	
Cordiaceae	*Varronia curassavica* Jacq.	Erva-baleeira	Arbustiva	Nativa	
Crassulaceae	*Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers.	Folha-da-fortuna	Herbácea	Exótica	Sim
Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg.	Tapiá	Arbórea	Nativa	
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum* (L.) Morong	Leiteiro	Arbórea	Nativa	
Fabaceae	*Dalbergia ecastaphyllum* (L.) Taub.	Marmeleiro-da-praia	Arbustiva	Nativa	
Fabaceae	*Erythrina speciosa* Andrews	Mulungu	Arbustiva	Nativa	
Iridaceae	*Neomarica* sp.	Íris-da-praia	Herbácea	Nativa	
Malvaceae	*Hibiscus* sp.	Hibisco	Arbustiva	Exótica	
Malvaceae	*Taliparitipernambucense* (Arruda) Bovini	Algodoeiro-da-praia	Arbustiva	Nativa	
Musaceae	*Musa paradisiaca* L.	Bananeira	Herbácea	Exótica	
Nyctaginaceae	*Guapira opposita* (Vell.) Reitz	Maria-mole	Arbórea	Nativa	
Poaceae	*Urochloa arrecta* (Hack. ex T.Durand & Schinz) Morrone & Zuloaga	Braquiária d'água	Herbácea	Exótica	Sim
Zingiberaceae	*Hedychium coronarium* J.Koenig	Lírio-do-brejo	Herbácea	Exótica	Sim

Fonte: UNILIVRE, 2024.

3.1.4. Espécies ameaçadas de extinção

Após a realização da análise da caracterização florística na área de estudo, verificou-se que não foram registradas espécies ameaçadas de extinção, conforme a Lista Estadual de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Paraná e a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção (Brasil, 2014).

3.1.5. Manejo de *Dalbergia ecastaphyllum* na Orla de Guaratuba

Durante as vistorias de campo em Guaratuba foram observadas áreas com monodominância de *Dalbergia ecastaphyllum*. Estudos demonstram que a elevada densidade de *D. ecastaphyllum* interfere negativamente na presença de espécies herbáceas e subarbustivas sob suas copas (Souza, 2010). A espécie apresenta efeito alelopático, bem como a serrapilheira depositada afeta negativamente a germinação de outras espécies (Souza, 2016). Dessa forma, no intuito de preservar a riqueza de espécies na restinga, é importante que seja realizado manejo de *D. ecastaphyllum* e o plantio de espécies herbáceas e arbustivas nativas.

Técnicas de manejo de *Dalbergia ecastaphyllum* são inexistentes na literatura. Para outras espécies monodominantes em dunas são recomendadas medidas de manejo para prevenir a produção de sementes e a disseminação vegetativa de arbustos estabelecidos (Kollmann *et al*. 2007). Nesse sentido é importante a retirada de indivíduos adultos e reprodutivos de *Dalbergia ecastaphyllum* nas áreas com monodominância da espécie.

Nas áreas manejadas indica-se o plantio de espécies nativas conforme a TABELA 19. Indica-se aplicação de hidrogel nos berços de plantio.

TABELA 19 – ESPÉCIES INDICADAS PARA PLANTIO EM ÁREAS COM MONODOMINÂNCIA DE DALBERGIA ECASTAPHYLLUM NO LITORAL DO PARANÁ

Família	Nome Científico	Nome Popular	Hábito
Amaranthaceae	*Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears	Capotiraguá	Herbácea
Araliaceae	*Hydrocotyle bonariensis* Lam.	Erva-capitão	Herbácea
Asteraceae	*Senecio* sp.	Margarida-de-praia	Herbácea
Asteraceae	*Symphyopappus casarettoi* B.L.Rob.	Vassourinha	Arbustiva
Clusiaceae	*Clusia criuva* Cambess.	Mangue-bravo	Arbustiva
Convolvulaceae	*Ipomoea cairica* (L.) Sweet	Corda-de-viola	Herbácea
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.	Salsa-de-praia	Herbácea
Cordiaceae	*Varronia curassavica* Jacq.	Erva-baleeira	Arbustiva
Cyperaceae	*Cyperus pedunculatus* (R.Br.) J.Kern	Pinheirinho-da-praia	Herbácea
Dryopteridaceae	*Rumohra adiantiformis* (G.Forst.) Ching	Samambaia-preta	Herbácea
Ericaceae	*Gaylussacia brasiliensis* (Spreng.) Meisn.	Camarinha	Arbustiva
Fabaceae	*Dalbergia ecastaphyllum* (L.) Taub.	Marmeleiro-da-praia	Arbustiva
Iridaceae	*Neomarica* sp.	Íris-da-praia	Herbácea
Malvaceae	*Talipariti pernambucense* (Arruda) Bovini	Algodoeiro-da-praia	Arbustiva
Melastomataceae	*Pleroma urvilleanum (DC.) P.J.F.Guim. & Michelang.*	Orelha-de-Onça	Arbustiva
Polygalaceae	*Senega cyparissias* (A. St.-Hil. & Moq.) J.F.B.Pastore & Agust. Martinez	Gelol-de-praia	Herbácea

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

3.2. FAUNA

Para o diagnóstico da fauna de ocorrência nas áreas de influência das obras de recuperação da orla marítima de Guaratuba, foram considerados os seguintes grupos faunísticos terrestres: entomofauna, herpetofauna, avifauna e mastofauna.

O estudo também contemplou a fauna aquática, com a realização do diagnóstico dos seguintes grupos: tetrápodes marinhos (avifauna, herpetofauna e mastofauna); invertebrados aquáticos (bentofauna e carcinofauna); ictiofauna (incluindo ictioplâncton) e macrofauna bentônica de fundo inconsolidado.

Os levantamentos faunísticos foram realizados por equipe técnica multidisciplinar, considerando os diferentes grupos taxonômicos, utilizando-se de métodos analíticos e descritivos para a avaliação e a integração de dados, conforme determinado no Termo de Referência, emitido pelo Instituto Água e Terra em 21 de setembro de 2023.

Além do diagnóstico faunístico, foi realizado o levantamento da comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton) e foram aferidos os parâmetros de qualidade de água superficial e de sedimento marinho.

As planilhas com os dados brutos do levantamento faunístico estão no Anexo do Processo.

3.2.2. Diagnóstico da Fauna Terrestre

Para o diagnóstico da fauna terrestre foram considerados dados secundários disponíveis na literatura pertinente, bem como, foram obtidos dados primários a partir de metodologias específicas para cada grupo faunístico, em conformidade com a Autorização Ambiental Nº 59.521, emitida pelo Instituto Água e Terra em 15/09/2023, com validade até 15/09/2025.

3.2.2.1. Entomofauna

Os invertebrados são um grupo extremamente amplo, distribuindo-se nos mais diversos habitats, sendo considerados componentes fundamentais das teias tróficas (Borror; Delong’s, 2011). Eles representam cerca de 99% do total dos

espécimes de animais existentes. Somente na classe Hexapoda, por exemplo, são registradas mais de 1.200.000 espécies (Rupert; Fox; Barnes, 2005), sendo considerados, portanto, um dos grupos de animais com a maior diversidade e riqueza de espécies no mundo (Constantino; Schlemmermeyer, 2000). No Brasil estima-se que existam atualmente entre 107.000 e 145.000 espécies descritas de invertebrados, mas estimativas apontam que este número deve ser maior em virtude da grande diversidade deste grupo (Drummond *et al*., 2005).

Dentre as ordens de insetos, os lepidópteros são uma das principais em termos de abundância e diversidade, sendo frequentemente solicitadas em estudos ecológicos como bioindicadores, em virtude da importância econômica e ampla distribuição nos ecossistemas (Teston *et al*., 2006). Estão registradas no mundo mais de 160.000 espécies, das quais 26.000 ocorrem no Brasil, correspondendo a metade das espécies descritas para a Região Neotropical (Brown; Freitas, 1991). A importância deste grupo está relacionada às suas relações ecológicas, que são fundamentais para o funcionamento dos ecossistemas, já que participam ativamente na polinização, além de outras interações (Fonseca; Kumagai; Mielke, 2006).

Outro grupo de insetos de fundamental relevância são os Coleópteros. Os besouros, como são conhecidos os integrantes dessa ordem, possuem grande importância ecológica, sendo utilizados como indicadores em estudos ambientais (Chung *et al*., 2000). Estão amplamente distribuídos na paisagem, sendo sua diversidade relacionada com a composição e a estrutura da vegetação (Schorn, 2000). É considerada a ordem com o maior número de espécies dentre os insetos, constituindo uma das mais diversas. São conhecidas cerca de 387.000, correspondendo a 40% do total de insetos e 30% dos animais (Slipinski; Leschen; Lawrence, 2011). No Brasil, já foram registradas mais de 33 mil espécies em 114 famílias (Monné; Costa, 2020).

Juntamente com Lepidoptera e Coleoptera, os himenópteros são uma das cinco ordens de insetos que apresentam uma megadiversidade, (Triplehorn; Johnson, 2005). Correspondendo a mais de 120.000 espécies, a ordem é representada, dentre outros, pelas vespas, as abelhas e as formigas. Do ponto de vista ecológico, essa ordem apresenta uma grande quantidade de estratégias de vida que reflete sua grande diversidade sendo considerado um dos grupos chave na organização dos

seres vivos, devido aos papéis ecológicos que desempenham (Triplehorn; Johnson, 2005).

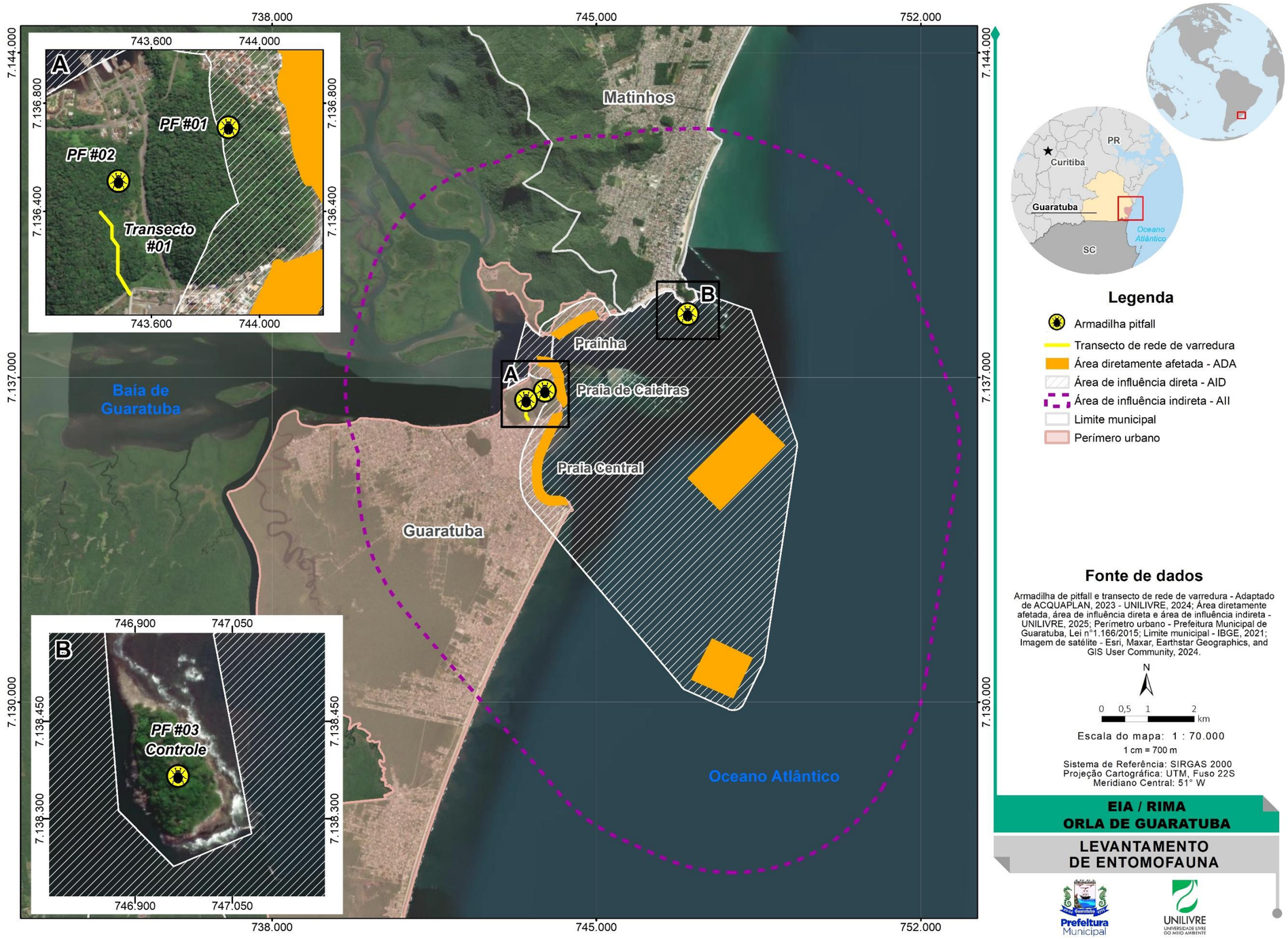
Portanto, os insetos são bons indicadores dos níveis de impacto ambiental devido sua grande diversidade de espécies e habitats, além do papel nos processos biológicos dos ecossistemas naturais. A plasticidade dos insetos permite que sejam utilizados como bioindicadores de alterações ambientais havendo, desta forma, a necessidade de serem levantados anteriormente a implantação de empreendimentos que modifiquem o ambiente.

Dessa forma, este diagnóstico objetiva apresentar os resultados da entomofauna obtidos em três campanhas amostrais, duas realizadas no inverno (set/2023 e 2024) e uma na primavera (dez/2024), para compor o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Projeto de recuperação da Orla de Guaratuba.

3.2.2.1.1. Materiais e Métodos

As amostragens foram realizadas em setembro de 2023 (inverno), setembro de 2024 (inverno) e dezembro de 2024 (primavera). Os levantamentos foram realizados em dois pontos localizados no perímetro da área de influência direta denominados AID e em um ponto na área controle do empreendimento – Projeto de recuperação da Orla de Guaratuba, PR (FIGURA 142).

FIGURA 142 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DA ENTOMOFAUNA REALIZADOS DURANTE AS TRÊS CAMPANHAS (SET/2023 E 2024 – INVERNO E DEZ/2024 – PRIMAVERA) DO PRESENTE DIAGNÓSTICO



Foram empregados dois métodos para a captura de invertebrados para obtenção de dados primários: Armadilhas de Queda tipo *Pitfall* e Rede de Varredura.

A presença de espécies ameaçadas foi averiguada comparando-se a lista dos espécimes capturados no presente estudo com a Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (PORTARIA Nº - 448/2022).

a) Dados Secundários

Para os dados secundários foram realizadas pesquisas bibliográficas em artigos de trabalhos realizados com invertebrados no estado do Paraná, a fim de compor uma lista de possíveis ocorrências de espécies. Foram consultados os estudos de Leviski *et al*. (2016), Ladino e Feitosa (2022) e Lopes *et al*. (2011).

b) Dados Primários

As descrições dos métodos de captura empregados na execução do presente estudo para a captura de invertebrados estão apresentadas abaixo:

- Armadilhas de Queda tipo *Pitfall* (AQ)

Armadilhas de queda (*Pitfall*) consistem em um copo plástico de 500ml contendo uma solução composta por água, formaldeído a 2% e detergente 1% para a conservação do material amostrado (FIGURA 143).

Após a seleção dos pontos amostrais, foram feitos covas nos quais foram introduzidos os copos, até que a borda do copo ficasse alinhada com a superfície do solo. Posteriormente, os copos foram preenchidos com cerca de 200 ml da solução conservante. Para evitar que a chuva e outros materiais como folhas ou galhos entulhem o copo, este foi coberto com um prato plástico apoiado sobre três palitos, a uma altura aproximada de 15 cm em relação ao solo (Morril, 1975) - FIGURA 143.

FIGURA 143 – IMAGENS DA ARMADILHA DE QUEDA INSTALADA NA ÁREA AMOSTRAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Na área amostral localizada na AID do empreendimento foram dispostas no total 16 armadilhas em linha (oito em cada ponto amostral), obedecendo o critério de espaçamento de três metros de distância entre armadilhas (FIGURA 144). As armadilhas foram implementadas no primeiro dia de campanha e recolhidas no último dia.

FIGURA 144 – IMAGEM DO PONTO AMOSTRAL DAS ARMADILHAS DE QUEDA NA AID DO FUTURO EMPREENDIMENTO, DEMONSTRANDO AS CARACTERÍSTICAS DA PAISAGEM



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

O material recolhido no campo foi depositado em frascos de plástico com tampa de rosca, devidamente etiquetados, contendo álcool a 70% para conservação

do material. Esses frascos foram levados ao laboratório para a triagem e determinação das espécies.

- Rede de Varredura

A Rede de Varredura consiste em uma haste de alumínio de aproximadamente 1,50 metros de comprimento. No ápice haste é fixada uma armação metálica em forma de círculo com um diâmetro de 40 centímetros. Nessa armação fica preso a abertura de um saco cônico de tecido, com 90 centímetros de comprimento e 40 cm de diâmetro (FIGURA 145 e FIGURA 146).

FIGURA 145 – IMAGEM DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE REDE DE VARREDURA NA AID DO EMPREENDIMENTO (PONTO 1)



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 146 – IMAGEM DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE REDE DE VARREDURA NA AID DO EMPREENDIMENTO (PONTO 2)



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

A aplicação do método de amostragem com a Rede de Varredura consiste em caminhar aleatoriamente na paisagem, costeando a borda da mata pelas áreas de influência do empreendimento. O tipo de vegetação em que a varredura é realizada mede em torno de 1 metro, ou seja, o transecto realizado para a passagem da rede é

composto por uma trilha, com vegetação rasteira e/ou arbustiva. A captura dos espécimes é realizada durante o percurso do transecto, na medida que os espécimes de interesse são avistados sobre a vegetação ou em voo. O percurso é cronometrado e padronizado para todos os pontos amostrais buscando melhorar a sua caracterização.

Foram estabelecidos para o presente estudo dois transectos (FIGURA 142). Cada transecto foi percorrido em intervalos de 10 minutos, sendo realizado 180 minutos por transecto, com o total de 360 minutos de esforço amostral em cada campanha.

O método foi aplicado em diferentes substratos vegetais ao longo do transecto, sendo coletados todos os Lepidópteros avistados. Os insetos coletados foram primeiramente transferidos a um pote plástico transparente, com uma bucha de algodão embebida em dimetil cetona. Posteriormente, os insetos coletados foram armazenados em envelopes entomológicos para serem transportados ao laboratório para a determinação das espécies.

- Análise dos Dados

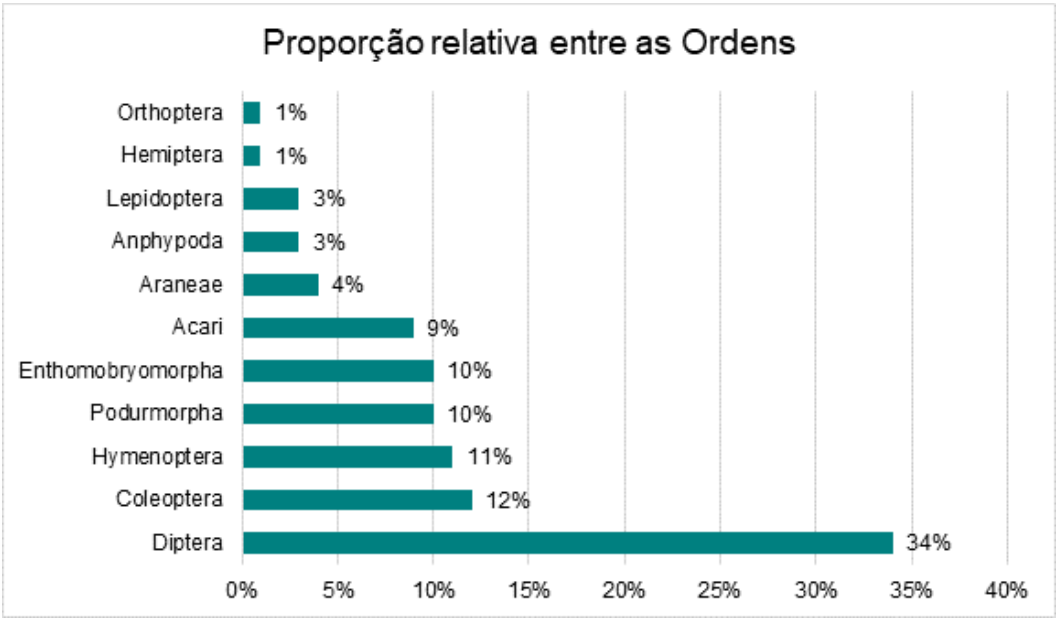
Os dados obtidos foram agrupados por ponto amostral (localizados na AID1, AID2 e área Controle do empreendimento). Os parâmetros de comunidade foram medidos através do programa estatístico PAST (Hammer; Harper; Ryan, 2001), onde foram obtidos os índices de diversidade de Shannon (H'), de dominância (D), riqueza e equidade (J de Pielou).

3.2.2.1.2. Resultados e Discussão

Foram amostrados o total de 1.369 espécimes de invertebrados distribuídas em 19 ordens, 51 famílias, 34 espécies e 72 morfoespécies. Na primeira campanha (set/2023), foram coletados um total de 499 espécimes de invertebrados, na segunda campanha (set/2024) foram coletados 696 espécimes de invertebrados, enquanto que na terceira campanha (dez/2024) foram coletados 174 (FIGURA 150 a FIGURA 148 e ANEXO B).

As ordens mais abundantes nas amostragens foram Diptera com 34%, seguida de Coleoptera 12%, Hymenoptera 11%, Poduromorpha (Collembola) 10% e Enthomobryomorpha (Collembola) com 10%. As demais ordens obtiveram representatividade inferior a 10% (FIGURA 147). Em relação as ordens foco do estudo, a ordem Hymenoptera correspondeu a 11% das amostragens, enquanto Lepidoptera correspondeu a 3% e a família Scarabeidae (Coleoptera) ambas corresponderam a 1% das amostragens. Os invertebrados da ordem Araneae e Acari coletados foram incluídos nas análises e representaram 3% e 4% (respectivamente) dos indivíduos registrados.

FIGURA 147 – GRÁFICO DEMONSTRANDO A PROPORÇÃO RELATIVA (%) ENTRE AS ORDENS AMOSTRADAS NO ESTUDO



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Em relação aos parâmetros de comunidade, a AID foi mais diversa em comparação à área controle na primeira campanha, situação que se inverteu na segunda e terceira campanhas. Contudo, os dados demonstram que, no geral, a área controle foi mais diversa. Em relação aos demais parâmetros de comunidade, pode-se observar que a AID foi mais abundante e mais rica. Os parâmetros demonstram que a área controle apresentou uma comunidade mais heterogênea, tendo em vista que a abundância foi quase a metade da AID, entretanto, a riqueza foi quase equivalente entre as áreas. Os resultados dos testes para obtenção dos parâmetros de comunidade dos invertebrados estão apresentados na TABELA 20.

TABELA 20 – PARÂMETROS DE COMUNIDADE DOS DADOS OBTIDOS COM O MÉTODO DE *PITFALL* E REDE DE VARREDURA

Parâmetros	Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3		Total	
	AID	AC	AID	AC	AID	AC	AID	AC
Riqueza	44	40	39	32	23	24	80	75
Abundância	223	276	531	165	70	104	824	545
Dominância	0,1025	0,2139	0,2184	0,1318	0,1347	0,1017	0,154	0,0906
Diversidade (H')	2,863	2,296	2,192	2,57	2,553	2,655	2,779	3,146
Equidade (J)	0,7567	0,6224	0,5982	0,7415	0,8142	0,8355	0,6342	0,7286

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Da lista de espécies apresentada no ANEXO B nenhuma consta da listagem de espécies ameaçadas de extinção ao nível nacional (Brasil. Ministério do Meio Ambiente, 2022), entretanto, 185 espécies constam da lista de espécies ameaçadas ao nível estadual. Dentre as espécies que constam da lista de espécies ameaçadas ao nível estadual, 176 estão com o status de Menos Preocupante (LC), sete são classificadas como dados faltantes (DD) e duas são consideradas criticamente ameaçadas (CR). Dos espécimes coletados no presente estudo, nove constam na lista de espécies ameaçadas ao nível estadual, classificadas como Menos Preocupante (LC), sendo elas um espécime de formiga e nove de borboletas

No ANEXO B estão apresentadas as espécies de invertebrados registradas no presente estudo por meio dos métodos de amostragem aplicados e também as de possível ocorrência para a região, elaborada a partir da bibliografia consultada.

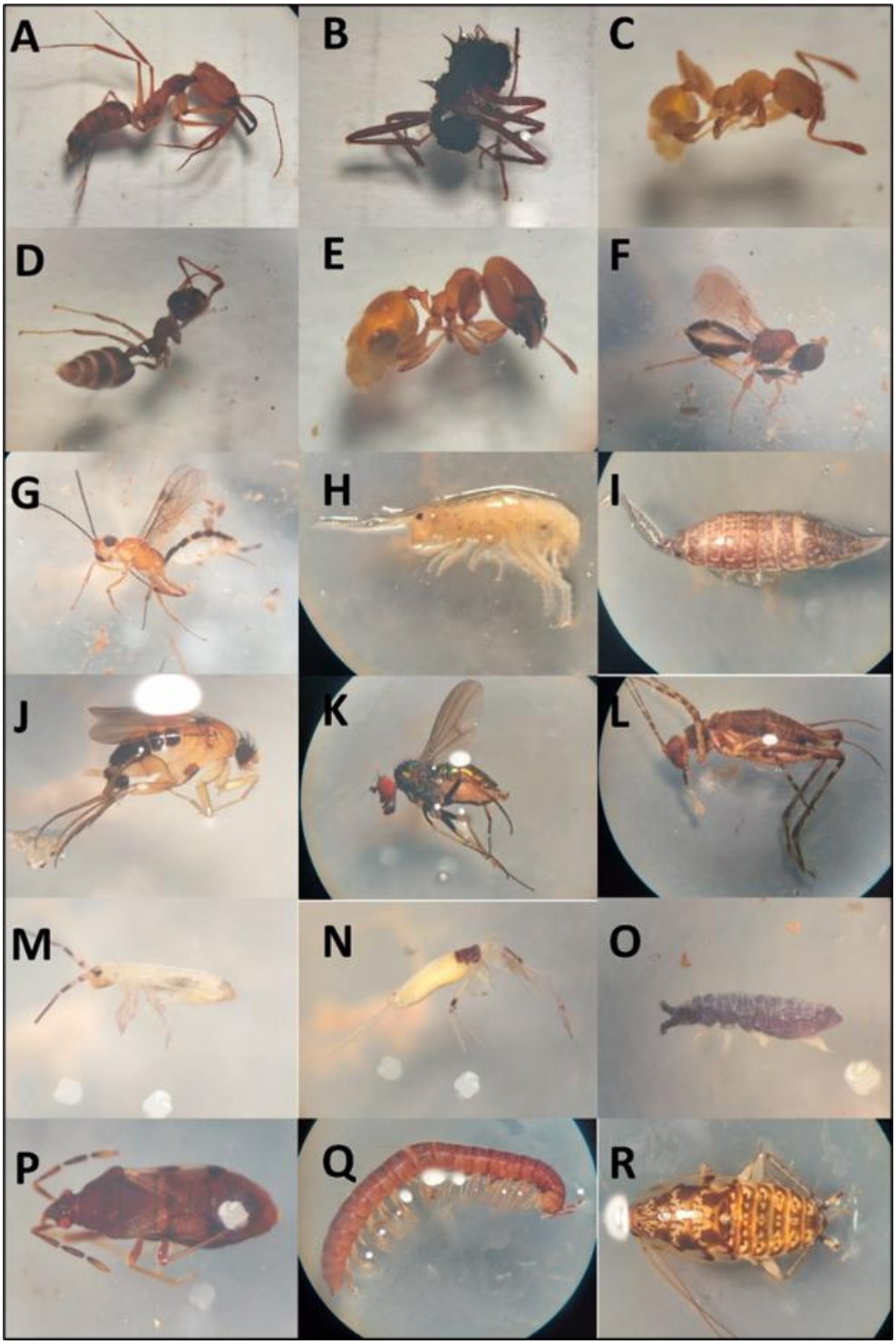
Os resultados dos parâmetros de comunidade analisados por campanha mostraram índices de diversidade, dominância e equidade considerados baixos. Este resultado é, muitas vezes, obtido em áreas perturbadas em processo de regeneração (TABELA 20). Entretanto, os mesmos parâmetros considerando o total dos dados levantados (somando as três campanhas) demonstram que a área controle foi mais diversa que a AID do empreendimento, apresentado um índice de diversidade considerado alto (H’ > 3,0), além de uma menor dominância e maior equidade (J). Já em relação a riqueza e abundância, a AID foi superior nos dados totais.

Dentre as ordens mais representativas, Diptera representada pelas moscas e mosquitos foi a mais abundante em todo o estudo (FIGURA 148). Esse resultado é esperado, pois, esta ordem é reconhecidamente abundante, principalmente, em ambientes tropicais, onde encontram fatores ambientais favoráveis ao seu

estabelecimento, relacionados a temperatura e umidade que favorecem sua proliferação. Sua presença está relacionada com aspectos ambientais ecológicos e também econômicos, por serem consideradas a base da cadeia trófica de muitos outros organismos, incluindo invertebrados e vertebrados. Além disso, muitas espécies são relevantes sob o ponto de vista da saúde pública, já que são vetores de doenças tanto para os seres humanos como também para animais domésticos.

A espécie mais abundante foi *Megaselia scalaris* com 413 indivíduos, correspondendo a 91% da abundância de Diptera nas amostragens. Esta mosca ocorre em todas as regiões habitadas do planeta, sendo considerada exótica no Brasil (Borgmeier, 1968). São saprófagas, alimentando-se de matéria orgânica em decomposição (Silva, 2001). Certos autores, entretanto, comentam que sua presença pode ser negativa, uma vez que são consideradas parasitas de colmeias de abelhas nativas (Macieira; Chaud; Zanon, 1983; Zanon, 1991).

FIGURA 148 – IMAGEM DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NO PRESENTE ESTUDO



Legenda: A – G: Hymenoptera. A) *Odontomachus imperator*; B) *Acromyrmex* sp. 1; C) *Pheidole* sp. 1; D) *Crematogaster* sp. 1; E) *Oligomyrmex* sp. 1; F) *Calcidoidea* sp.1.; G) *Ichneumonidae* sp. 1; H – I: Crustacea. H) *Talitroides topitorum*; I) *Armadilium vulgarae*; J – K: Diptera j) *Condylostylus* sp. 1; k) *Cacoxenus* sp. 1; l) Orthoptera - *Grillidae* sp. 1; M – N: Collembola. M) *Entomobrya* sp. 1; N) *Tomocerus* sp. 1; O) *Hipogastrura* sp. 1; P) Hemipera. *Reduviidae* sp. 1; Q) *Myriapoda diplopoda* sp. 1; R) Blattaria. *Blatidae* sp. 1.

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

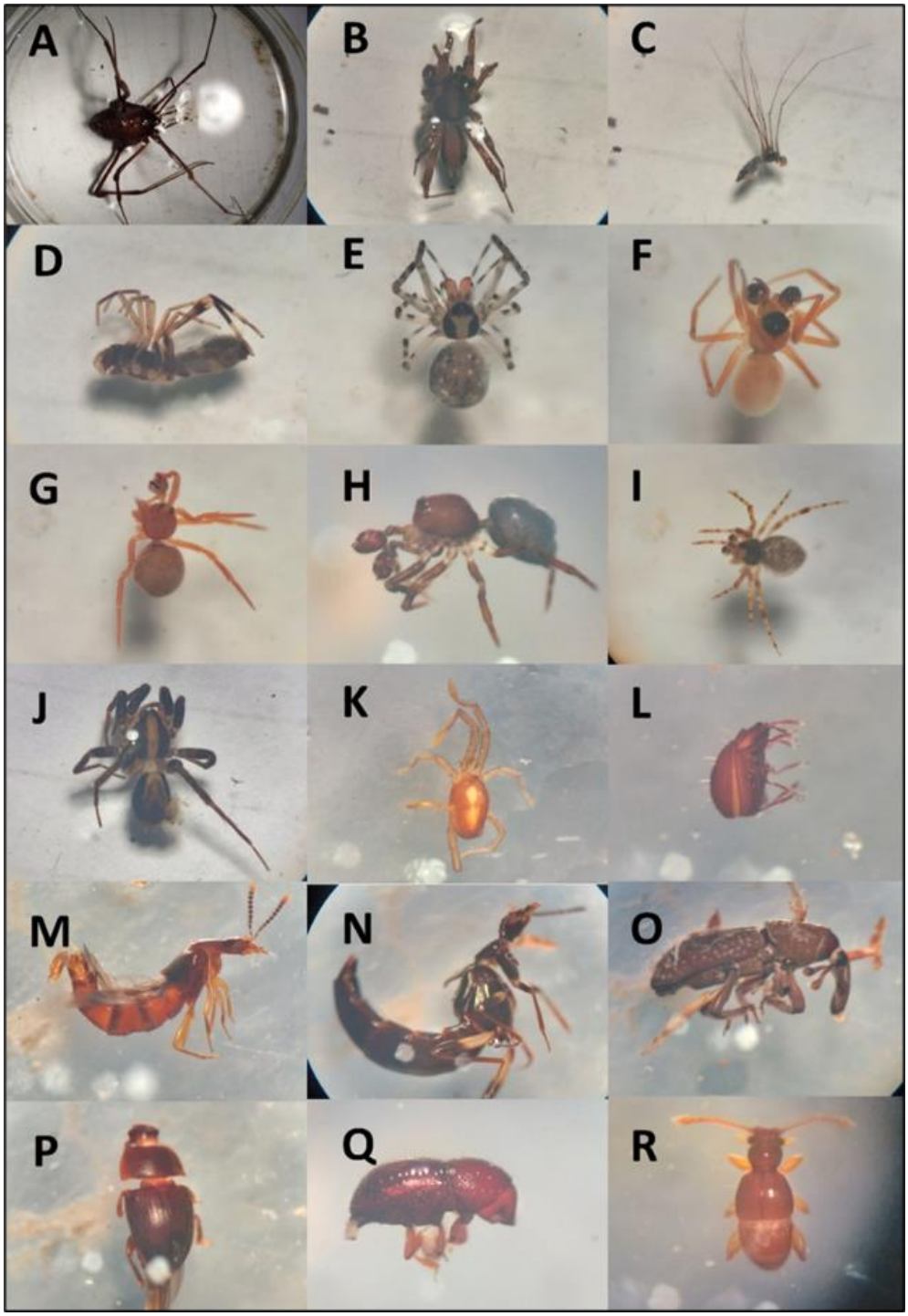
Os Coleópteros (FIGURA 149) foram a segunda ordem mais abundante no estudo, representando 12% das amostragens, sendo que a família Staphylinidae foi a mais abundante (Casari; Ide, 2012). A abundância de indivíduos dessa família é associada a alta disponibilidade de matéria orgânica e umidade (Sampaio, 2010; Mueller, 2016). As espécies dessa família são integrantes importantes da cadeia trófica e sua presença relaciona-se ao processo de ciclagem e reincorporação de nutrientes orgânicos no solo. Os indivíduos, tanto adultos como as larvas, vivem como saprófagos, em matéria orgânica vegetal ou animal e, habitualmente, são predadores. Também são encontrados frequentemente dentro da corola das flores, alimentando-se de pólen. Algumas espécies são fungívoras e outras possuem hábitos fitófagos.

A família Scarabeidae foi a segunda mais abundante da ordem Coleoptera. Essa família é amplamente distribuída principalmente nas regiões tropicais (Vaz-de-Mello, 2000). São conhecidos popularmente de besouros “rola-bosta” devido ao hábito de depositar os ovos em bolas formadas de fezes. Essas bolas são transportadas até lugares protegidos, onde os ninhos são construídos. As espécies que apresentam este tipo de comportamento são chamadas de telecoprídeas ou "roladoras", construindo bolas de fezes que são roladas na superfície do solo para uma certa distância da fonte do recurso (Hanski; Cambefort, 1991). Têm grande importância no funcionamento dos ecossistemas, pois participam ativamente na ciclagem de nutrientes acelerando o ciclo de nutrientes do solo. Podem controlar alguns parasitas de vertebrados por matar larvas e ovos. Participam também na dispersão de sementes, pois as bolas são feitas das fezes de animais, muitas vezes, frugívoros (Hanski; Cambefort, 1991).

A ordem Hymenoptera representou 11% da amostragem (FIGURA 147) sendo a terceira mais abundante. Foram representadas principalmente por espécies da família Formicidae (FIGURA 148). A abundância e diversidade dessas família é geralmente alta nos ambientes tropicais, onde são consideradas extremamente importantes para estes ecossistemas (Jaffe *et al*., 2007). As formigas são chamadas de "engenheiros do ecossistema" devido ao efeito positivo de sua atividade nos ambientes do qual fazem parte (Griffiths *et al*., 2017). O solo é positivamente afetado por este grupo que influi sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas pela presença de ninhos, câmaras, galerias e agregados minerais que as formigas criam (Wu *et al*., 2015). Além disso, sabe-se que as formigas possuem a capacidade de realizar a transferência de matéria orgânica para as camadas mais profundas do solo,

intensificando a fertilidade do solo (Fleig, 1995). Não foi registrado nenhuma abelha durante as campanhas realizadas.

FIGURA 149 – IMAGEM DAS ESPÉCIES DE ARACNÍDEOS E BESOUROS AMOSTRADAS NO PRESENTE ESTUDO



Legenda: A – L Arachnida. A) *Magnispina* sp. 1; B) *Miturgidae* sp. 1; C) *Ochyrocera* sp. 1; D) *Castianeira* sp. 1; E) *Theridion* sp. 1; F) *Sphecozone novaeteutonia*; G) *Guaraniella mahnerti*; H) *Euryopis camis*; I) *Theridiossomatidae* sp. 1; J) *Lycosa paranaensis*; K) *Acari* sp. 1; L) *Acari* sp. 2; Ordem Coleoptera M – R. M) *Staphylinidae* sp. 1; N) *Staphylinidae* sp. 2; O) *Curculionidae* sp. 1; P) *Scarabeidae* sp. 1; Q) *Bostriquidae* sp.1. Q) *Bastrisodis* sp. 1.

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

A variedade de espécies de formigas de uma área pode indicar o grau de preservação. Elas estão presentes tanto em áreas degradadas como em áreas preservadas (Queiroz; Almeida; Pereira, 2008), mas áreas preservadas tendem a abrigar uma maior variedade de espécies em virtude da heterogeneidade ambiental. Portanto, elas são excelentes bioindicadores, sendo sensíveis a variações ambientais, reagindo rapidamente a alterações no meio (Thomas, 2017).

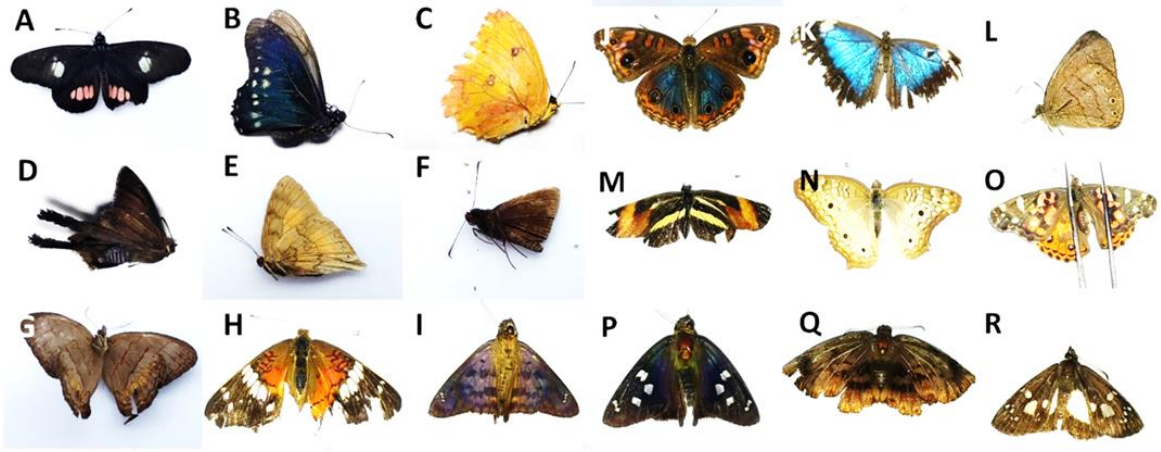
As espécies *Pachycondyla striata* e *Pheidole* sp. 1 foram as mais abundantes da família Formicidae. Na região neotropical, o gênero Pachycondyla é o que apresenta a segunda maior diversidade de espécies dentro das Ponerinae (Bolton, 1995; Lattke, 2003). Essas formigas são predadoras generalistas e catadoras, coletando restos de frutas e carcaças de vertebrados e invertebrados, especialmente larvas de Lepidoptera e Coleoptera. *P. striata* são formigas de grande porte, de forrageamento solitário, amplamente distribuídas na floresta Atlântica, ocupando uma infinidade de funções ecológicas e possuem um amplo nicho trófico (Rosumek, 2017). Seus ninhos são simples, com as câmaras e túneis distribuídos horizontalmente próximos à superfície do solo (Silva-Melo; Giannotti, 2010). Utilizam outros artrópodes para sua alimentação, principalmente cupins e também outras formigas

Pheidole pertence a um gênero hiper diverso de formigas com castas de operárias maiores e menores discretas com grande irradiação adaptativa. São mais diversas e abundantes nos Neotrópicos, ocorrendo também muitas outras áreas do mundo com menor diversidade. No estado do Paraná são registradas 59 espécies.

O quarto grupo mais abundante foi Collembola, representado pelas ordens Enthomobryomorpha e Produromorpha que somadas apresentaram 19% da amostragem (FIGURA 148). Apesar de ser pouco conhecido popularmente, este grupo é extremamente fundamental para o ecossistema de solo, pois participam da ciclagem de nutrientes. São geralmente muito abundantes no solo, e seu papel na reincorporação de nutrientes faz deste um dos grupos fundamentais para a manutenção da fertilidade do solo (Steffen; Antoniolli; Steffen, 2007; Amaral, 2011). Além disso, constituem a base alimentar de diversos outros invertebrados. Isso sugere que sua atividade permite a existência de outros grupos de invertebrados, pois servem de alimento para esses, podendo inclusive determinar a abundância de certos grupos (Manhães, 2011). A diversidade desse grupo, em relação a presença de diferentes famílias, é maior em ambientes mais preservados (Queiroz; Almeida; Pereira, 2008).

Dentre os Lepidópteros coletados (FIGURA 150) a família Nymphalidae foi a mais abundante, sendo representada por oito espécies. A predominância dessa família é esperada uma vez que ela é considerada uma das maiores e mais diversificadas com cerca de 7.200 espécies conhecidas (Duarte *et al*., 2012). Entretanto, a espécie mais abundante foi *Archonias brassolis* da família Pieridae. Essa espécie é encontrada desde o sul do México até o norte da Argentina (Braby; Pierce; Vila, 2007) e seus padrões de coloração mimetiza as espécies do gênero Parides (Devries, 1987). As larvas são gregárias e alimentam de espécies de plantas da família Loranthaceae e os adultos são nectarívoros. São observados em diversos tipos de ambiente na Mata Atlântica, desde florestas primárias e secundárias, a vegetação de restinga em regiões costeiras. Os machos territoriais são mais facilmente avistados em bordas de florestas e clareiras onde ambos os sexos foram observados visitando flores de diversas espécies de Asteraceae (Brown, 1992).

FIGURA 150 – IMAGEM DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA CAMPANHA 1 (SETEMBRO DE 2023 – INVERNO) NO PRESENTE ESTUDO



Legenda: A – H: Ordem Lepidoptera A) *Archonias brassolis*; B) *Battus philenor*; C) *Phobis neocypris*; D) *Spicauda* sp. 1; E) *Nymphalidae* sp. 1; F) *Nastra* sp.1.; G) *Zischkaia warreni*; H) *Vanessa cayre*; I) *Teliemiades corbulo*; J) *Junoina everate*; K) *Morpho helenor*; L) *Hermeuptychia hermes* M) *Heliconius erato*; N) *Anartia jatrophae* ; O) *Vanessa brasiliensis*; P) *Telemiades fidelis*; Q) *Astraptes phalaecus* R) *Clito* sp. 1.

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

3.2.2.1.3. Considerações Finais

Apesar dos índices de comunidade das campanhas terem sido considerados baixos, as áreas amostradas apresentaram grande riqueza e diversidade de espécies. Deve-se levar em consideração que duas das amostragens foram realizadas na estação de inverno, e Esse fator sazonal incide sobre os parâmetros de comunidade.

A diversidade encontrada demonstra Esse potencial, já que foram capturadas uma grande variedade de grupos de invertebrados. Portanto, os resultados foram considerados satisfatórios, e estão dentro do esperado para o período sazonal.

Com a obra de alimentação das praias (Central, Caieiras e Prainha) prevê-se pouca influência para as comunidades das áreas adjacentes ao empreendimento, incluindo os pontos amostrais que se localizam dentro da área diretamente afetada.

Em relação às áreas amostradas, prevê-se pouca influência das atividades do empreendimento sobre as comunidades de invertebrados, em virtude de que as atividades previstas não resultam em alterações diretas na paisagem dos pontos estudados. Apesar da ampla distribuição dos invertebrados, a composição das comunidades é estruturada localmente, principalmente as que ocorrem exclusivamente no solo, em virtude da capacidade de dispersão dEsse grupo de espécies serem determinadas pelos micronichos de uma paisagem. Tendo em vista que são organismos muito pequenos, alterações da paisagem relacionadas a tipos diferentes de espécies de plantas, forma de distribuição das plantas, topografia, tipo de solo, microclima, disponibilidade de água, entre outras, são determinantes na composição e distribuição das espécies na comunidade de invertebrados. Cada espécie atende a um conjunto específico de variáveis ambientais e, dada a diversidade do grupo de invertebrados, é impossível que essas variáveis se reproduzam homogeneamente em uma área muito ampla, resultando na distribuição em mosaico das espécies, a medida em que ocorrem mudanças nas variáveis ambientais ao longo da paisagem.

Portanto, desde que as alterações causadas pelo empreendimento não alterem as paisagens adjacentes, não é previsto impactos significativos para as comunidades de invertebrados presentes nesses locais. Assim, conclui-se que é pouco provável que as comunidades de invertebrados dos pontos amostrados (na AID e área controle) venham a sofrer influência direta do empreendimento.

Cabe ressaltar que trabalhos como este são fundamentais, pois o levantamento de invertebrados nos permite compreender a funcionalidade e a complexidade ecológica desses organismos e suas comunidades (Jouquet; Blanchart; Capowiez, 2014). Muitas dessas áreas amostradas nunca foram inventariadas sendo, portanto, um estudo de extrema relevância do ponto de vista do conhecimento da fauna regional. Esse entendimento é fundamental para o conhecimento dos

ecossistemas nos quais estes organismos estão inseridos funcionando como bioindicadores (Gibb; Hochuli, 2002; Finnamore, 1996).

Portanto, estudos como este são extremamente relevantes para a ciência e também para a sociedade, pois, os dados podem ser utilizados como ferramentas de preservação no estabelecimento de diretrizes para nortear o avanço antrópico sobre os sistemas naturais e estabelecer planos de conservação.

3.2.2.2. Herpetofauna

A herpetofauna compreende répteis e anfíbios mesmo sendo considerados dois grupos parafiléticos (compartilham um ancestral em comum, mas não incluem todos os táxons descendentes) (Uetz, 2021).

Na classe Reptilia (os répteis como são comumente conhecidos) possuem 12.162 espécies no mundo, destacam-se cinco ordens: lagartos, serpentes, jacarés, quelônios e anfisbenas (Uetz, 2021). Os répteis estão presentes em praticamente todos os ecossistemas do Brasil e, devido à sua ectotermia (necessidade de fontes externas para aquecer o próprio corpo e cumprir as necessidades vitais), são particularmente mais diversos e numerosos nas regiões mais quentes do país (Uetz, 2021).

O Brasil possui a terceira maior diversidade de répteis do mundo, ficando atrás do México e da Austrália. O país abriga um total de 856 espécies deste táxon, das quais 435 são serpentes, 295 são lagartos, 81 são anfisbenas, 39 são quelônios e seis são crocodilianos (Guedes; Entiauspe-Neto; Costa, 2023).

Os anfíbios são também um grupo ectotérmico, porém com aspectos de vida que os diferenciam dos répteis, o ciclo de vida desse grupo se divide em duas fases, uma aquática e outra terrestre. Embora haja exceções, essas características vitais delimitam o habitat deste táxon (Frost, 2024).

Na classe Amphibia, que possui 8.744 espécies (Frost, 2024), são compreendidas três ordens: os anuros (sapos, rãs e pererecas), as cecílias e os caudatas ou salamandras. O Brasil abriga a maior diversidade de espécies de anfíbios em todo o mundo, com um registro de 1.188 espécies. Dentre essas, 1.144 pertencem ao grupo dos anuros, 39 cecílias, também conhecidas como "cobras-cegas" e cinco espécies de salamandras (Segalla *et al*., 2021).

Referente à herpetofauna do estado do Paraná, esta possui informações pontuais e dispersas referentes à diversidade, com 138 anfíbios e 173 espécies de répteis (Decreto n° 6040 de 2024). A diversidade destes grupos na Mata Atlântica do estado do Paraná é considerada incipiente e restrita aos municípios de Morretes (Armstrong; Conte, 2010) e Guaraqueçaba (Garey; Hartmann, 2012; Santos-Pereira *et al*., 2016). A região litorânea é considerada a mais rica do estado tratando-se de anfíbios e com alto potencial de registro de novas espécies (Langone; Segalla, 1996; Pombal; Bastos, 1998; Ribeiro *et al*., 2005; Alves *et al*., 2006; Garey; Hartmann, 2012).

O presente estudo de impacto ambiental (EIA) é composto por três campanhas amostrais de dez dias cada, realizadas no extremo sul do litoral do Paraná, mais especificamente na cidade de Guaratuba e Caiobá, e visa diagnosticar a herpetofauna que habita área de influência direta do empreendimento.

3.2.2.2.1. Materiais e Métodos

Para amostrar a herpetofauna do presente diagnóstico, foram utilizadas metodologias específicas para os anfíbios e répteis. Essas metodologias serviram para obtenção de dados primários, enquanto, para os dados secundários foram realizadas pesquisas bibliográficas.

A nomenclatura utilizada para anfíbios foi baseada em Segalla *et al* (2021) e para os répteis Guedes; Entiauspe-Neto; Costa (2023).

Quanto às espécies ameaçadas, foram consultadas as seguintes listas: Lista das espécies de fauna ameaçadas de extinção do estado do Paraná (Decreto n°6040, 2024), Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (PORTARIA Nº - 148/2022) e Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas da União Internacional para Conservação da Natureza, International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2024).

A amostragem para o presente estudo da herpetofauna ocorreu em três campanhas realizadas no inverno de 2023 (11 a 20 de setembro), inverno de 2024 (02 a 11 de setembro) e primavera de 2024 (10 a 20 de dezembro) com duração de dez dias cada.

As áreas amostrais encontram-se restritas a um fragmento de Mata Atlântica circundado por habitações humanas, localizado na Área de Influência Direta (AID) do

empreendimento. Considerando as características da Área Diretamente Afetada (ADA), como a ausência predominante de vegetação nativa (restinga e remanescentes florestais) e a presença de altos níveis de salinidade, este ambiente não apresenta condições ecológicas adequadas para o estabelecimento e desenvolvimento de populações de répteis e anfíbios. Essas condições adversas limitam a disponibilidade de micro-habitats adequados, fontes de alimento e refúgio, fatores essenciais para a manutenção da biodiversidade desses grupos taxonômicos.

a) Dados Secundários

O Paraná possui diversos trabalhos que compilam listas de répteis e anfíbios, porém faltam dados para estipular uma lista de espécies do litoral sul e região, fato já constatado na elaboração do Plano de Manejo do PARNA de Superagui (Paraná, 2020). A presente lista foi elaborada a partir de um levantamento bibliográfico de estudos do litoral norte e região (Armstrong; Conte, 2010; Garey; Hartmann, 2012; Santos-Pereira *et al*., 2016; Leivas; Leivas; Campião, 2018) além de trabalhos que englobam o litoral norte de Santa Catarina (Monteiro; Cremer, 2021) e estudos que englobam regiões mais amplas (Haddad, 2008). Pelo contínuo formado desde o litoral norte de Santa Catarina até o litoral norte do Paraná e sul de São Paulo é de conhecimento amplo que as listas de herpetofauna destas regiões compartilham grande parte dos táxons, sendo assim é possível elaborar uma lista de provável ocorrência mesmo sem o auxílio de trabalhos prévios na região.

b) Dados Primários

A seguir estão descritos os métodos utilizados para a amostragem da herpetofauna: Busca Ativa (BA) e Ponto de Escuta (PE).

- Busca Ativa – BA

A Busca Ativa (BA) consiste em uma caminhada à procura da herpetofauna através de trilhas e transectos pré-determinados nos ambientes a serem amostrados. O foco durante essa procura são os locais utilizados como possíveis refúgios da fauna

de anfíbios e répteis (locais utilizados para a realização da termorregulação ou descanso)(FIGURA 151). São levantadas rochas e pedras, troncos em decomposição, materiais oriundos da antropização (portas, compensados e materiais de construção). Além da observação em alguns ambientes artificiais, a Busca Ativa é mais concentrada em ambientes naturais, como por exemplo, em vegetação de bordas de corpos d'água e borda e interior de floresta.

A BA relata a ocorrência, tanto de indivíduos de anfíbios quanto de répteis. Portanto, o esforço amostral deve ser distribuído tanto na parte do dia quanto na noite, pois o horário de atividade difere para cada classe e também para cada espécie dentro das famílias.

O método é comum de ser utilizado para o encontro de representantes da classe Amphibia e Reptilia no período noturno, no qual registra machos de anuros em atividade de vocalização e forrageamento e serpentes em atividade de caça como por exemplo os Viperídeos, bem como registrar espécies diurnas repousando sobre a vegetação. Para os répteis a BA durante o dia é uma importante ferramenta, uma vez que encontra os indivíduos termorregulando durante os períodos mais quentes ou indivíduos ativos com hábitos diurnos, como a maioria dos lagartos.

Considerando esses fatores, o esforço amostral para este método resultou em 4 horas durante o período matutino (das 08 h às 12 h) e 4 horas no período noturno (das 17 h às 21 h), durante dez dias de amostragem, o que totalizou 80 horas de Busca Ativa por campanha amostral e 240 horas de amostragem após as três campanhas de dez dias a cada localização dos transectos de Busca Ativa estão demonstrados na FIGURA 154.

FIGURA 151 – MÉTODO BUSCA ATIVA: A) PROCURA DE INDIVÍDUOS DA HERPETOFAUNA EM BROMÉLIA DURANTE A CAMPANHA DE INVERNO DE 2023; B) BUSCA ATIVA EM BROMÉLIA DURANTE A CAMPANHA DE INVERNO DE 2024; C) TRANSECTO DE BUSCA ATIVA EM INTERIOR DE FLORESTA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Armadilha de Intercepção e Queda (Pitfall) – PT

As Armadilhas de Interceptação e Queda (*Pitfall*) – PT (FIGURA 152) consistem em baldes de 60 litros enterrados no solo e interligados por lonas denominadas cercas-guia. O número de baldes varia dependendo da estrutura do terreno. Cada conjunto de baldes é denominado “Bateria” e quando um pequeno animal se depara com a cerca-guia, geralmente a acompanha, até eventualmente cair no balde mais próximo. Dentro dos baldes são dispostos pedaços de isopor para auxiliar o espécime na flutuação e sobrevivência até a chegada do pesquisador. Essas armadilhas são amplamente utilizadas para a amostragem de anfíbios, répteis, além de pequenos mamíferos (Mengak; Guynn, 1987). Uma das vantagens do método é o aumento do esforço amostral e a captura de animais que raramente são avistados através dos métodos tradicionais que envolvem a procura (Campbell; Christman, 1982). Foram instaladas duas baterias de três baldes cada, uma na área denominada controle e outra na AID da orla de Guaratuba (onde será realizada a recuperação). A localização geográfica das *Pitfalls* instaladas está descrita na FIGURA 154.

FIGURA 152 – *PITFALL* INSTALADA NA AID DO EMPREENDIMENTO



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Pontos de Escuta (PE) (“Survey at Breeding Site”; Adaptadode Scoot Jr. & Woodward, 1994)
-

Esta metodologia é uma adaptação de Scott Jr. e Woodward (1994) que consiste em selecionar pontos de escuta no período noturno, ao longo dos corpos d’água (e.g. poças temporárias, lagoas, brejos, córregos, interior de floresta, etc.), onde geralmente grupos de anfíbios se agregam para reproduzirem.

Para a maioria das espécies de anuros, não é possível uma contagem precisa do número de indivíduos vocalizando. Isso porque muitos machos vocalizam ao mesmo tempo (coro) ou porque vocalizam muito próximos uns dos outros. No presente estudo, foram empregadas as seguintes categorias de vocalização modificadas de Lips *et al*. (2001):

- 0 – nenhum indivíduo da espécie vocalizando;
- 1 – número de indivíduos vocalizando estimável entre 1-5;
- 2 – número de indivíduos vocalizando estimável entre 6-10;
- 3 – número de indivíduos vocalizando estimável entre 11-20; e
- 4 – formação de coro em que as vocalizações individuais são indistinguíveis e não se pode estimar o número de indivíduos (>20).

Assim, para estimar a abundância dos anfíbios foi extrapolado o valor máximo de cada categoria amostral.

Nesse diagnóstico foram selecionados cinco Pontos de Escuta (PE) ao longo da malha amostral (quatro pontos de escuta na AID do empreendimento e um PE na área controle) - FIGURA 153 e FIGURA 154. Os pontos de escuta foram complementados com as Buscas Ativas noturnas afim de registrar visualmente algum indivíduo que não foi registrado vocalizando.

O pesquisador permaneceu cerca de 60 minutos em cada ponto contabilizando os machos anuros em atividade de vocalização durante duas vezes em cada período amostral, resultando em 600 minutos de amostragem nos pontos de escuta em cada campanha e 1.800 minutos de esforço após as três campanhas amostrais.

FIGURA 153 – REGISTROS DE ALGUMAS FISIONOMIAS ONDE FORAM EFETUADOS OS PONTOS DE ESCUTA



Legenda: A) Área alagadiça; B) Córrego lótico Perene; C) Ponto de Escuta em borda de mata; D) Pesquisador efetuando ponto de Escuta e procura em área alagadiça na borda de estrada.
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

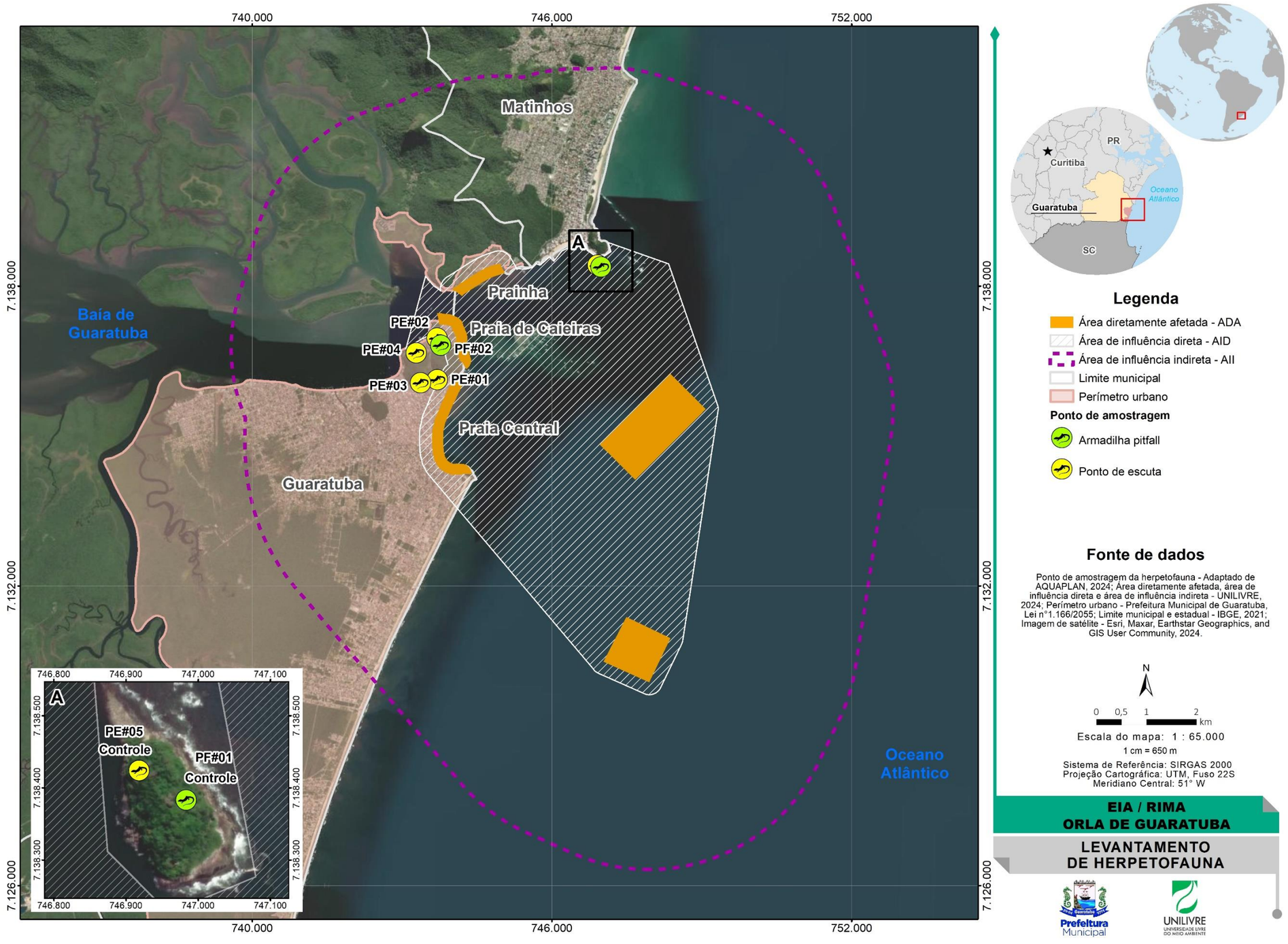
As coordenadas UTM e a localização dos PE estão apresentados na TABELA 21.

TABELA 21 – COORDENADAS UTM DOS PONTOS DE ESCUTA REALIZADOS NO PRESENTE ESTUDO

Ponto	Coordenadas UTM (SIRGAS/22J)	
PE1	743712	7136116
PE2	743731	7136932
PE3	743396	7135815
PE4	743338	7136697
PE5	746747	7138800

Fonte: ACQUAPLAN, 2025.

FIGURA 154 – LOCALIZAÇÃO DOS TRANSECTOS DE BUSCA ATIVA E DOS PONTOS DE ESCUTA REALIZADOS DURANTE AS TRÊS CAMPANHAS (SET/2023 E 2024 – INVERNO E DE/2024 - VERÃO) DO PRESENTE DIAGNÓSTICO



- Análise dos Dados

Após a execução das três campanhas de dez dias, a análise de dados foi realizada qualitativa e quantitativamente.

3.2.2.2.2. Resultados e Discussão

Através do levantamento bibliográfico, aproximadamente 65 espécies de anfíbios podem ocorrer na região que compreende o presente estudo (ANEXO C). Apesar dos estudos referentes à herpetofauna especificamente na região do presente diagnóstico serem escassos, os levantamentos referentes à fauna de provável ocorrência já servem de subsídio para estipular uma biodiversidade esperada.

Destas 65 espécies de potencial ocorrência para a região, nenhuma se enquadra nas categorias de ameaça estadual, nacional e global.

No ANEXO C estão apresentadas as espécies de anfíbios de provável ocorrência para a região, assim como as espécies registradas durante as amostragens *in loco* nas áreas do presente estudo.

Quanto aos répteis, nas bibliografias utilizadas, 64 espécies de possível ocorrência foram levantados para a região e suas proximidades (ANEXO D) das quais, nenhuma encontra-se ameaçada de extinção a nível estadual, nacional e global.

No ANEXO D são apresentadas as espécies de répteis de provável ocorrência para a região de estudo e as espécies registradas durante as três campanhas.

Após a realização das três campanhas amostrais realizadas, foram registradas 22 espécies representantes da herpetofauna, sendo 16 anfíbios e seis répteis. Os registros foram efetuados através das metodologias Busca Ativa (BA) e Ponto de Escuta (PE). Alguns destes registros que propiciaram o encontro e possível registro fotográfico estão demonstrados nas FIGURA 155 e FIGURA 156 referentes aos anfíbios e aos répteis, respectivamente.

FIGURA 155 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DA OCORRÊNCIA DE ANFÍBIOS NA ÁREA DE ESTUDO



Legenda: A) *Dendropsophus minutus* no PE 01 em setembro/2023; B) *Rhinella ornata* registrada durante a BA em setembro/2023; C) *Dendropsophus microps* registrado no PE 02 durante a campanha de setembro/2024; D) *Scinax perereca* registrada durante o PE 02 na campanha de setembro/2024.
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 156 –RÉPTEIS REGISTRADOS E CAPTURADOS NA CAMPANHA 1 E 3 NA ÁREA DE ESTUDO



Legenda: A) *Erythrolamprus miliaris*; B) *Dipsas neuwiedi*; C) *Leposternon microcephalum*; D) *Dipsas variegata*; E) *Bothrops jararaca*.
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Nenhuma dessas espécies registradas consta na lista de espécies da fauna ameaçadas a nível estadual (Decreto n°6040/2024), nacional (PORTARIA Nº - 148/2022) ou global (IUCN, 2024).

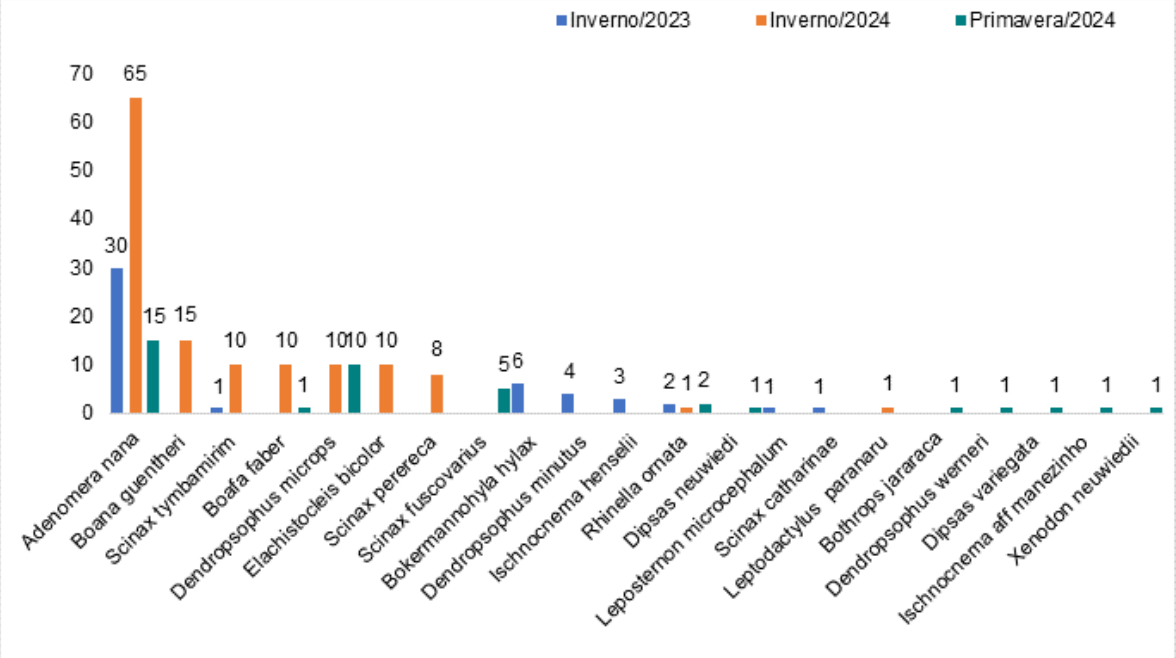
Após as três campanhas efetuadas foi possível registrar 22 espécies da herpetofauna nas quais representam seis famílias: Brachycephalidae (n=2), Bufonidae

(n=1), Hylidae (n=10), Leptodactylidae (n=2) e Microhylidae (n= 1) para os anfíbios e Dipsadidae (n= 4), Amphisbaenidae (n= 1) e Viperidae (n= 1) para os répteis.

As espécies registradas conforme sua abundância foram, respectivamente: *Adenomera nana* (n= 110), *Dendropsophus microps* (n= 20), *Boana guentheri* (n= 15), *Scinax tymbamirim* (n= 11), *Boafa faber* (n= 11), *Elachistocleis bicolor* (n= 10), *Scinax perereca* (n= 8), *Bokermannohyla hylax* (n= 6), *Rhinella ornata* (n= 5), *Scinax fuscovarius* (n= 5), *Dendropsophus minutus* (n= 4), *Ischnocnema henselii* (n= 3), *Erythrolamprus miliaris* (n= 2), *Scinax catharinae* (n= 1), *Leptodactylus paranaru* (n= 1), *Dipsas neuwiedi* (n= 1), *Leposternon microcephalum* (n= 1), *Bothrops jararaca* (n= 1), *Dendropsophus werneri* (n= 1), *Dipsas variegata* (n= 1), *Ischnocnema aff manezinho* (n= 1), , *Xenodon neuwiedii* (n= 1) (FIGURA 157).

As únicas espécies registradas nas três campanhas foram *Adenomera nana* e *Rhinella ornata*. Já as espécies registradas exclusivamente pela metodologia busca ativa (BA) foram as seis espécies de répteis e os anfíbios *Scinax catharinae* e *Elachistocleis bicolor*. Os anfíbios *Ischnocnema henselii* e *Rhinella ornata* foram registrados tanto na busca ativa quanto durante os pontos de escuta e todas as outras espécies de anfíbio foram restritas à metodologia PE.

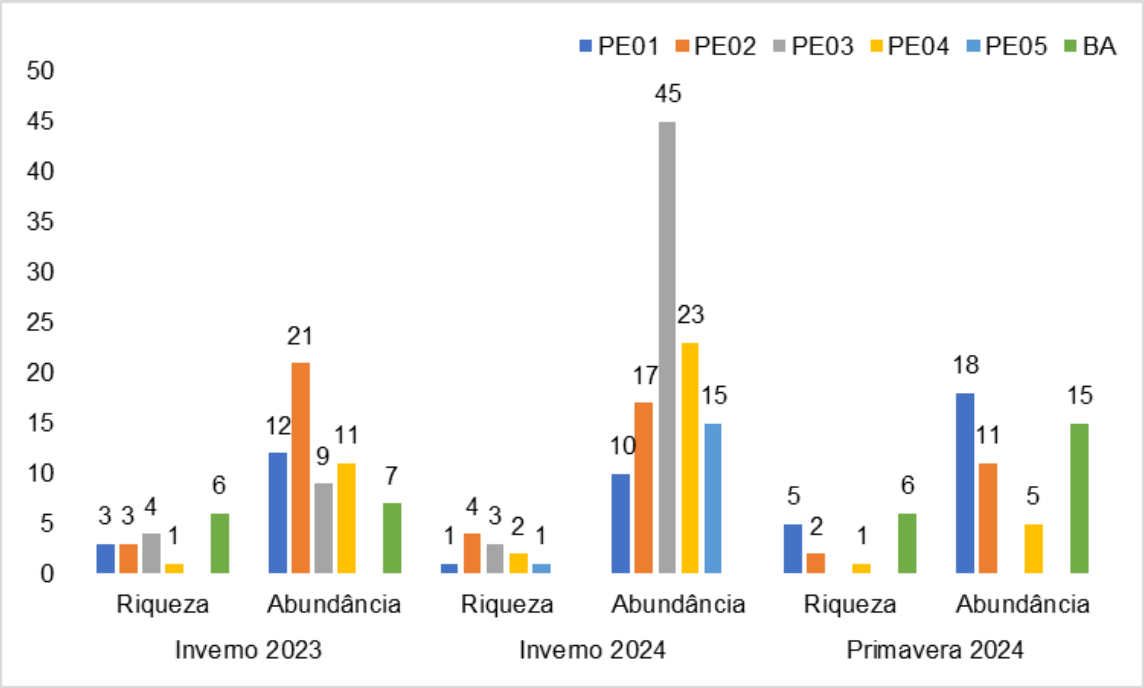
FIGURA 157 – ABUNDÂNCIA POR ESPÉCIE EM CADA CAMPANHA AMOSTRAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Referente aos cinco pontos de escuta efetuados durante as três campanhas amostrais (inverno de 2023, inverno de 2024 e primavera de 2024) pôde-se identificar uma diferença na riqueza e abundância, conforme demonstra a FIGURA 158.

FIGURA 158 – RIQUEZA E ABUNDÂNCIA POR PONTO DE ESCUTA (PE) EFETUADO NAS TRÊS CAMPANHAS AMOSTRAIS



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Na TABELA 22 e TABELA 23 estão os índices de diversidade referentes às campanhas amostrais de 2023 e 2024 e os índices referentes aos cinco pontos de escuta executados durante as três campanhas.

É possível observar o maior valor para o índice de Shannon na campanha da primavera de 2024 (H'= 1,93). Já o maior valor de dominância ficou com a campanha de inverno de 2024 (D= 0,38) onde algumas poucas espécies dominaram as amostragens resultando em uma menor diversidade. Conforme observado nos valores, a equitabilidade dentre os três períodos não diferiu significativamente.

Já referente à análise entre os pontos de escuta, observou-se os pontos PE2 e PE3 com os maiores valores de shannon, H'= 1,5. O maior valor de dominância (D= 1) e o menor valor de equitabilidade (J= 0), assim como o shannon (H'= 0) ficou com o PE5 (ponto controle) representado pela área controle, onde foi registrada apenas uma espécie de anfíbio vocalizando.

TABELA 22 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE ENTRE AS ESTAÇÕES AMOSTRAIS APÓS AS TRÊS CAMPANHAS PARA O PRESENTE ESTUDO

Índices	Inverno 2023	Inverno 2024	Primavera 2024
Riqueza	11	7	12
Abundância	60	110	49
Dominance_D	0,29	0,38	0,192
Shannon_H	1,66	1,29	1,93
Equitability_J	0,69	0,66	0,776

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

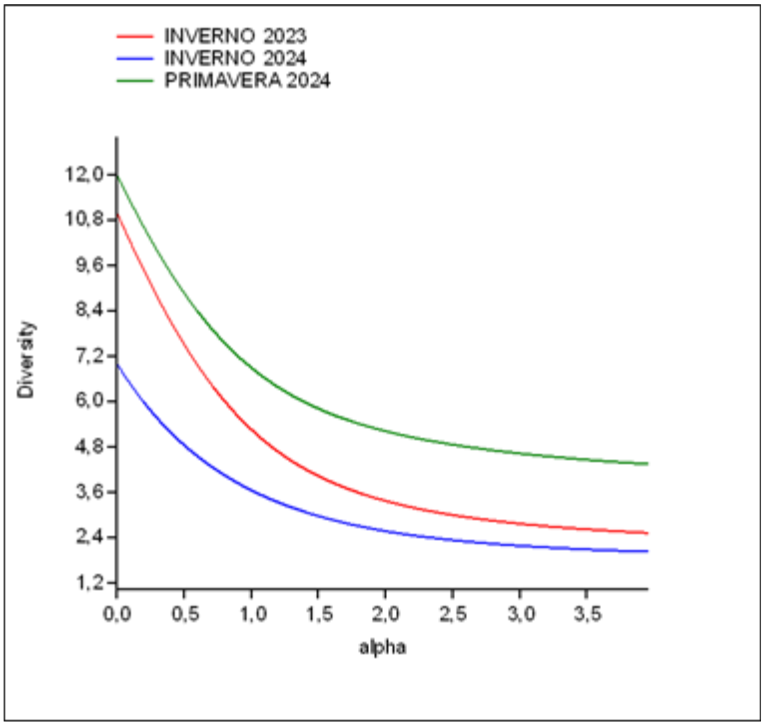
TABELA 23 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE ENTRE OS CINCO PONTOS DE ESCUTA (PE) APÓS AS TRÊS CAMPANHAS AMOSTRAIS PARA O PRESENTE ESTUDO

Índices	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5
Riqueza	8	8	6	3	1
Abundância	40	49	54	39	15
Dominance_D	0,331	0,262	0,259	0,812	1
Shannon_H	1,414	1,565	1,5	0,388	0
Equitability_J	0,68	0,752	0,837	0,353	0

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

A FIGURA 159 apresenta os perfis de diversidade das três campanhas amostrais, no qual fornece uma análise detalhada das comunidades ao comparar a riqueza de espécies, equitabilidade e dominância entre as campanhas. Essa abordagem é complementada pelos índices de diversidade apresentados na TABELA 22. Os resultados indicam que, apesar de apresentar a menor abundância, a campanha realizada na primavera de 2024 (linha verde) destaca-se por possuir a maior riqueza de espécies, maior equitabilidade e, consequentemente, a menor dominância. Além disso, o fato de as curvas do gráfico não se cruzarem reflete diferenças consistentes nos aspectos de diversidade entre as campanhas. As campanhas realizadas no inverno (campanhas 1 e 2) apresentaram menor diversidade, um padrão esperado para a herpetofauna, dado o efeito das condições sazonais sobre a atividade e detecção desses organismos.

FIGURA 159 – PERFIL DE DIVERSIDADE PARA AS TRÊS CAMPANHAS AMOSTRAIS DO PRESENTE ESTUDO



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

As áreas amostradas são formadas por um fragmento de floresta rodeado por áreas antropizadas próximas a faixa litorânea. Apesar da forte taxa de habitação da faixa de praia, onde a ADA está estabelecida, existem muitos remanescentes nas proximidades das áreas amostradas que representam áreas altamente preservados de Mata Atlântica ou áreas de mata contínua como o Parque Nacional Saint Hilaire, consequentemente com alto potencial para abrigar espécies com importância para conservação. Apesar da inexistência de áreas com potencial para estabelecer populações de répteis e anfíbios na ADA, as amostragens para este grupo nas áreas de influência contribuem para o entendimento da diversidade de populações e espécies de répteis e anfíbios nas áreas adjacentes ao empreendimento.

Como enfatizado pelo Plano de Manejo do PARNA de Superagui (Paraná 2020), a região do litoral sul paranaense é deficitária de publicações referentes à herpetofauna, mesmo assim é conhecido seu potencial para comportar espécies de potencial conservadorista, assim como comporta uma das maiores riquezas do estado, com espécies endêmicas (Langone; Segalla, 1996; Pombal; Bastos, 1998; Ribeiro *et al*., 2005; Alves *et al*., 2006; Garey; Hartmann, 2012).

No litoral norte do estado do Paraná, mais especificamente nas cidades de Antonina, Guaraqueçaba e Morretes, Leivas; Leivas; Campião (2018) registraram,

através de um levantamento bibliográfico, em coleções científicas e esforço amostral em campo, 43, 61 e 67 espécies, respectivamente. Tais diversidades demonstram o potencial de fragmentos conservados de Mata Atlântica, considerado o bioma mais rico do país, referente a diversidade de anuros. Também na cidade de Morretes, Armstrong; Conte (2010) estudando uma taxocenose de anfíbios, registraram 32 espécies pertencentes a dez famílias e exaltaram a necessidade de programas voltados a conservação para manter a biodiversidade de anuros na região.

Também no litoral norte, na Reserva Natural Salto Morato, Santos-Pereira *et al*. (2016), registraram 40 espécies de anfíbios em oito incursões de oito a dez dias de campo. A reserva possui regiões de altitude, assim como áreas de baixada e representa mais de um terço da diversidade de anfíbios de todo estado do Paraná. Neste trabalho foram registradas mais de 90% das espécies endêmicas da Mata Atlântica.

Alguns autores já relataram a importância da APA de Guaratuba e região para a conservação de anfíbios a mais de uma década (Lingnau, 2004; Haddad; Abe, 1999), porém, a realidade na busca por informação sobre este táxon continua incipiente com poucos trabalhos executados, principalmente no litoral sul do estado, onde está inserida a área de estudo do Projeto de Recuperação da Orla de Guaratuba.

Os estudos previamente mencionados desempenham um papel fundamental para ampliar o conhecimento sobre a diversidade de anfíbios e répteis na região, especialmente no litoral sul do Paraná. No entanto, devido à antropização das áreas amostradas no presente estudo e à baixa ocorrência de herpetofauna na fitofisionomia da Área de Influência Direta (AID), os dados obtidos nessas pesquisas e os resultados das amostragens deste Estudo de Impacto Ambiental (EIA) não são diretamente comparáveis. Ainda assim, os resultados das três campanhas realizadas fornecem informações relevantes sobre a distribuição dos táxons ao longo dos gradientes ambientais e constituem uma base valiosa para futuros estudos.

A seguir uma breve descrição da biologia das espécies de répteis e anfíbios registradas durante as campanhas do presente diagnóstico da herpetofauna:

- *Boana faber* (Wied-Neuwied, 1821) – sapo-martelo- podendo também ser encontrada em áreas abertas é principalmente avistada vocalizando em florestas próximas de corpos d’água. Espécie de porte grande que se alimenta de vertebrados como outras espécies de anfíbios menores. Seu período reprodutivo é durante as

chuvas e sua vocalização lembra um martelo batendo em uma bigorna, som que originou seu nome comum (Silveira, 2018). Foram registrados aproximadamente dez indivíduos vocalizando durante a campanha de 2023 no PE2 e um indivíduo vocalizando no PE1 durante a campanha de primavera de 2024.

- *Boana guentheri* (Boulenger, 1886) – perereca - trata-se de uma perereca arborícola de porte médio ocorrendo em áreas abertas e florestadas, tem sua distribuição mais comum ao sul do Brasil e seu limite norte é conhecido na literatura como a divisa dos estados de Santa Catarina e Paraná (Toledo *et al*., 2021), sendo o presente registro sua localização mais setentrional. Uma população foi registrada vocalizando na campanha de inverno de 2024 no PE3.

- *Dendropsophus microps* (Peter, 1872) – pererequinha-do-brejo - Perereca de porte pequeno, arborícola ocorrendo em bordas e interior de floresta, durante o período reprodutivo os machos ficam em uma coloração amarela, ocorre desde a Bahia até o Rio Grande do Sul (Toledo *et al*., 2021). Foi registrada uma população em atividade reprodutiva no inverno de 2024 no PE2 e uma população vocalizando no PE1 na primavera de 2024.

- *Scinax perereca* (Pombal, Haddad e Kasahara, 1995) – perereca - Perereca de porte médio ocorrendo tanto em áreas abertas quanto em áreas florestadas. Ocorre de São Paulo até o Rio Grande do Sul (Toledo *et al*., 2021). É comumente confundida com as espécies *Scinax fuscovarius* e *Scinax granulatus* sendo diferenciadas principalmente pela vocalização. Foram registrados indivíduos vocalizando durante o inverno de 2024 no PE2 e no PE4.

- *Leptodactylus paranaru* (Magalhães *et al*. 2020) – rã-manteiga - Espécie que foi recentemente separada do táxon *Leptodactylus latrans* visto que *Leptodactylus paranaru* ficou restrita às regiões litorâneas. Espécie de porte médio a grande podendo ser registrada em áreas abertas ou florestadas (Toledo *et al*., 2021). Foi registrado um espécime durante a campanha de inverno de 2024 no PE2.

- *Scinax catharinae* (Boulenger, 1888) – pererequinha – Espécie arborícola de porte médio podendo habitar brejos, poças e afins, assim como regiões de floresta, endêmica da Mata Atlântica ocorre do Paraná ao Rio Grande do Sul (Toledo *et al*., 2021). Um indivíduo foi registrado durante busca ativa (vocalização) na AID do empreendimento na campanha de setembro de 2023.

- *Scinax tymbamirim* (Nunes, Kwet e Pombal, 2012) – perereca-telefone – Perereca de comum encontro ocorrendo tanto em áreas abertas, brejos e lagos como em regiões florestadas, pode também ser associada às áreas antropizadas (Toledo *et al*., 2021). Foi uma das espécies registradas durante as duas campanhas amostrais, sendo observada vocalizando no PE1 durante a campanha de 2023 e aproximadamente dez indivíduos vocalizando no PE3 durante a campanha de inverno de 2024.

- *Rhinella ornata* (SPIX, 1824) – sapo-cururu - Dentre as espécies do gênero, esta é mais comumente associada a regiões de mata mais preservada, não sendo registrada em áreas abertas e antropizadas. De agosto a setembro migram para açudes e áreas alagadas para a reprodução, momento que aumenta sua predação (Instituto Rã-Bugio, 2021). Espécie registrada nas três campanhas amostrais, sendo dois espécimes registrados durante busca ativa na AID durante a campanha de 2023 e um espécime registrado vocalizando durante o PE2 na campanha de inverno de 2024, na primavera de 2024 foram registrados indivíduos na BA e vocalizando no PE1.

- *Ischnocnema henselii* (Peters, 1872) – rã-da-floresta. Espécie da família Brachycephalidae, possui hábitos florestais e habita serapilheira depositando ovos nas folhas e troncos que formam pequenos micro-habitats. É uma espécie com desenvolvimento direto onde não ocorre a fase de girino aquático, as rãs já nascem diretamente do ovo na forma adulta (Instituto Rã-Bugio, 2021). Durante a campanha de 2023 foi registrada tanto pela busca ativa na AID quanto vocalizando no PE3.

- *Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) – Perereca-ampulheta – Espécie com ampla distribuição não sendo endêmica da Mata Atlântica, possui este nome comum devido à ampulheta desenhada no dorso dos indivíduos. Possui reprodução durante o ano todo e não possui preferência por habitat, ocorrendo desde o mais preservado até os ambientes mais alterados (Instituto Rã-Bugio, 2021). Durante a campanha de 2023 foi registrada em atividade de vocalização nos pontos PE1, PE3 e PE4.

- *Adenomera nana* (Steindachner, 1867) – rãzinha piadeira – Gênero associado a ambientes preservados utilizando a serapilheira para reprodução e forrageamento. É associada à ambientes preservados com o solo da mata sem alterações, já foi anteriormente incluso dentro do gênero *Leptodactylus* sp e hoje se trata de um complexo de espécies (Instituto Rã-Bugio, 2021). Espécie registrada nas três

campanhas amostrais, a espécie mais abundante do estudo registrada em todos os PEs.

- *Bokermannohyla hylax* (Cope, 1871) - perereca-do-riacho – Espécie endêmica da Mata Atlântica que possui peculiaridades nos seus modos reprodutivos, colocando os ovos envoltos em uma camada de gel em banhados, os girinos nascem e se desenvolvem nesses ambientes e qualquer ameaça e alteração pode apresentar um risco ao desenvolvimento da população (Toledo *et al*., 2021). Espécie dificilmente registrada por vocalização pela baixa frequência do canto. Foram registrados indivíduos vocalizando nos pontos PE2 e PE3 durante a campanha de setembro de 2023.

- *Dendropsophus werneri* (Cochran, 1952) – pererequinha - anfíbio de porte pequeno da família Hylidae. Possui hábitos arborícolas e frequenta áreas abertas, poças brejos ou lagos sendo endêmica da Mata Atlântica (Toledo, 2021). Foi registrado um indivíduo no PE1 da campanha de primavera de 2024.

- *Elachistocleis bicolor* (Valenciennes in Guérin-Menéville, 1838) – sapo-guardinha - espécie associada a áreas abertas e ativa após altas pluviosidades. Da família Microhylidae, não é endêmica do bioma e possui preferência por poças, brejos e lagos (Toledo, 2021). Indivíduos foram registrados vocalizando durante busca ativa na AID na campanha de primavera de 2024.

- *Ischnocnema aff manezinho* – rã-do-folhiço – espécie associada a ambientes florestais e ao folhiço da floresta, sendo de importância bioindicadora. Ainda não está descrita, porém possui afinidade com a espécie *Ischnocnema manezinho* na qual é considerada um complexo de novas espécies (Toledo, 2021). Foi registrado um indivíduo vocalizando no PE2 durante a campanha de primavera de 2024.

- *Scinax fuscovarius* (A. Lutz, 1925) – perereca-de-banheiro – espécie amplamente distribuída no território brasileiro, de porte médio e habitante de áreas tanto preservadas quanto antropizadas, tendo preferência por áreas abertas (Toledo, 2021). Uma população foi registrada no PE1 durante a primavera de 2024.

- *Dipsas neuwiedi* (Ihering, 1911) – dormideira – Espécie endêmica da Mata Atlântica, possui hábitos terrestres deslocando-se sob serapilheira em busca de lesmas (item principal de sua alimentação). É comumente encontrada em regiões modificadas como hortas e plantações em busca destas lesmas e sua principal ameaça é ser confundida com serpentes do gênero *Bothrops* sp. (Instituto Rã-Bugio,

2021). Foi registrado um espécime durante a busca ativa na área controle durante a campanha de 2023.

- *Erythrolamprus miliaris* (Linnaeus, 1758) – cobra'água – Espécie com distribuição ampla ocorrendo em grande parte da América do Sul não se restringindo à Mata Atlântica. Sua coloração varia bastante ao longo da distribuição ocorrendo em lagos e rios antropizados se alimentando de peixes e anfíbios (Instituto Rã-Bugio, 2021). A distinção das espécies *Erythrolamprus miliaris* e *Erythrolamprus semiaureus* é duvidosa nas áreas de simpatia de ambas, muitas vezes impossibilitando a identificação à nível de espécie. Foi registrado um indivíduo durante busca ativa na AID durante a campanha de 2023 e um indivíduo durante a campanha da primavera de 2024.

- *Leposternon microcephalum* (Wagler In Spix, 1824) – cobra-cega- Com a biologia pouco conhecida, as espécies deste gênero são conhecidamente ovíparas e se alimentam de larvas encontradas nas galerias subterrâneas nas quais elas habitam. Cavam tais galerias com a força da cabeça (Silveira, 2018). Foi registrado um indivíduo durante a campanha de 2023 na busca ativa da área controle.

- *Bothrops jararaca* (Wied, 1824) – Jararaca - espécie de interesse médico da família Viperidae, possui conflito com populações humanas devido à possibilidade de acidentes ofídicos. Associada à ambientes florestais essa espécie também pode ser registrada em áreas antropizadas (Silveira, 2018). Foi registrado um espécime durante chuva na campanha da primavera de 2024.

- *Dipsas variegata* (Duméril, Bibron e Duméril, 1854) – dormideira - espécie dificilmente avistada com poucos registros para os estados de Santa Catarina e Paraná. A família Dipsadidae é inofensiva e pouco se sabe sobre seus aspectos de vida (Silveira, 2018). Foi registrado um indivíduo durante a amostragem da primavera de 2024.

- *Xenodon neuwiedii* (Günther, 1863) – boipeva – espécie da família Dipsadidae é comumente confundida com os viperídeos e consequentemente muita exterminada pelos humanos devido à desinformação (Silveira, 2018). Foi registrado um indivíduo atropelado na estrada durante a campanha de primavera de 2024.

a) Espécies Bioindicadoras

Os bioindicadores, segundo Allaby (1992), são espécies que podem ter uma amplitude estreita a respeito de um ou mais fatores ecológicos, e quando presentes, podem indicar uma condição ambiental particular ou estabelecida. Os bioindicadores, conforme Büchs (2003) devem ter sua taxonomia, ciclo de vida e biologia bem conhecidos e possuir características de ocorrência em diferentes condições ambientais ou serem restritos a certas áreas.

Além disso, devem ser sensíveis às mudanças do ambiente para que possam ser utilizados em monitoramentos das perturbações ambientais. O termo bioindicador pode ser usado em vários contextos, tais como: indicação de alteração de habitats, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão da vegetação, mudanças climáticas e consequentemente degradação dos solos e ecossistemas (McGeoch, 1998).

Já como bioindicadores de ambientes alterados pode-se considerar a ocorrência de espécies com hábitos que acusem que o ambiente natural pode ser diferente daquele observado.

Algumas espécies podem representar importância para conservação, tanto por portarem aspectos de vida particulares, exigindo parâmetros e fatores dependentes de áreas mais preservadas, quanto por serem mais suscetíveis a antropização, assim sua presença pode servir de indícios de perturbação ambiental.

Levando em consideração as áreas amostradas para o presente trabalho e a proximidade destas com florestas contínuas preservadas é importante destacar como bioindicador a presença de táxons associados à fatores que caracterizam remanescentes com importância ecológica. Espécies que reproduzem no solo (serrapilheira) como os gêneros *Ischnocnema* sp., *Adenomera* sp. e *Haddadus binotatus*, espécies que utilizam córregos para a reprodução como *Bokermannohyla* sp. e *Hylodes* sp. e espécies que utilizam bromélias para reprodução como *Fritziana* sp., *Ololygon* sp. e *Dendrophryniscus* sp. são todas importantes bioindicadores. A serapilheira é bastante presente em alguns pontos do fragmento amostrado no presente estudo, já o ambiente lótico e a presença de bromélias foram identificadas nas proximidades do PE03.

Já os bioindicadores que podem auxiliar na identificação de alteração ambiental são aqueles conhecidamente mais associados com áreas abertas como

Scinax tymbamirim e a serpente *Erythrolamprus miliaris*. Esses ambientes foram descritos no PE02, caracterizado por ser um antigo remanescente florestal e atualmente se encontra uma área aberta com acúmulo de água das chuvas.

3.2.2.2.3. Considerações Finais

Após a execução das três campanhas amostrais, os resultados obtidos para anfíbios e répteis deste diagnóstico representam 24,6% e 9,3% das espécies de provável ocorrência, respectivamente.

Muito pouco se conhece sobre as listas de espécies de répteis e anfíbios no sul do Paraná, sendo assim foi necessário buscar referências no norte de Santa Catarina e em coleções científicas.

A ADA do presente estudo já se encontra totalmente alterada, impossibilitando a permanência de populações da herpetofauna, podendo esporadicamente ser encontrado algum exemplar deste grupo. As amostragens foram efetuadas em um remanescente na AID circundado por construções e pavimentação adjacentes à ADA, ou seja, também representado por uma área alterada pelas ações antrópicas.

No Parque Nacional Saint Hilaire, localizado próximo à área de estudo e remanescentes contínuos a ele são consideradas de alto potencial conservadorista devido à baixa taxa de habitação humana (um dos fatores preponderantes para diminuição da biodiversidade) e preservação de suas matas. Além da região ser considerada de importante valor para conservação de anfíbios, a sua proximidade com a área de estudo acaba por possuir um importante papel para comportar a biodiversidade de répteis e anfíbios remanescentes da região. A áreas amostradas não possuem potencial para comportar uma vasta biodiversidade de anuros e répteis, porém este fato é minimizado pela presença próxima dos remanescentes supracitados. As áreas amostrais servem como alternativa para espécies distribuídas em todo o gradiente de ambientes da região, que cumprem com o seu papel de refúgio para a distribuição das espécies ao longo do litoral.

No fragmento onde os pontos de escuta estão distribuídos, assim como a área controle, destaca-se que alguns dos importantes fatores que determinam o grau de preservação de florestas de Mata Atlântica como presença de serapilheira, bromélias e nascentes, estão ausentes ou são poucos representativos. Entretanto, mesmo que

estes ambientes não representem áreas diretamente impactadas pelo futuro empreendimento, acredita-se que a riqueza da diversidade da herpetofauna possa trazer benefícios relacionados aos habitats desta região.

Apesar da região sul do litoral do Paraná ser constantemente citada como um *hotspot* da diversidade de anfíbios, as áreas amostradas no presente estudo não representam tal realidade, uma vez que estão amplamente impactadas pela ação humana, principalmente devido ao isolamento. Destaca-se, desta forma, o baixo grau de impacto direto que as modificações na faixa de praia podem trazer a estes grupos, uma vez que são regiões conhecidamente pouco habitadas por eles.

3.2.2.3. Avifauna

O litoral paranaense possui grande importância na biodiversidade de aves brasileiras, pois está inserido dentro do “centro de endemismo da serra do mar”, que abriga uma vasta quantidade de ambientes e contém organismos que ocorrem estritamente nessa faixa, sendo considerada uma área prioritária e de extrema importância para a fauna (Krul, 2004).

A realização do diagnóstico da diversidade da avifauna é uma etapa fundamental na elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), tendo em vista que os impactos podem afetar direta e indiretamente as espécies presentes nas áreas de intervenção e próximas ao empreendimento. A identificação da biodiversidade, bem como sua distribuição e abundância, garantem uma análise precisa dos impactos ambientais, permitindo a definição de medidas de mitigação, conservação e compensação adequadas. Além disso, as aves, pelo fato de ser um grupo com um grande potencial de locomoção, e por habitarem diferentes ambientes, são consideradas de grande importância como bioindicadores da qualidade ambiental (Almeida, 2010).

Os objetivos do presente diagnóstico da avifauna foram identificar e mapear a diversidade de espécies de aves presentes nas áreas de influência do empreendimento (Recuperação da Orla de Guaratuba – PR) determinando sua abundância, frequência e distribuição. Avaliar o status de conservação, identificar áreas de importância para a conservação da avifauna, identificar a presença de espécies invasoras ou exóticas. Avaliar a variação da composição avifaunística na

área de estudo em diferentes estações climáticas e ambientes estudados também são objetivos deste estudo.

3.2.2.3.1. Materiais e Métodos

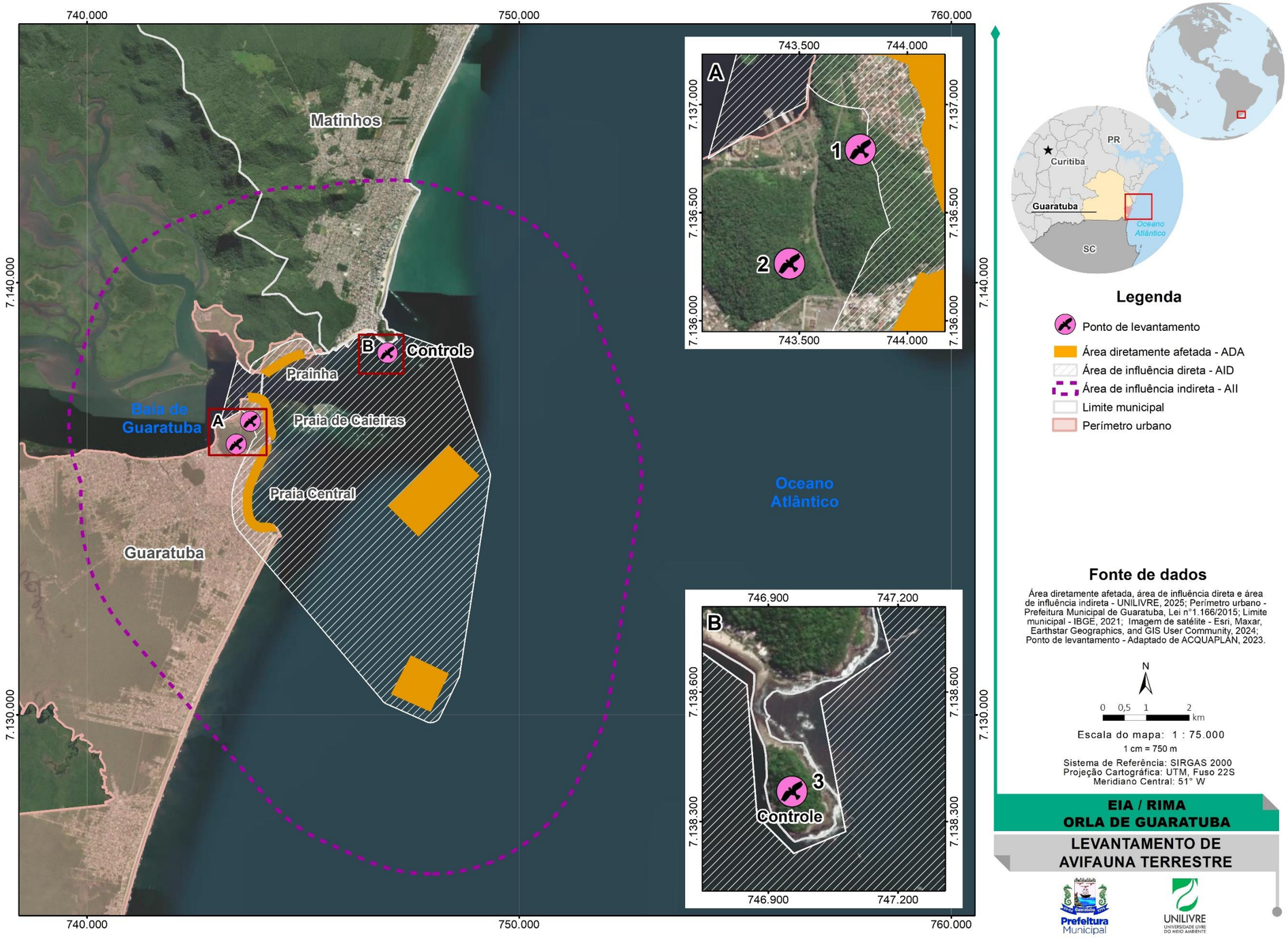
A área a ser destinada para a realização das obras do Projeto de Recuperação da Orla de Guaratuba, está inserida no Município de Guaratuba, localizado no litoral paranaense, apresenta relevo acidentado da Serra do Mar e extensas planícies aluvionares fluviais, apresentando ambientes florestais típicos do bioma mata atlântica, como a floresta ombrófila densa e manguezais (FIGURA 160). Área Diretamente Afetada compreende as três praias de estudo onde serão realizadas as obras de Recuperação da Orla de Guaratuba (Praia Central, Caieiras e Prainha). A Área de Influência Direta é delimitada no meio terrestre, pelas bacias hidrográficas que englobam as praias do estudo (Central, Caieiras e Prainha) e delimitadas pelo Instituto Água e Terra (IAT) (Área de Contribuição Direta). No meio aquático foi adotado um raio de 3,5 km, compreendendo, portanto, o entorno direto do empreendimento, onde irão ocorrer os impactos diretos das obras (FIGURA 161).

FIGURA 160– AMBIENTES VISITADOS PARA A AMOSTRAGEM DA AVIFAUNA TERRESTRE FLORESTAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 161 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DOS PONTOS DE CONTAGEM EM RAIO FIXO PARA AS AMOSTRAGENS DE AVIFAUNA TERRESTRE FLORESTAL – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR



a) Dados Secundários

Para elaborar a lista de espécies com provável ocorrência na área de estudo, foram utilizados dados secundários adquiridos através de consultas bibliográficas na literatura técnica e científica disponível (Moraes; Krul, 1995, Mestre; Krul; Moraes, 2007; Pelanda, 2007) e em banco de dados proveniente de ciência-cidadã em um raio de 50 km da área diretamente afetada (Wikiaves, 2024). As espécies pertencentes a ordens de aves estritamente aquáticas foram excluídas da lista, a fim de contemplar apenas espécies de hábitos terrestres.

A organização taxonômica, nomenclatura científica, nomenclatura vernacular e o status de ocorrência para o Brasil seguiram as informações propostas pelo Comitê Brasileiro de Registro Ornitológicos (Pacheco *et al*., 2021). Os graus de ameaça nos âmbitos estadual, nacional e global seguiram, respectivamente, Paraná (2024) (Decreto Estadual - Paraná nº 6040 de 05 de junho de 2024), MMA (2022) (Portaria número 148, de 07/07/2022) e IUCN (2024) (www.iucnredlist.com).

b) Dados Primários

Foram realizadas três campanhas amostrais de dez dias cada, sendo a primeira e a segunda realizadas no inverno (setembro de 2023 e setembro de 2024) e a terceira na primavera (dezembro de 2024). As observações e registros da avifauna foram realizados com o auxílio de um binóculo Nikon® 10 x 42, câmera fotográfica Canon® 50d (lente 70 – 250 mm), smartphone Samsung S20 (usado para localização via GPS) e caderneta para anotação.

A identificação das espécies foi realizada predominantemente em campo através do conhecimento prévio do pesquisador. Quando não foi possível a identificação no local da amostragem, guias de identificação (Ridgely; Tudor, 2009; Perlo, 2009) e bancos de vocalizações (Xeno-Canto – http://www.xeno-canto.org, WikiAves – http://www.wikiaves.com.br) foram consultados.

- Levantamento Qualitativo

Durante os deslocamentos a pé entre pontos de contagem, bem como nos deslocamentos ao longo de toda a área de estudo, foi aplicado o método de busca ativa para encontrar o maior número de espécies possível, sendo todas as espécies observadas registradas para compor a riqueza local. Os registros ocasionais foram realizados quando carcaças de indivíduos foram encontradas durante as amostragens realizadas no presente diagnóstico e quando alguma espécie nova para listagem foi encontrada fora dos horários de amostragem.

- Levantamento Quantitativo

Pontos de contagem com raio fixo (Reynolds; Scott; Nussbaum, 1980; Wunderle, 1994; Bibby *et al*., 2000) foram utilizados para a realização do levantamento quantitativo de aves. Nos pontos com vegetação densa e arbórea, o raio de contagem foi de 25 metros devido à dificuldade de detecção visual dos indivíduos registrados. Cada ponto de amostragem foi visitado duas vezes por dia ao longo da campanha amostral, com a permanência do pesquisador no mesmo por 15 minutos, registrando todas as espécies e seus respectivos números de indivíduos identificados dentro deste período e raio de contagem estipulado.

Os pontos de contagem foram realizados, preferencialmente, nas três primeiras horas depois do nascer do sol e nas últimas três horas antes do ocaso (pôr do sol), períodos em que as aves se encontram em maior atividade de forrageio e defesa de território (Wunderle, 1994). A distância mínima entre duas unidades amostrais (ponto de contagem) foi de 200 metros, minimizando a chance de recontagem dos mesmos indivíduos.

Foram visitados três pontos amostrais referentes a ambientes florestais (FIGURA 229). Todos os pontos foram repetidos pela manhã e pela tarde ao longo dos dez dias de amostragem, totalizando 900 minutos (15 horas) por campanha amostral e 2.700 minutos (45 horas) ao longo de todo o estudo.

- Análise dos Dados

Para a organização e manipulação dos dados brutos foi utilizada a planilha eletrônica pertencente ao pacote Libreoffice, como também o Google planilhas e o conjunto de pacotes Tidyverse do *software* R. A partir de uma matriz de presença e ausência das espécies registradas, a suficiência amostral foi medida e o número total de espécies foi estimado utilizando as funções *specaccum* e *specpool* do pacote vegan (*software* R), gerando uma curva de rarefação e o estimador de riqueza Jeckknife1, respectivamente. Através do levantamento quantitativo (ponto de contagem com raio fixo) foram calculados a Frequência de Ocorrência (FO = n_contatos/n_pontos) e Abundância Relativa (AR = n_ind./n_total_ind), onde 'n_contatos' é o número de pontos onde a espécie x foi registrada, 'n_pontos' é o número total de pontos realizados, 'n_ind.' é o número de indivíduos da espécie x contabilizados em todos os pontos e 'n_total_ind' é o número total de indivíduos de todas espécies registradas nos pontos.

Índices de diversidade foram calculados no *software* R (pacote vegan) para usar de métrica no teste da hipótese de que a diversidade de aves difere entre as áreas amostrais e estações climáticas. O Índice de Shannon dá maior peso para as espécies raras, quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade da população em estudo, expressando Riqueza e Uniformidade. Os dados foram testados quanto a sua normalidade através do teste *Shapiro-Wilk*. O teste não paramétrico para verificar diferença significativa entre tratamento foi o Mann-Whitney.

A similaridade entre áreas amostrais, em relação a diversidade de espécies, também foi avaliada utilizando série de Renyi, gerando um perfil de diversidade, uma generalização dos índices de diversidade. Em vez de trabalhar com índices de diversidade específicos, os quais dão pesos diferentes para riqueza de espécies e equitabilidade, a série de Renyi apresenta uma generalização dos índices, gerando um gradiente destes pesos ao longo do eixo x, onde, por exemplo, o valor 1 é equivalente ao índice de Shannon, o 2 ao índice de Simpson e o zero a riqueza (número de espécies) (Melo, 2008).

3.2.2.3.2. Resultados e Discussão

a) Qualitativo

A partir das informações disponíveis nos dados secundários, foram listadas 450 espécies de provável ocorrência para a área de estudo. Dessas, 88 estão listadas em algum grau de ameaçadas nos âmbitos global (IUCN = 40) (EN=1, VU=8, NT=31), nacional (MMA = 13) (EN=2 VU=9, NT=2) e estadual (PR = 68) (CR=4 EN=17, VU=27, NT=21), 17 migratórias, 57 endêmicas e três exóticas invasoras (ANEXO E).

Foram identificadas 140 espécies durante as três campanhas amostrais realizadas para este estudo, contemplando 31% da lista de provável ocorrência. As campanhas amostrais 1 e 2 (set/23 e set/24, campanhas de inverno) tiveram riqueza de espécies registradas semelhantes (C1 = 75, C2 = 69), enquanto a 3 (dez/24, primavera) apresentou maior riqueza (C3 = 101). A composição de espécies variou, com 11 espécies registradas apenas na campanha 1, 25 espécies registradas apenas na campanha 2 e 33 espécies registradas apenas na campanha 3. As 140 espécies identificadas estão distribuídas em 48 famílias e 18 ordens. As famílias Thraupidae (n = 18), Thamnophilidae (n = 10) e Tyrannidae (n = 10) foram as mais representativas em relação ao número de espécies. As ordens Passeriformes (n = 90), Apodiformes (sp = 8) e Piciformes (n = 6) foram as mais representativas em relação ao número de espécies (ANEXO E). Algumas espécies que possibilitaram o seu registro fotográfico durante as amostragens terrestres florestais estão apresentadas na FIGURA 162.

FIGURA 162 – ALGUMAS ESPÉCIES REGISTRADAS NA CAMPANHA 2



Legenda: A) Cathartes aura, B) Euphonia violacea, C) Myiopsitta monachus, D) Pitangus sulphuratus, E) Rupornis magnirostris, F) Sicalis flaveola, G) Tangara cyanocephala, H) Turdus rufiventris.
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Das 140 espécies registradas em campo, seis estão classificadas em algum grau de ameaça nos âmbitos global (*Crypturellus noctivagus* – NT; *Myrmotherula unicolor* – NT; *Sporophila falcirostris* - VU), nacional (*Sporophila falcirostris* - VU) e/ou estadual (*Crypturellus noctivagus* – EN; *Ortalis squamata* – VU; *Sterna trudeaui* - NT; *Myrmoderus squamosus* – NT; *Sporophila falcirostris* - EN), 20 são endêmicas do território brasileiro, seis possuem algum status migratório e duas são exóticas invasoras (TABELA 24).

TABELA 24 – LISTA DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS, ENDÊMICAS, MIGRATÓRIAS E EXÓTICAS REGISTRADAS NAS AMOSTRAGENS DE CAMPO

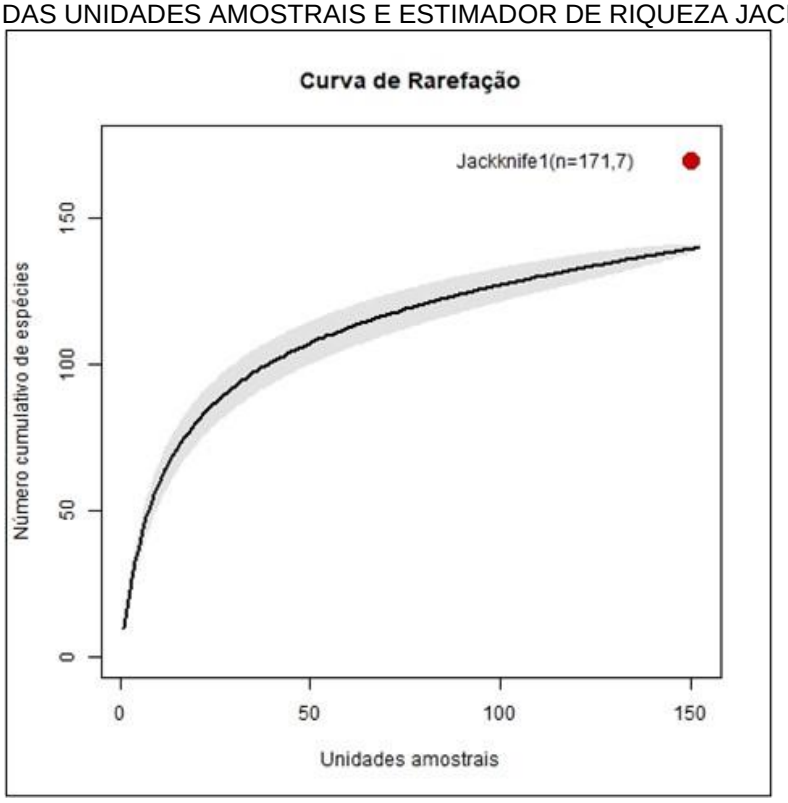
Espécie	Status de ocorrência	AMEAÇADAS			CAMPANHA		
		PARANÁ	MMA	iUCN	C1	C2	C3
Crypturellus noctivagus	BR, En	EN	LC	NT	1		1
Spatula versicolor	BR, VI (W)				1		
Ortalis squamata	BR, En	VU	LC	LC	1	1	
Ramphodon naevius	BR, En				1	1	1
Sterna trudeaui	BR	NT	LC	LC		1	
Cathartes aura	BR, VA (N)				1	1	1
Elanoides forficatus	BR, VA# (N)					1	
Brotogeris tirica	BR, En				1	1	1
Myrmotherula unicolor	BR, En	LC	LC	NT			1
Myrmoderus squamosus	BR, En	NT	LC	LC	1		1
Drymophila ferruginea	BR, En						1
Drymophila squamata	BR, En				1		1
Conopophaga melanops	BR, En				1		1
Eleoscytalopus indigoticus	BR, En						1
Cichlocolaptes leucophrus	BR, En						1
Ilicura militaris	BR, En				1		
Phylloscartes kronei	BR, En				1		1
Todirostrum poliocephalum	BR, En						1
Serpophaga subcristata	BR, VI (W)					1	
Attila rufus	BR, En				1		1
Pygochelidon cyanoleuca	BR, VI (S)				1	1	1
Hirundo rustica	VI (N)					1	
Cantorchilus longirostris	BR, En				1	1	1
Estrilda astrild	BR, In						1
Passer domesticus	BR, In					1	
Orthogonys chloricterus	BR, En					1	1
Hemithraupis ruficapilla	BR, En						1
Ramphocelus bresilia	BR, En				1	1	1
Sporophila falcirostris	BR	EN	VU	VU		1	
Thraupis cyanoptera	BR, En				1		

Espécie	Status de ocorrência	AMEAÇADAS			CAMPANHA		
		PARANÁ	MMA	iUCN	C1	C2	C3
Crypturellus noctivagus	BR, En	EN	LC	NT	1		1
Spatula versicolor	BR, VI (W)				1		

Legenda: Status de Ocorrência: BR - Residente ou migrante reprodutivo (com evidências de reprodução no país disponíveis); VI - Visitante sazonal não reprodutivo do sul (S), norte (N), leste (E) ou oeste (W); VA - Vagante do sul (S), norte (N), leste (E) ou oeste (W), ou sem uma direção de origem definida; # - Status assumido, mas não confirmado; En - Espécie endêmica do Brasil; Ex - Espécie extinta no país (ou extinta na natureza); In - Espécie introduzida. Grau de ameaça: NT = Quase ameaçado; VU = Vulnerável, EN = Em perigo; CR = Criticamente ameaçado.
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Ao analisar o resultado gerado pela rarefação dos dados qualitativos, agrupados por unidade amostral (FIGURA 163), uma curva ascendente é observada, mostrando que são necessárias mais amostragens para atingir a estabilidade e, consequentemente, a suficiência amostral. De acordo com o estimador de riqueza Jackknife1, é possível encontrar cerca de 172 espécies na área de estudo, das quais cerca de 81,4% já foram registradas.

FIGURA 163 – CURVA DE RAREFAÇÃO APRESENTANDO O ACÚMULO DE ESPÉCIES AO LONGO DAS UNIDADES AMOSTRAIS E ESTIMADOR DE RIQUEZA JACKNIFE1



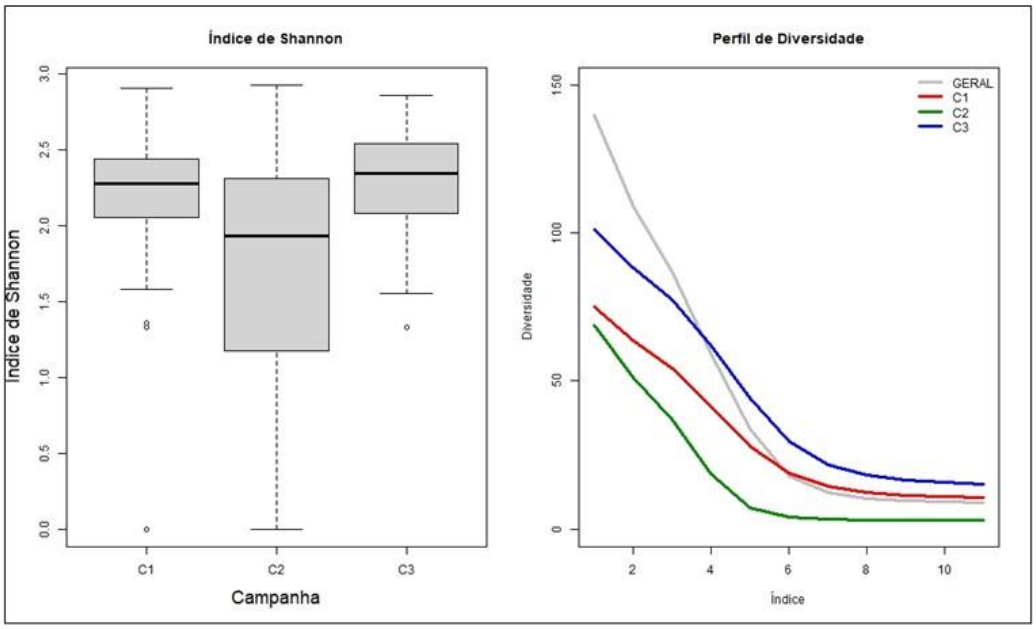
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

b) Quantitativo

As espécies com presença em mais de 25% das unidades amostrais foram *Basileuterus culicivorus* (57,52%), *Cantorchilus longirostris* (41,83%), *Coragyps atratus* (35,29%), *Cacicus haemorrhous* (34,64%), *Fregata magnificens* (33,99%), *Pitangus sulphuratus* (33,33%), *Coereba flaveola* (28,1%), *Brotogeris tirica* (27,45%) e *Ramphastos dicolorus* (25,49%). Trinta e duas espécies tiveram apenas um registro durante todas as campanhas amostrais, dentre elas duas com algum grau de ameaça (*Sporophila falcirostris* EM/PR, VU/BR, VU/IUCN e *Sterna trudeaui* NT/PR), mostrando-se raras nas amostragens (ANEXO F).

Ao comparar o índice de diversidade de Shannon de cada uma das unidades amostrais (pontos fixos), entre as campanhas amostrais, foi observada diferença significativa (p= 0.0004843), principalmente influenciada pela campanha 2 (dez/2024) que apresentou valores mais discrepantes (FIGURA 164). Ao analisar a comunidade de aves em relação ao seu perfil de diversidade (FIGURA 164) comparando as campanhas amostrais, o resultado do teste anterior é corroborado, sendo possível observar que as curvas referentes às campanhas amostrais não se cruzam ao longo do perfil, mostrando diferença significativa entre elas. É possível observar que a curva gerada com os dados referentes a campanha 3 apresentam valores superiores de diversidade ao longo de todo o perfil, em relação a campanha 1, sendo a campanha 2, a menos diversa.

FIGURA 164 – VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON AO LONGO DAS UNIDADES AMOSTRAIS EM RELAÇÃO ÀS CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM DE CAMPO E PERFIL DE DIVERSIDADE GERADO ATRAVÉS DA SÉRIE DE RENYI COMPARANDO AS CAMPANHAS AMOSTRAIS



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

3.2.2.3.3. Considerações Finais

O presente diagnóstico da avifauna terrestre florestal apresentou uma diversidade significativa de espécies (n = 140), com a presença de espécies ameaçadas (n = 6), endêmicas (n = 20) e migratórias (n = 6). A área estudada desempenha um papel importante para a sobrevivência e o ciclo de vida das aves

locais. Como o empreendimento não irá afetar diretamente as áreas florestais diagnosticadas neste estudo, não haverá impacto sobre a comunidade de aves destes locais.

3.2.2.4. Mastofauna

O Brasil abriga uma das mastofaunas mais ricas do mundo, com 778 espécies registradas oficialmente, conforme o Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (SBMz) (Abreu *et al*., 2023). Essa diversidade representa cerca de 13% da mastofauna global, evidenciando a relevância do território brasileiro para a conservação da biodiversidade.

Dentro do território nacional, o bioma Mata Atlântica se destaca como um dos mais ricos e ameaçados, abrigando 321 espécies de mamíferos, das quais 89 são endêmicas (Graipel *et al*., 2011). Esse bioma é particularmente significativo para grupos como marsupiais (Astúa, 2015; Faria; Lanes; Bonvicino, 2019) e roedores (Bonvicino; Oliveira; D'andrea, 2008; Patton; Pardiñas; D'elía, 2015), que desempenham funções ecológicas essenciais. A combinação de alta riqueza de espécies e severas ameaças coloca a Mata Atlântica entre as cinco áreas prioritárias para a conservação global (Myers *et al*, 2000).

Esses animais desempenham papéis fundamentais nos ecossistemas, regulando cadeias tróficas e contribuindo para processos como dispersão de sementes e polinização (Ripple *et al*., 2015). A perda de grandes herbívoros e predadores de topo pode desencadear efeitos de cascata trófica, alterando a dinâmica populacional de outras espécies, como pequenos roedores e mesocarnívoros (Kurten, 2013; Terborgh *et al*., 2001; Magioli *et al*., 2021). Além disso, possuem valor intrínseco, cultural e histórico, sendo representados em diversas civilizações ao longo da história (Castaño-Uribe, 2013).

Devido à sua plasticidade e ampla gama de interações ecológicas, muitos desses animais são frequentemente utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental. A especificidade no uso de micro-habitats torna algumas espécies especialmente sensíveis às alterações ambientais (Vieira; Monteiro-Filho, 2003). Dessa forma, a importância deste levantamento na área de influência do projeto de recuperação da orla de Guaratuba – PR, é ressaltada pela necessidade de

compreender a dinâmica da mastofauna na região, obtendo dados que possibilitem uma compreensão maior do ambiente de estudo.

De acordo com Paiva (1999) e Gascon; Laurance; Lovejoy (2001), a Área de Proteção Ambiental de Guaratuba integra a Província Tupi, caracterizada por notáveis endemismos, com destaque para primatas e aves, que enfrentam pressões significativas devido aos desmatamentos.

Desta forma, este diagnóstico se dedica à caracterização da mastofauna na área de influência do Projeto de Recuperação da Orla de Guaratuba - PR, com o intuito de identificar as espécies que compõem esta importante região do Estado do Paraná. Ademais, busca identificar possíveis alterações na dinâmica das populações decorrentes da alimentação de praia, fornecendo dados críticos para a gestão e mitigação de impactos.

3.2.2.4.1. Materiais e Métodos

Procurando caracterizar a mastofauna presente na região de Guaratuba, litoral do Paraná, mais precisamente na área de influência direta do empreendimento – Recuperação da Orla de Guaratuba – PR, foram realizados levantamentos de dados secundários (referências bibliográficas de estudos realizados na região) e primários (métodos amostrais diretamente aplicados nas áreas de amostragem). Os dados primários foram obtidos em três campanhas amostrais, duas realizadas no inverno (setembro de 2023 e de 2024) e uma na primavera (dezembro de 2024), com duração de dez dias, conforme apresentado nos itens a seguir.

a) Dados Secundários

Conforme citado anteriormente, os dados secundários foram obtidos através do levantamento bibliográficos de estudos elaborados com o foco na mastofauna da região que está inserido no Município de Guaratuba. Entre eles: RT Kantek (2009), Paiva (1999); Gascon; Laurance; Lovejoy (2001), SEMA (1996), Bornschein; Reinert (2000), Oliveira; Cassaro (2005), Carvalho Jr.; Luz (2008), Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná (Mikich; Bérnils, 2004), Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (PORTARIA Nº - 148/2022) e Lista Vermelha das

Espécies Ameaçadas da União Internacional para Conservação da Natureza IUCN - *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2024), sendo a partir destes estudos foi elaborado uma lista de provável ocorrência para a região de Guaratuba – PR.

b) Dados Primários

Para obtenção de dados primários, foram aplicadas as seguintes metodologias: Redes de Neblina, Busca Ativa, Armadilhas Fotográficas, além de realizar entrevistas Informais com moradores locais, realizando diálogos abertos ao invés de adotar abordagens estruturadas como questionários. Essa abordagem permite obter informações mais detalhadas sobre a fauna da região. O detalhamento desses métodos está apresentado a seguir, sendo a FIGURA 168 apresenta todos os pontos realizados nessa campanha.

- Redes de Neblina – RN

A Redes de Neblina foram utilizadas para a captura dos quirópteros (morcegos), sendo armadas ao final da tarde em locais propícios a presença desse grupo, como por exemplos corredores de voo (trilhas, clareiras e cursos d'água), ou próximas às fontes de recurso alimentar (pomares ou plantas nativas com flores e frutos) e abrigos (casas abandonadas e grutas). As redes ficaram abertas por um período de três horas, com intervalos de 30 minutos para a checagem, em dois pontos amostrais na AID do empreendimento e no ponto controle. Foram armadas quatro redes em cada ponto amostral. O tamanho das redes utilizadas foi de 17 mm com dimensões de 3m x 12m. Em cada ponto foi realizada uma noite de amostragem (FIGURA 165).

FIGURA 165 – METODOLOGIA DE REDE DE NEBLINA SENDO APLICADA NA REGIÃO DE ESTUDO



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Busca Ativa – BA

Este método consistiu em percorrer transectos pré-estabelecidos, não lineares, a pé com velocidade aproximada de 2 km/h, com o objetivo de avistar possíveis animais, ou encontrar vestígios (pegadas, fezes, tocas, carcaças, além das vocalizações) de mamíferos (FIGURA 166A e FIGURA 166B).

Os pontos de busca ativa se caracterizaram por trilhas e estradas, além de, cursos d’águas, possíveis lugares onde a mastofauna pode estar presente. Foi utilizado um GPS (GRAMIM Etrex 10) para georreferenciar os transectos de Busca Ativa, além de máquina fotográfica para realizar possíveis registros. O deslocamento entre as áreas amostrais também foi considerado e em todos os deslocamentos foi realizada a identificação de pegadas e rastros encontrados que foram baseados em Oliveira; Cassaro (2005), Moro-Rios et.al (2008) e Carvalho Júnior; Luz (2008).

As três campanhas realizadas (setembro de 2023, setembro de 2024 – inverno e dezembro de 2024 - primavera) tiveram um esforço amostral realizado de 40 horas/busca ativa, dividido por dez dias por campanha.

FIGURA 166 – (A) ENCONTRO DE UMA TOCA DO *DASYPUS* SP. (TATU-GALINHA); (B) BUSCA ATIVA SENDO REALIZADA EM TRANSECTO NÃO LINEAR



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Armadilhas Fotográficas – AF

Foram utilizadas três Armadilhas Fotográficas do modelo Bushnell® TrophyCam sendo duas instaladas na AID do empreendimento e uma no ponto controle. Essas armadilhas foram estrategicamente posicionadas em locais como trilhas, carreiros frequentados por animais e áreas propícias para a movimentação da fauna. Além disso, foram dispostas iscas atrativas, incluindo alimentos como banana, abacaxi, manga, sardinha e calabresa, a fim de atrair os animais para as proximidades das armadilhas (FIGURA 167).

Uma vez ativadas, as Armadilhas Fotográficas permaneceram em funcionamento durante um período de dez dias consecutivos, totalizando 720 horas de amostragem por campanha. Na FIGURA 168 está apresentada a localização das AFs instaladas nas áreas amostrais com suas respectivas coordenadas. Durante esse tempo, as armadilhas capturaram imagens da fauna local, permitindo a coleta de dados sobre a presença e o comportamento dos animais na região.

FIGURA 167 – METODOLOGIA DE ARMADILHA FOTOGRÁFICA (CÂMERA TRAP) SENDO APLICADA NAS ÁREAS AMOSTRAIS E NA ÁREA CONTROLE



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Armadilhas de Intercepção e Queda (*Pitfall Traps*)

O método das Armadilhas de Interceptação e Queda (*Pitfall Traps*) envolve a utilização de recipientes de 60 litros (baldes), que são enterrados no solo e interligados por lonas, também chamadas de cercas-guias. As lonas são sustentadas por estacas de madeira e arame, as quais são posicionadas estrategicamente para guiar os animais em direção aos baldes. Tanto na amostragem da primeira campanha, quanto da segunda (setembro de 2023 e setembro de 2024 – campanhas de inverno, o método não foi utilizado na terceira campanha), os baldes permaneceram abertos ao longo de dez dias. Para evitar que animais morressem afogados devido às chuvas, pedaços de isopor foram colocados dentro dos baldes, proporcionando assim flutuação. Além disso, os baldes foram furados em sua base para permitir que a água da chuva saísse, garantindo assim um ambiente seguro para a fauna capturada até a

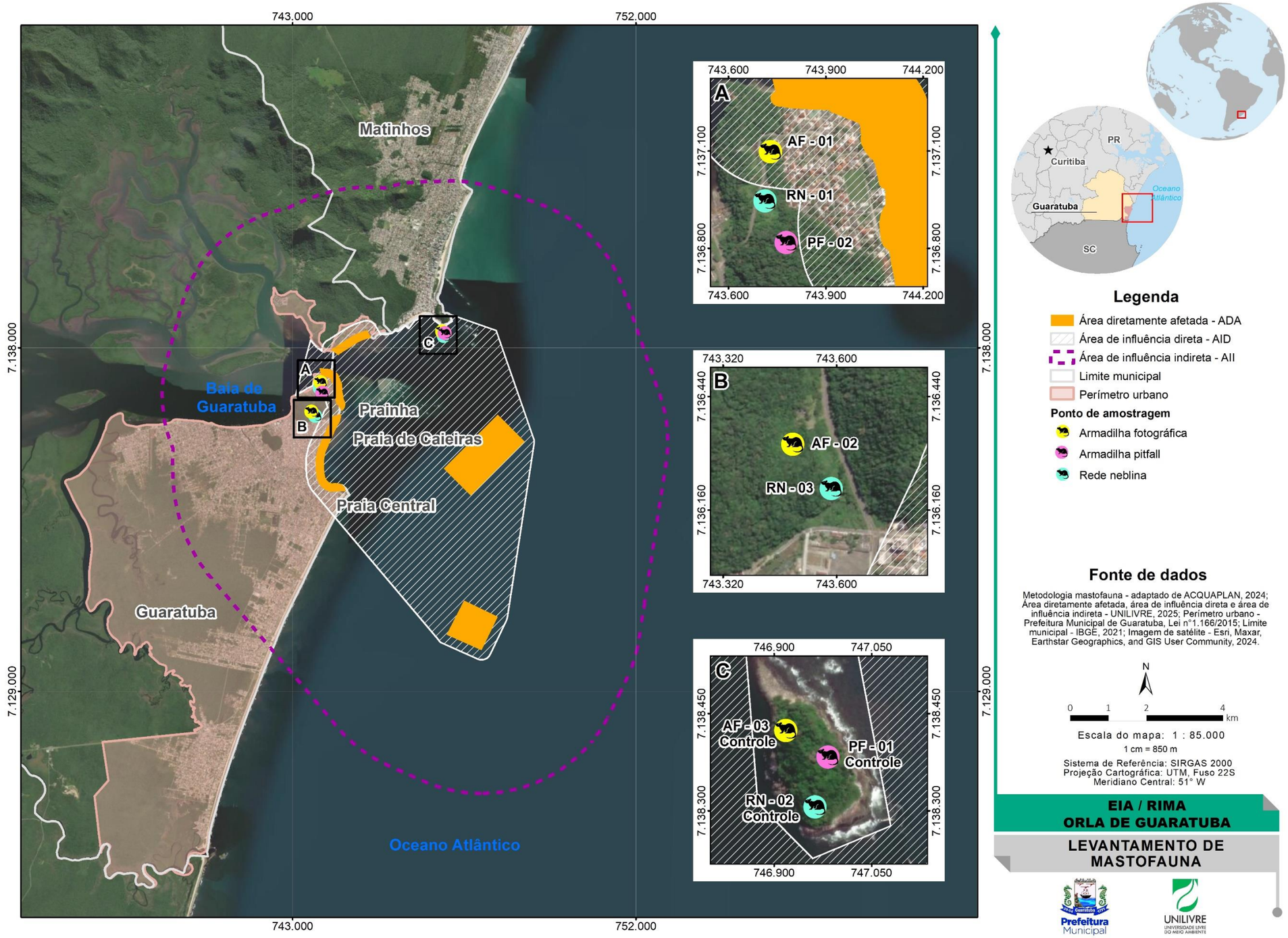
chegada do técnico para efetuar sua retirada e posteriormente o registro devido do animal.

Cada *pitfall* instalada (uma na AID e outra no ponto controle) contém três baldes, portanto, um total de seis baldes foram dispostos em duas linhas.

- Entrevistas

A metodologia adotada para a coleta de informações junto aos moradores locais da região de Guaratuba, Paraná, centrou-se em abordagens qualitativas por meio de diálogos informais. Não foram utilizados questionários estruturados, as entrevistas foram conduzidas de maneira aberta e conversacional, buscando obter informações dos residentes sobre a fauna da área. A escolha por esse método permitiu uma interação mais flexível e uma compreensão aprofundada das percepções dos moradores em relação à presença de animais na região. A abordagem foi essencial para criar um ambiente de confiança, incentivando os participantes a compartilharem suas experiências e observações de maneira natural. Essa metodologia proporcionou uma visão mais rica e contextualizada das interações entre a comunidade local e a fauna em Guaratuba.

FIGURA 168 – LOCALIZAÇÃO DAS METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA OS LEVANTAMENTOS DA MASTOFAUNA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR



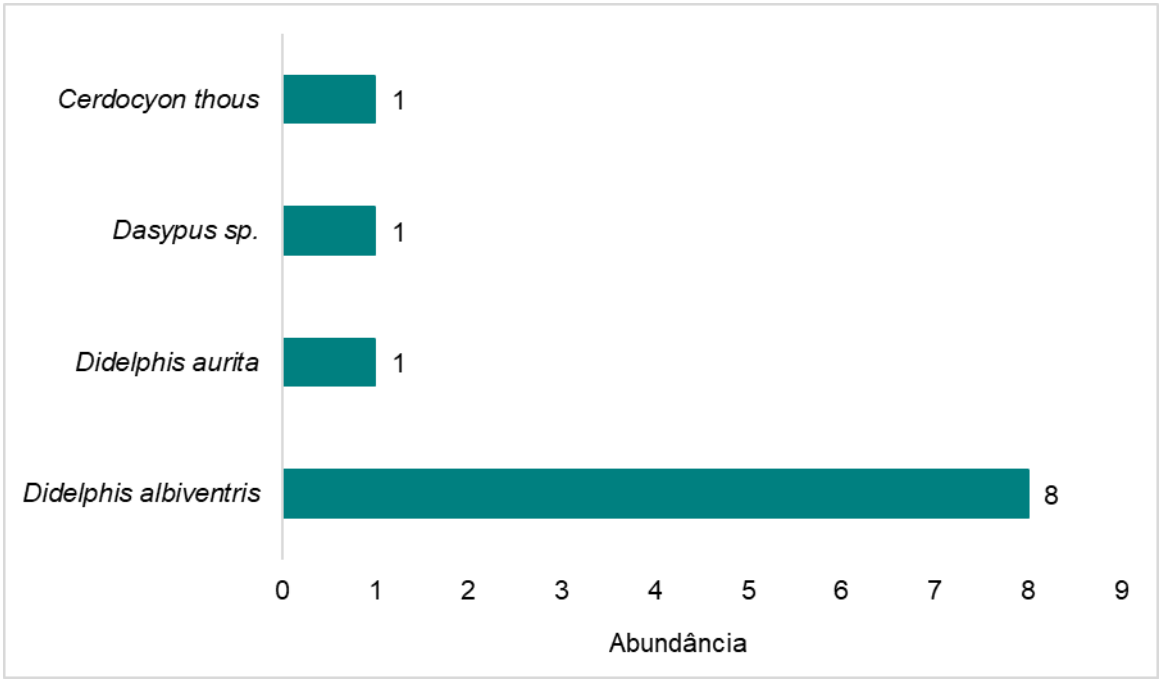
3.2.2.4.2. Resultados e Discussão

Apresentam-se a seguir os resultados do levantamento de fauna terrestre na região de Guaratuba, litoral do Paraná, onde a primeira campanha de coleta de dados foi realizada em setembro de 2023 e a segunda em setembro de 2024, ambas durante o inverno, e a terceira em dezembro de 2024, durante a primavera. No ANEXO G estão apresentadas as espécies de provável ocorrência na região do empreendimento, levantadas a partir de dados secundários, bem como as espécies registradas nas campanhas.

Neste estudo, foram adotadas duas abordagens principais. Inicialmente, uma análise de dados secundários forneceu informações sobre espécies da região, totalizando 130 espécies de mamíferos com provável ocorrência para a região (ANEXO G), com 23 sob alguma categoria de ameaça a nível estadual, nacional ou mundial.

A segunda abordagem envolveu campanhas de campo que permitiram o registro direto de três espécies durante a primeira campanha: *Didelphis aurita* (gambá-de-orelha-preta), *Dasypus* sp. (tatu) e *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato). Na segunda campanha, apenas *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca) foi observada, com três avistagens em armadilhas fotográficas na área 1, localizada na AID (Área de Influência Direta). Durante a terceira campanha, realizada na primavera de 2024, foram registrados cinco eventos adicionais de *Didelphis albiventris*, todos por meio de armadilhas fotográficas na AID (áreas 1 e 2)(FIGURA 169). Nenhuma dessas espécies está classificada como ameaçada, indicando que os indivíduos observados correspondem a espécies generalistas e resilientes às alterações ambientais, adaptadas a habitats perturbados (Galetti; Dirzo, 2013; Bernard *et al*., 2014).

FIGURA 169 – GRÁFICO DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES ENCONTRADAS DURANTE AS CAMPANHAS DE LEVANTAMENTO DE MASTOFAUNA



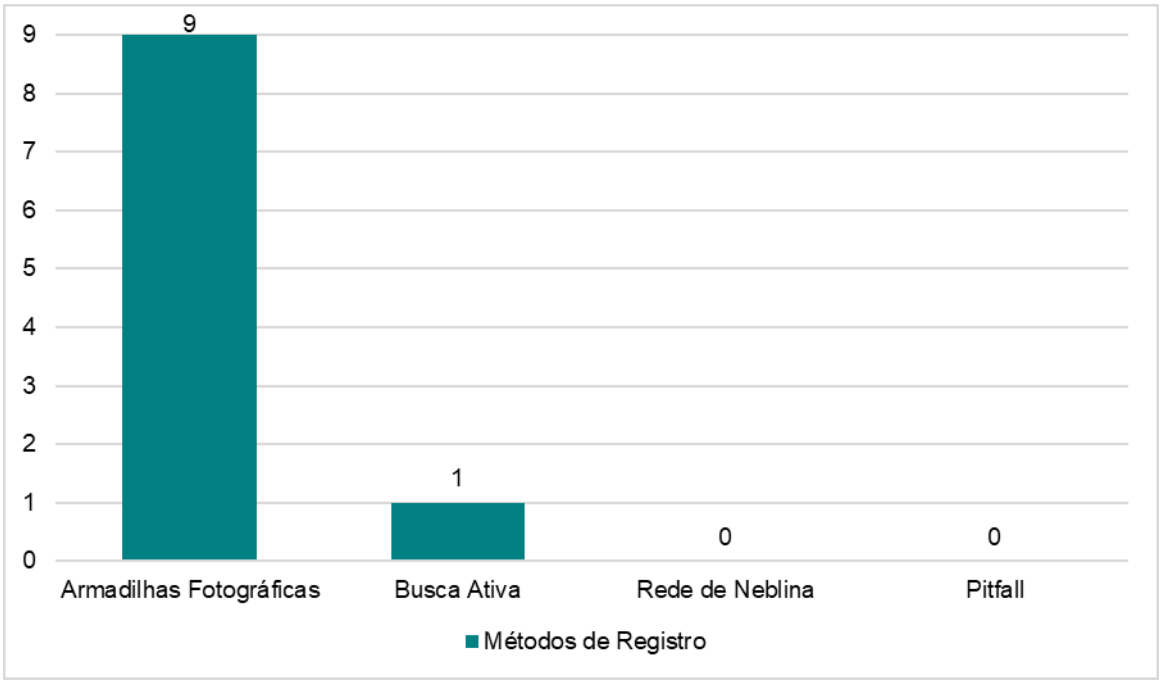
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

É importante observar que o ponto controle, está situado em uma ilha com acesso condicionado pelas condições de maré. Devido às dificuldades logísticas, a amostragem planejada nessa localização foi adaptada para um fragmento de mata na beira da praia. Essa condição deve ser considerada na interpretação dos resultados, uma vez que não reflete um habitat significativamente distinto das áreas urbanizadas da AID.

Apesar do esforço amostral, não houve captura de morcegos nas redes de neblina, possivelmente devido à ausência de corredores de voo naturais e ao alto nível de degradação dos fragmentos florestais. Esses resultados reforçam que a área de estudo é altamente antropizada, com vegetação fragmentada e limitada, refletindo os efeitos cumulativos de fragmentação e perturbação antrópica na região (Lira-Torres; Briones-Salas, 2012; Beca *et al*., 2017).

As armadilhas fotográficas mostraram-se eficazes (FIGURA 170) para documentar espécies oportunistas e generalistas, reforçando a importância desse método em levantamentos de fauna em paisagens altamente alteradas.

FIGURA 170 – GRÁFICO DE ABUNDÂNCIA POR MÉTODO DE REGISTRO



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

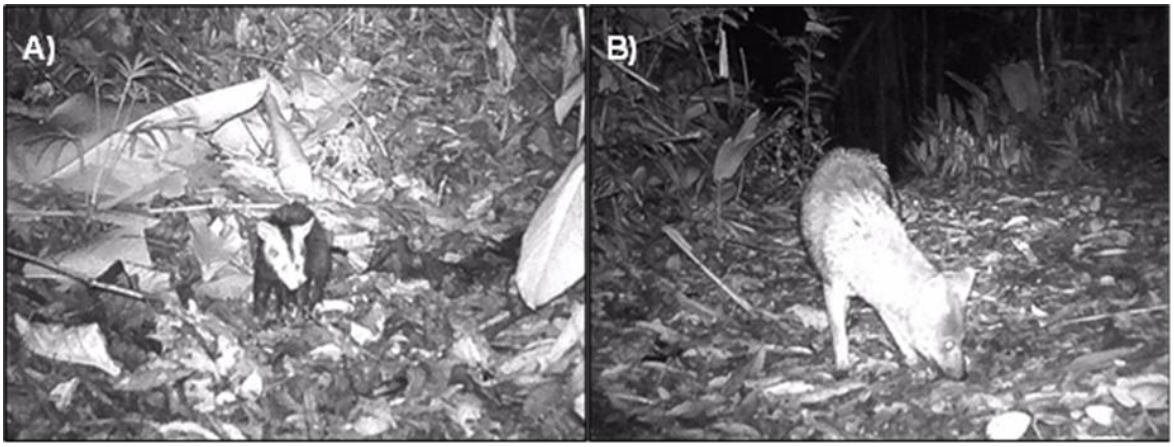
Entre os mamíferos observados, *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) é um exemplo de espécie adaptada a áreas urbanizadas, sendo tolerante a ambientes antropizados e capaz de explorar recursos alimentares diversos. *Didelphis aurita* e *Didelphis albiventris*, ambas registradas ao longo das campanhas, também são conhecidas por sua elevada plasticidade ecológica, habitando áreas urbanas e fragmentos de vegetação reduzidos. A presença de *Dasypus* sp. no ponto controle, embora limitada, demonstra que mesmo em áreas com altos níveis de degradação, espécies de médio porte podem persistir.

Analisando a distribuição espacial das espécies, observa-se que não há diferenças significativas entre a AID e área controle. Embora o ponto controle esteja distante da ADA (Área Diretamente Afetada), ela também é caracterizada por altos níveis de urbanização e fragmentação, similar à AID. Essas condições favorecem a presença de espécies oportunistas em ambas as áreas, como os gambás (*Didelphis* sp.) e o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), que compartilham comportamentos generalistas e tolerância às alterações ambientais (Cáceres; Monteiro-Filho, 2000; Olifiers *et al*., 2010).

Embora o alargamento da faixa de areia seja uma intervenção relevante, a ausência de espécies sensíveis e a prevalência de mamíferos generalistas sugerem

que o impacto do empreendimento sobre a mastofauna local é minimizado pela natureza já degradada dos habitats circundantes.

FIGURA 171 – REGISTROS DE FAUNA OBTIDO NA CAMPANHA 1 E 3 ATRAVÉS DAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS NA AID



Legenda: A)*Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca), B) *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato)
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

a) Espécies Bioindicadoras

Brown (1997) afirma que bioindicadores são seres ou comunidades cujas funções vitais se correlacionam tão profundamente com determinados fatores ambientais, que podem ser empregados como indicadores na avaliação de um determinado local.

Espécies de mamíferos classificados como bioindicadores tem a função de representar através de sua abundância, presença ou ausência e integridade física, um determinado fator antrópico ou natural com potencial impactante. Sendo assim, tais espécies são uma importante ferramenta na avaliação da integridade ecológica.

Até o momento, nenhuma das espécies registradas nas campanhas se enquadra na classificação de bioindicadoras para a região, nem foram registradas espécies endêmicas. No entanto, a presença de espécies oportunistas como *Didelphis* spp. sugere que o ambiente se encontra em um estado de antropização que permite sua adaptação (Brown, 1997).

b) Espécies de Interesse Cinegético

Segundo Chiarello (1999), a caça é o segundo maior gerador de impacto nas populações da mastofauna no país, ficando atrás apenas da perda de hábitat proveniente do desmatamento.

Mamíferos de médio e grande porte, sobretudo frugívoros e especialistas, são particularmente os mais vulneráveis frente às pressões no ambiente, sobretudo proveniente da atividade de caça (Chiarello, 2000).

Espécies cinegéticas, como *Dasypus* sp., são particularmente suscetíveis à caça devido ao seu valor cultural e alimentar em comunidades locais. Embora o tatu registrado neste estudo pertença a um grupo amplamente distribuído, pressões antrópicas, como a caça, podem impactar suas populações. Estudos apontam que a caça, especialmente de espécies frugívoras e de médio a grande porte, representa uma ameaça significativa para a mastofauna (Chiarello, 2000). Vale ressaltar que os moradores locais têm destacado a presença histórica da atividade de caça na região, fato que pode ter influenciado no baixo número de registros até o momento.

3.2.2.4.3. Considerações Finais

As três campanhas de campo, realizadas em setembro de 2023, setembro de 2024 e dezembro de 2024, registraram uma diversidade reduzida de mamíferos. As espécies observadas incluíram *Didelphis aurita*, *Didelphis albiventris*, *Dasypus* sp. e *Cerdocyon thous*, todas generalistas e adaptadas a ambientes degradados. Esse padrão reflete a fragmentação do habitat e as pressões antrópicas que comprometem a biodiversidade local, particularmente de espécies mais exigentes (Chiarello, 2000; Galetti *et al*., 2017).

A área estudada apresenta elevados níveis de urbanização e fragmentação, favorecendo a presença de espécies generalistas, como gambás e cachorros-do-mato. Esses registros indicam a capacidade adaptativa dessas espécies frente à degradação do habitat. Mesmo sem a intervenção do empreendimento, as condições ambientais existentes já limitam significativamente a diversidade faunística na região estudada.

A revisão bibliográfica aponta a possível presença de 130 espécies de mamíferos na região, com 23 delas enquadradas em categorias de ameaça, como *Puma concolor* e *Leopardus wiedii*. No entanto, essas espécies não foram registradas durante as campanhas, em razão da baixa conectividade dos fragmentos florestais e do elevado grau de urbanização no entorno da área de estudo (Haddad *et al*., 2015; Beca *et al*., 2017).

Ao comparar cenários com e sem o empreendimento, conclui-se que o projeto de alargamento da faixa de areia não causará impactos significativos à mastofauna local. As espécies presentes são adaptadas às condições de degradação e a intervenção não deverá alterar as dinâmicas populacionais existentes. Sem a implantação do projeto, a fragmentação e as pressões antrópicas continuarão a limitar a fauna local.

O Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, embora afastado da área de impacto direto, desempenha um papel essencial como refúgio para a mastofauna regional, abrigando ecossistemas bem preservados da Mata Atlântica. Sua alta conectividade com outros fragmentos permite a sobrevivência e dispersão de espécies. Medidas compensatórias voltadas ao fortalecimento do parque, como a implantação de corredores ecológicos conectando fragmentos menores, seriam eficazes para mitigar os impactos cumulativos da urbanização regional (Bernardi; Melo, 2015; Rodrigues; Gandolfi, 2007).

A análise de impactos cumulativos reforça que, apesar dos impactos diretos mínimos do empreendimento, a urbanização geral da região contribui para a redução de habitats e o isolamento de fragmentos florestais. Assim, a implementação de medidas mitigadoras é essencial para promover a conectividade e preservar a fauna local.

Em resumo, o diagnóstico evidencia que os impactos diretos do projeto sobre a mastofauna serão mínimos, dada a natureza já degradada dos habitats. A relevância do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange como refúgio destaca a importância de regiões protegidas para assegurar a conservação da biodiversidade regional.

3.2.3. Diagnóstico da Biodiversidade Aquática

A elaboração do diagnóstico da biodiversidade aquática contemplou o levantamento da comunidade planctônica marinha (fitoplâncton e zooplâncton), da macrofauna bentônica, da bentofauna praial, da ictiofauna, da carcinofauna e também dos tetrápodes marinhos, com o uso de métodos e equipamentos específicos para cada grupo conforme será apresentado na sequência.

3.2.3.1. Plâncton Marinho

O diagnóstico do plâncton marinho contemplou três grupos distintos: fitoplâncton, zooplâncton e ictioplâncton.

3.2.3.1.1. Comunidade Fitoplanctônica

O fitoplâncton marinho é um componente vital dos ecossistemas oceânicos, desempenhando um papel fundamental na produtividade primária e no ciclo global de carbono. Composto por microalgas e cianobactérias, o fitoplâncton é responsável pela fotossíntese oceânica, transformando a energia solar em matéria orgânica através da fixação de dióxido de carbono (CO2) (Litchman *et al*., 2007).

Dutkiewicz *et al*. (2019) mostraram que a atividade fotossintética do fitoplâncton no Oceano Atlântico leva à absorção líquida de CO_2 da atmosfera, ajudando a mitigar as mudanças climáticas, demonstrando assim a importância do fitoplâncton marinho na regulação do clima global. Além disso, o fitoplâncton também produz compostos orgânicos voláteis que desempenham um papel na formação das partículas de aerossol atmosférico, afetando a formação de nuvens e, consequentemente, o clima.

Outro estudo realizado por Finkel *et al*. (2020) demonstrou a importância do fitoplâncton marinho como fonte de nutrientes essenciais para os ecossistemas oceânicos. As microalgas e cianobactérias do fitoplâncton são capazes de assimilar e acumular nutrientes como nitrogênio, fósforo e silício, tornando-os disponíveis para outros organismos marinhos em diferentes níveis tróficos. Isso influencia a

abundância e a diversidade de organismos marinhos, como peixes, aves marinhas e mamíferos marinhos.

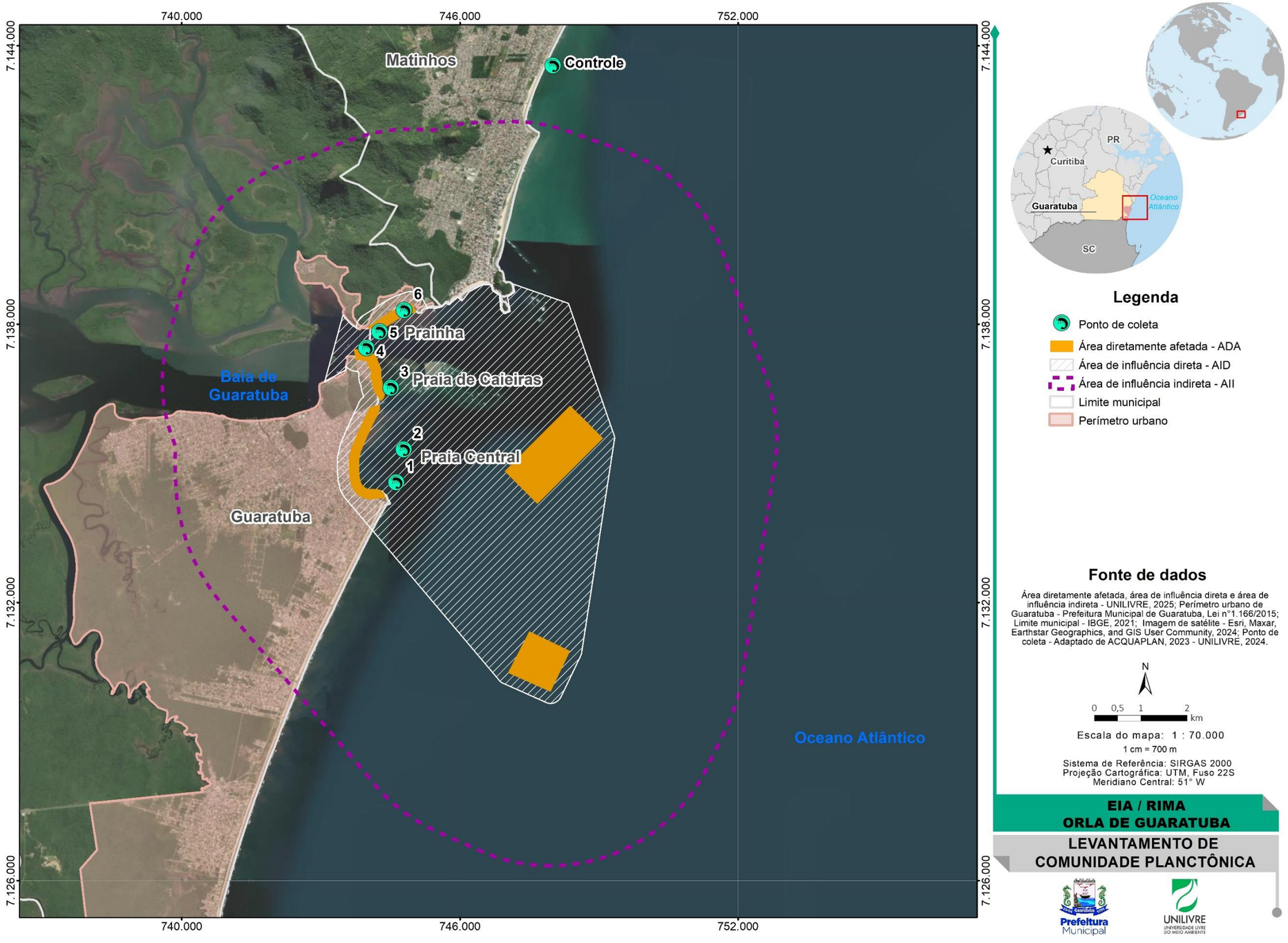
Existem diferentes grupos de fitoplâncton marinho, incluindo diatomáceas, dinoflagelados, cocolitóforos e silicoflagelados. Cada um desses grupos desempenha um papel específico nos processos biogeoquímicos dos oceanos (Litchman *et al*., 2007).

O presente trabalho tem como objetivo principal descrever e analisar quali-quantitativamente a comunidade fitoplanctônica presente na área de influência do empreendimento - Recuperação da Orla de Guaratuba, no estado do Paraná.

a) Metodologia de Coleta e Análise

As amostragens para a caracterização do fitoplâncton das áreas envolveram sete estações amostrais e duas campanhas, uma realizada em setembro de 2023 e a outra em dezembro de 2024 (FIGURA 172).

FIGURA 172 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR E NA ÁREA CONTROLE



As amostras para a análise qualitativa do fitoplâncton foram obtidas por intermédio de arrastos oblíquos com rede apropriada (0,3 m diâmetro de boca; 20 µm abertura de malha) (FIGURA 173A) e armazenadas em frascos plásticos contendo solução de formaldeído a 4%. Amostras para a análise quantitativa do fitoplâncton foram coletadas em subsuperfície (0,5 m da superfície) com auxílio de garrafa de Van Dorn (FIGURA 173B) e armazenadas no escuro em frascos de vidro âmbar de 250 ml, contendo solução de lugol acético a uma concentração final de 1%.

A abundância celular (cel./ml) para cada táxon do fitoplâncton foi estimada por meio de sedimentação em câmaras de Utermöhl e contagem em microscópio invertido (Utermöhl,1958). Inicialmente, um volume conhecido da amostra foi sedimentado em câmaras, concentrando e distribuindo de modo aleatório as células. O volume sedimentado depende da densidade celular da amostra, que será previamente observada. A análise de tais amostras foi feita em microscópio óptico invertido, por meio da contagem de faixas ("*transects*"), até que se tenha registrado duas espécies com cerca de trezentas células contadas para cada uma delas. Este procedimento busca reduzir o erro estatístico do método para cerca de 10% (Venrick, 1978).

FIGURA 173 – A= COLETA DE FITOPLÂNCTON QUALITATIVO COM REDE APROPRIADA (0,3 M DIÂMETRO DE BOCA; 20 MM ABERTURA DE MALHA). B= COLETA DE FITOPLÂNCTON QUANTITATIVO COM O AUXÍLIO DE GARRAFA VAN DORN



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Para as análises de diversidade utilizou-se a função de Shannon (H'), também conhecida como Shannon-Wiener (Omori; Ikeda, 1984), que expressa a informação de conteúdo por indivíduo na amostra. O índice de diversidade de Shannon e Wiener (1949) é afetado pelo número de espécies e a proporção em que elas se encontram

no ecossistema em estudo. O valor obtido mediante o desenvolvimento da fórmula abaixo, determina a diversidade de cada amostra:

$$H' = - S * [Pi * \ln(Pi)] \qquad (5)$$

Onde:

H’ = Índice de Diversidade de Shannon;

S = número total de espécies na amostra;

Pi = n/N; sendo:

n = densidade de indivíduos de cada espécie;

N = densidade total de indivíduos na amostra.

O grau de Equitabilidade (J’) mede quão uniformemente os indivíduos são distribuídos entre as espécies encontradas e se baseou em Pielou (1977). O índice de Equitabilidade de Pielou é um dos mais utilizados em estudos ecológicos. Esse índice encontra-se delimitado dentro de uma faixa que oscila entre zero (0) e um (1), definindo uma amostra pouco uniforme se o valor está perto de zero (0) e muito uniforme se próximo de um (1) (Washington, 1984).

$$J' = H' / \ln(S) \qquad (6)$$

Onde:

J’ = Índice de Equitabilidade de Pielou;

H’ = Índice de Diversidade de Shannon;

S = número total de espécies na amostra.

Concomitantemente com as amostras de fitoplâncton outros parâmetros também foram mensurados ainda *in situ*. Esse monitoramento ficou a cargo de uma sonda multiparâmetros, a qual levantou informações ao longo da coluna d’água, gerando dados em tempo real de temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido (OD) e turbidez.

Foi empregada uma análise de redundância - RDA - com o intuito de verificar a influência das variáveis ambientais na composição do fitoplâncton. Esse método combina Regressão e Análise de Componentes Principais (PCA), sendo uma extensão direta da Análise de Regressão para modelar dados multivariados

(Legendre; Legendre, 1998). Para isso, utilizou-se uma matriz com os valores de abundância absoluta de indivíduos da ictiofauna e outra matriz com variáveis abióticas. Os dados de abundância absoluta foram transformados em Log (x+1); e, as variáveis ambientais foram normalizadas utilizando-se a função “Standardize”, para diminuir a discrepância entre os dados (Legendre; Gallagher, 2001).

b) Resultados e Discussão

Nas campanhas realizadas em setembro de 2023 e dezembro de 2024 identificou-se um total de 4.130 cel./ml, distribuídas em 31 táxons (TABELA 25).

Temporalmente a campanha realizada em dezembro de 2024 foi a mais expressiva numericamente, esse fato pode ser explicado por conta das elevadas temperaturas que favorecem esses organismos fotossintetizantes, além disso o maior aporte pluvial pode provocar variações das variáveis abióticas, que por conseguinte, podem provocar mudanças na transparência da água tornando-se um fator importante sobre a atividade fotossintética, uma vez que a comunidades fitoplanctônica respondem às mudanças no ambiente por meio de variações na sua estrutura e distribuição (Oliveira Filho; Berchez, 1978).

Desses, o filo Bacillariophyta e a classe Bacillariophyceae foram os mais representativos, na riqueza de espécies e densidade no geral, contudo o filo Cyanobacteria e a classe Cyanophyceae foram os mais abundantes na campanha de setembro de 2023 (FIGURA 175 e FIGURA 176).

A Classe Bacillariophyceae se destaca por apresentar organismos aptos a ambientes com turbulência, com espinhos ou setas que são utilizados para flutuar, e até mesmo para causar rotação evitando a sedimentação. A presença de uma fina camada de mucilagem ao redor da célula também é um aparato utilizado para evitar a sedimentação (Sommer, 1988). As cianofíceas formam um grupo de algas extremamente oportunista, o que explica a dominância da numérica das mesmas neste estudo, com capacidade de crescimento nos mais diferentes meios, com características de água poluídas e quando presentes em grandes quantidades podem conferir de sabor e odor na água (Franceschini, 2010). Cabe destacar também que algumas espécies produzem toxinas (cianotoxinas) quando expostas a ambientes ricos em nitrogênio e fósforo, provenientes de esgotos domésticos, efluentes

industriais, e fertilizantes em áreas agrícolas. Isto significa que no caso de haver um aumento expressivo de nutrientes no meio, poderão ocorrer florações com liberação de toxinas representando assim um grande risco para o uso do recurso hídrico (Sant'Anna *et al*., 2004). Entretanto, não foi identificada nenhuma floração que poderia ser considerada prejudicial nessa campanha na área de estudo.

Alguns exemplares foram fotografados de forma a ilustrar o presente estudo e se encontram na FIGURA 174.

FIGURA 174 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUNS ORGANISMOS REGISTRADOS DURANTE A CAMPANHA REALIZADA EM JUNHO E JULHO DE 2022. (A = *ODONTELLA AURITA*; B= *TRIPOS MUELLERI*)



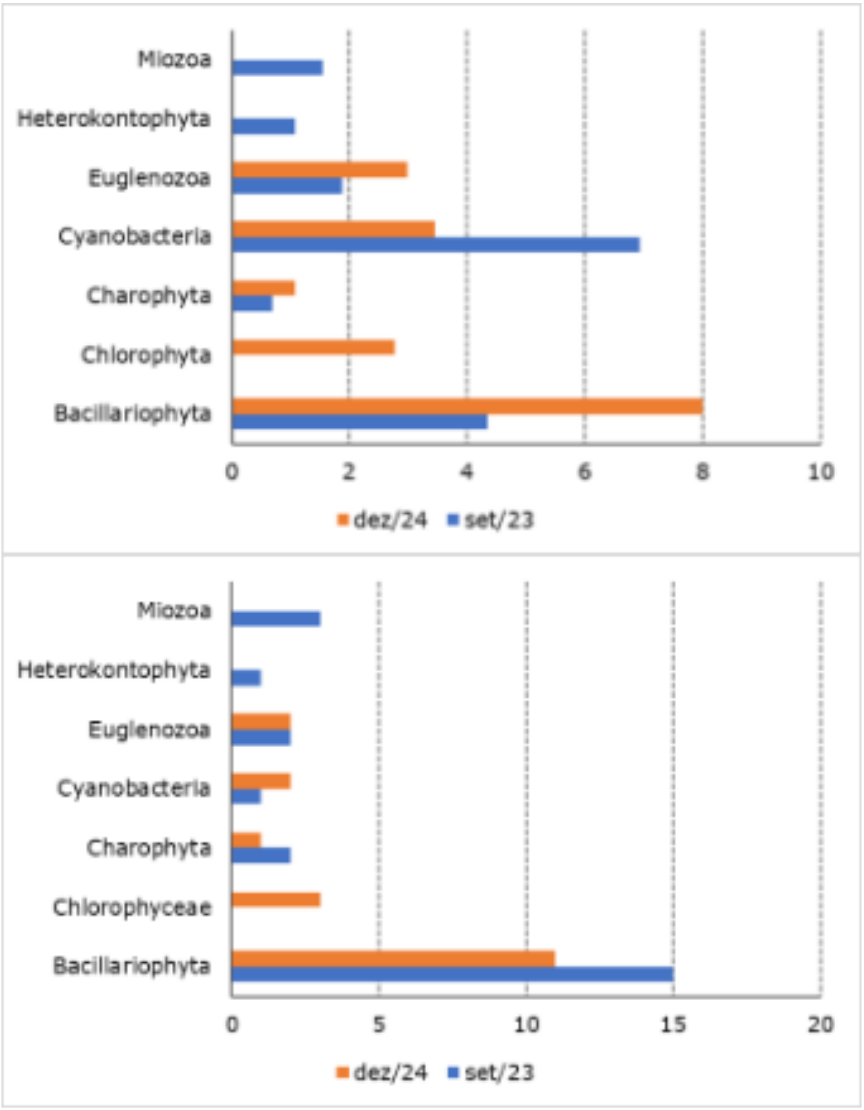
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

TABELA 25 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO FITOPLÂNCTON REGISTRADOS NA 1ª CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023

Composição taxonômica					Setembro de 2023								Dezembro de 2024								Total
Filo	Classe	Ordem	Família	Espécie	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#CT	Total	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#CT	Total	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthaceae	*Achnanthes longipes*	0,4	0,9	0,6	0,3			0,5	2,8			1,9	1,1				3,1	5,9
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Cylindrotheca closterium*												1,1			1,3	2,4	2,4
				Nitzschia longissima			0,6					0,6									0,6
				Nitzschia palea	0,4		0,6		1,4			2,5	5,7	1,1		1,1	1,1			9,2	11,7
				Nitzschia sp						0,4	0,5	0,9	1,9							1,9	2,8
		Licmophorales	Ulnariaceae	*Ulnaria ulna*											1,9			1,1		3,1	3,1
			Pleurosigmataceae	*Pleurosigma normanii*	0,4		0,9		0,4	1,1		2,9	3,8						2,5	6,4	9,2
		Thalassionematales	Thalassionemataceae	*Thalassionema nitzschioides*	3,5	12,6	10,4	6,6	2,5	2,7	6,8	45,2							2,5	2,5	47,8
	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	*Coscinodiscus* sp.			0,3		0,4	0,4		1,1									1,1
			Heliopeltaceae	*Actinoptychus* sp.			0,3					0,3		1,1	1,9					3,1	3,4
		Melosirales	Melosiraceae	*Melosira moniliformis*					1,4			1,4									1,4
		Triceratiales	Triceratiaceae	*Triceratium favus*				0,3	0,4			0,7	1,9		1,9					3,8	4,5
		Biddulphiales	Biddulphiaceae	*Biddulphia alternans*	0,4			0,3	0,7			1,5			3,8					3,8	5,3
		Eupodiscales	Odontellaceae	*Odontella aurita*			1,6	1,6		1,1		4,3									4,3
		Probosciales	Probosciaceae	*Proboscia alata*				0,3				0,3									0,3
		Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella* sp.			0,3	0,6	0,4			1,3									1,3
		Thalassiosirales	Skeletonemataceae	*Skeletonema costatum*			8,2	2,5				10,7	857,1	220,4	141,6	321,4	435,1	312,2	633,9	2921,7	2932,4
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	*Cosmarium* sp.	0,4			0,3				0,8									0,8
			Peniaceae	*Penium* sp.							0,3	0,3	1,9							1,9	2,2
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Scenedesmus obtusus*															10,1	10,1	10,1
			Selenastraceae	*Ankistrodesmus arcuatus*												1,1				1,1	1,1
	Trebouxiophyceae	--	--	*Crucigenia tetrapedia*													1,1		2,5	3,7	3,7
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	*Pseudanabaena* sp.	281,2	675,6					57,3	1014,1				1,1			10,1	11,2	1025,4
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	*Anabaena* sp.											19,1					19,1	19,1
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	*Euglena* sp.	0,4				0,4		0,8	1,6	1,9	1,1	1,9	3,4	1,1	1,1	3,8	14,5	16,1
				Euglena acus									1,9	1,1					1,3	4,3	4,3
				Trachelomonas sp.		0,9		0,6	0,4	0,8	1,3	3,9									3,9
Heterokontophyta	Dictyochophyceae	Dictyochales	Dictyochaceae	*Dictyocha fibula*			0,3			0,4	1,3	2									2
Miozoa	Dinophyceae	Dinophysales	Dinophysaceae	*Dinophysis caudata*				0,3			0,8	1,1									1,1
		Gonyaulacales	Ceratiaceae	*Tripos muelleri*			1,3					1,3									1,3
		Prorocentrales	Prorocentraceae	*Prorocentrum micans*	0,4		0,9					1,4									1,4
Riqueza específica					9		4	11	10	7	9	24	8		8	7	4	3	9	19	31
Densidade (ind. m-3)					288		690	14	8	7	69	1103	876		174	331	439	315	668	3027	4130
Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H')					0,1		0,1	1,7	2	1,7	0,7	0,4	0,1		0,7	0,2	0,1	0	0,3	0,2	0,7
índice de Equitabilidade de Pielou (J')					0,07		0,08	0,71	0,87	0,87	0,33	0,14	0,07		0,36	0,09	0,04	0,04	0,13	0,08	0,3

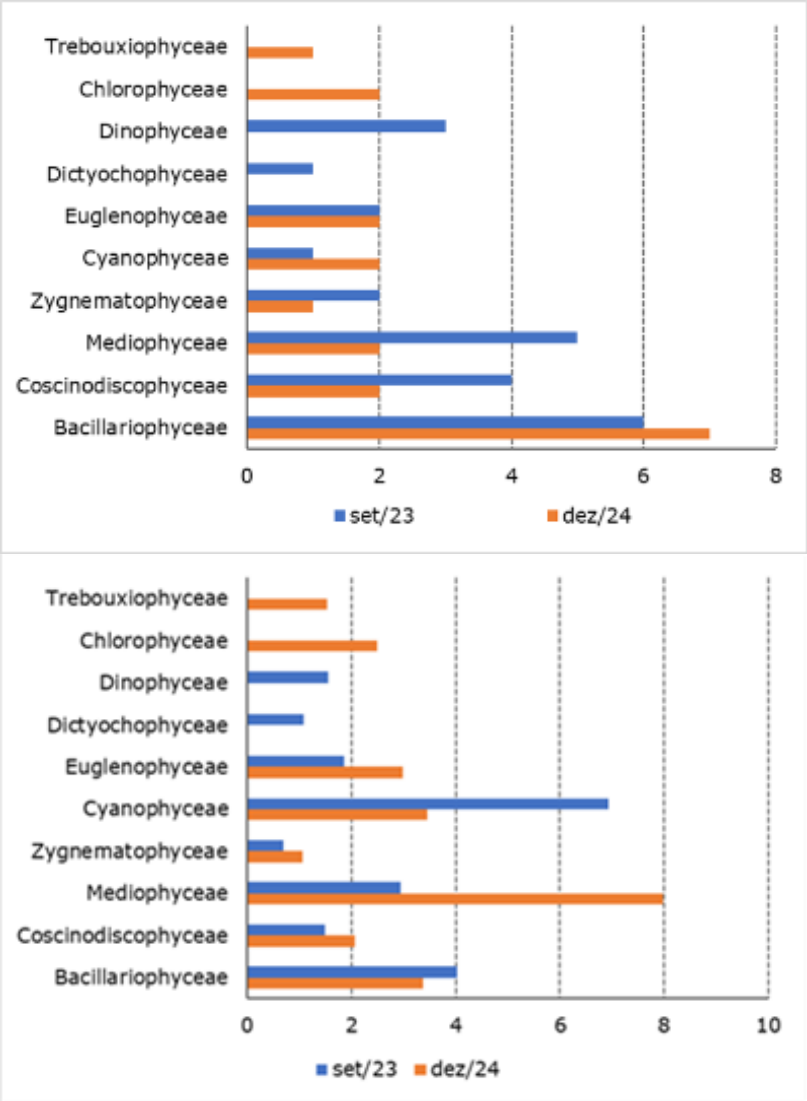
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 175 – DENSIDADE (A) E RIQUEZA (B) DOS FILOS DO FITOPLÂNCTON DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 176 – DENSIDADE (A) E RIQUEZA (B) DAS CLASSES DO FITOPLÂNCTON DURANTE A CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023.

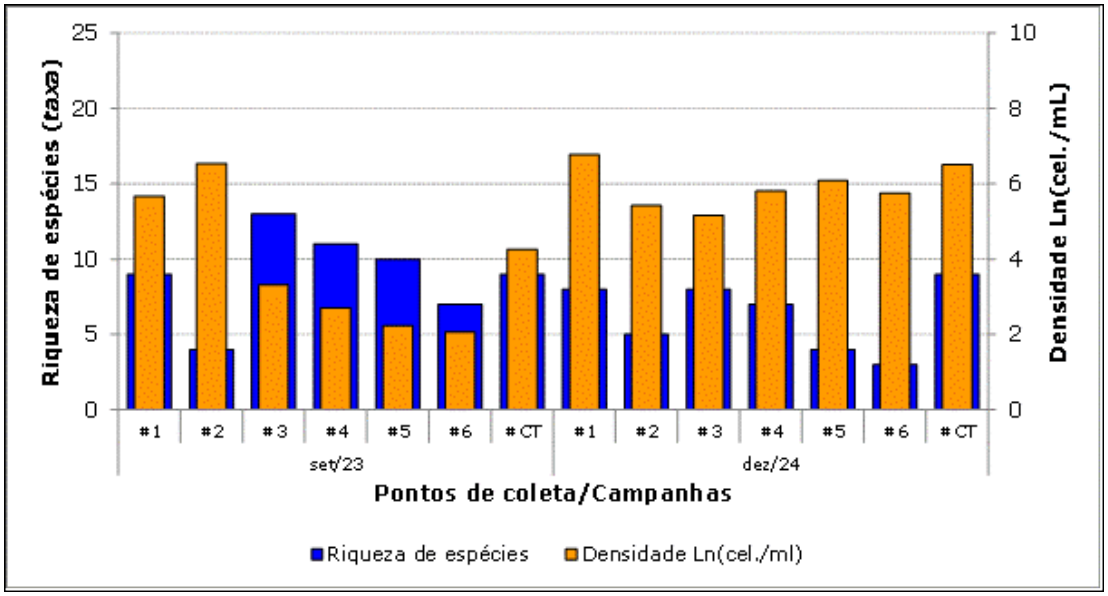


Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Densidade, riqueza de espécies e índices de Diversidade

Quando analisados os dados de densidade e de riqueza de espécies do fitoplâncton para o primeiro parâmetro, a princípio os pontos #1 e #2 foram mais expressivos, já para a riqueza de espécies os pontos #3 e #4 foram os mais diversos (FIGURA 177).

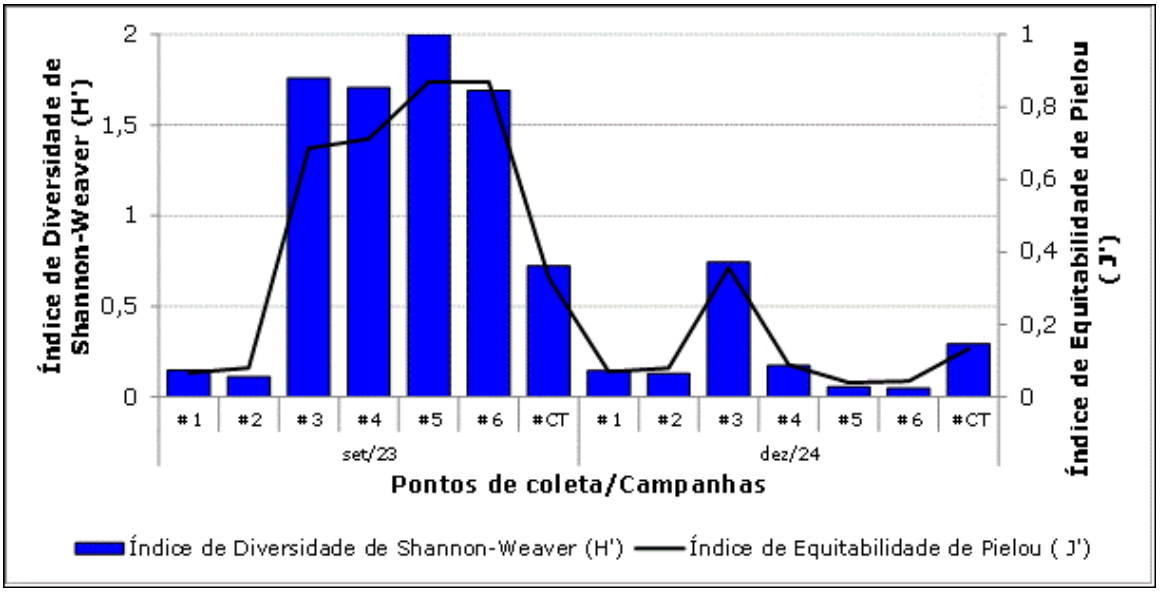
FIGURA 177 – DENSIDADE LN(CEL./ML) E RIQUEZA DE ESPÉCIES (TÁXONS) DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NOS PONTOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Os valores de diversidade de Shannon-Weaver e equitabilidade de Pielou (FIGURA 178) foram, em geral, baixos sugerindo uma dominância de poucas espécies nos pontos, em especial na segunda campanha (dez/2024). Esse resultado é considerado típico uma vez que essas métricas são dependentes da abundância e riqueza de espécies (Magurran; McGill, 2011).

FIGURA 178 – DIVERSIDADE DE SHANNON-WEAVER (H') E EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NOS PONTOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024



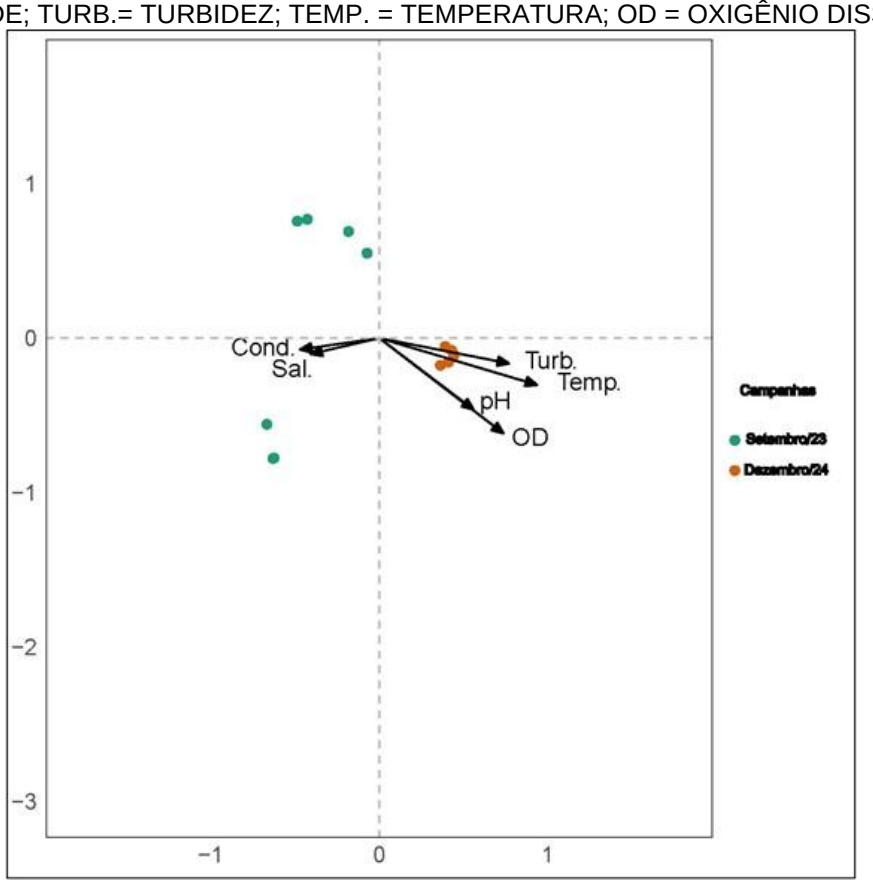
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Análises com as variáveis ambientais

Concomitantemente ao fitoplâncton foram coletadas amostras de água afim de complementar os estudos com os parâmetros químico-físicos da água do ambiente. O modelo que melhor se ajustou aos dados foi: temperatura da água, pH, salinidade, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, sendo excluídos por multicolinearidade TDS, ORP e transparência. Os resultados da RDA explicaram 57,68% da variabilidade total dos dados e o modelo foi considerado significativo (R^2 ajustado= 0,57; F= 3,95; p = 0,002), o que indica que essas variáveis estão influenciando na composição dessa comunidade (FIGURA 179). Ainda, dessa proporção da variação, apenas o eixo 1 da RDA foi significativo (p>0,05) e retido para explicação. Das variáveis ambientais temperatura e oxigênio dissolvido foram significativamente relacionados com a composição do fitoplâncton (TABELA 26), além disso ficou nítida a separação entre as campanhas.

Ecossistemas marinhos tropicais são altamente influenciados pelas variações de temperatura e oxigênio dissolvido dentre outros parâmetros. Outro fator importante são as forças físicas que fazem os nutrientes emergirem para a zona eufótica de águas profundas, onde eles se acumulam. Esses dois fatores determinam o tipo de fitoplâncton que se desenvolve e a quantidade de matéria orgânica que é produzida nos oceanos (Longhurst; Pauly, 2007).

FIGURA 179 – ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA MOSTRANDO A VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES ATRAVÉS DA VARIAÇÃO AMBIENTAL DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024 (COND. =CONDUTIVIDADE ELÉTRICA; SAL. = SALINIDADE; TURB.= TURBIDEZ; TEMP. = TEMPERATURA; OD = OXIGÊNIO DISSOLVIDO)



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

TABELA 26 – RESULTADO DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA O MODELO FEITO PELA RDA (EM DESTAQUE EM VERMELHO OS VALORES DE P QUE FORAM SIGNIFICATIVOS P≤0,05)

Variáveis ambientais	F	p
Temperatura	14,9	0,002
pH	1,3	0,33
Condutividade Elétrica	1,2	0,33
Turbidez	0,1	0,98
Oxigênio dissolvido	4,3	0,02
Salinidade	1,9	0,17

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Espécies Bioindicadoras, Exóticas, Raras, Endêmicas ou Ameaçadas

De maneira geral, as algas encontradas na área de estudo, são espécies aptas a colonizarem esses tipos de ambientes sendo consideradas boas competidoras por luz e espaço. As cianobactérias, são consideradas organismos comuns em todas as estações e climas, são oportunistas, toleram altas temperaturas e radiações solares. A estabilidade térmica, usualmente maior em períodos quentes e chuvosos,

é favorável para o desenvolvimento destes organismos. Em ambientes eutrofizados, ou seja, ricos em nitrogênio e fósforo, ocorrem florações – crescimento muito rápido e bastante acentuado de populações de uma ou duas espécies de algas. Nessas condições, as cianobactérias produzem toxinas, que são liberadas para o meio aquático. Isso significa, que no caso de haver um aumento expressivo de nutrientes no meio, poderão ocorrer florações com liberação de toxinas representando assim um risco. Contudo essas algas apresentaram uma densidade muito baixa nos levantamentos realizados, e desta forma, a presença delas não parece estar indicando alguma alteração ambiental, mas sim refletindo as características dos ambientes e o clima. O aumento exagerado da concentração de microalgas indica eutrofização. A eutrofização leva à ocorrência de florações algais, tóxicas ou não, e a uma deficiência de oxigênio pela morte das algas, que prejudica todo o sistema (Moser *et al*. 2005).

Ainda, apesar de muitas algas apresentarem um conteúdo rico em proteínas e vitaminas e sais minerais, polissacarídeos e serem amplamente utilizadas na alimentação, em especial de povos orientais, e essa prática vem se tornando cada vez mais comum no ocidente, não foram registradas essas espécies no estudo em questão. Vale ressaltar que as algas marinhas constituem recursos de grande valor econômico ainda subutilizado no Brasil devido a diversos fatores, entre eles investimento em pesquisas e a falta de um conhecimento mais aprofundado destes organismos.

Não foram registradas espécies com algum grau de ameaça ou espécies endêmicas, citadas em anexos da CITES e Planos de Ação Nacional específicos, uma vez que estas categorias não se enquadram para o fitoplâncton.

- Comparação com dados secundários

As espécies representativas no presente estudo tanto em abundância quanto em riqueza de espécies já vêm sendo verificadas nos dados secundários provenientes do Programa de Monitoramento da Fauna de Praias (PMFP) do projeto de Recuperação da Orla de Matinhos/PR (ACQUAPLAN, 2023)

De acordo Acquaplan (2023) neste estudo realizado em Matinhos com coletas de julho de 2022 a agosto de 2023 foram quantificados 3.253 cel/ml e 37 táxons na comunidade fitoplanctônica (TABELA 27) e as classes mais representativas foram

Bacillariophyceae e Mediohyceae, sendo esses dados similares aos registrados na coleta de dados primários em Guaratuba.

TABELA 27 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO FITOPLÂNCTON REGISTRADOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM JULHO, NOVEMBRO DE 2022, FEVEREIRO, MAIO E AGOSTO DE 2023 NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA DE PRAIAS – PMFP DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE MATINHOS/PR (ACQUAPLAN, 2023)

Composição taxonômica					Total
Filo	**Classe**	**Ordem**	**Família**	**Espécie**	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthaceae	*Achnanthes longipes*	16,2
				Achnanthes parvula	37,8
			Cocconeidaceae	*Cocconeis tropicoacuta*	0,4
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Bacillaria paxillifera*	12,7
				Nitzschia longissima	8,2
				Nitzschia pulgens	14,0
				Nitzschia sp.	105,5
		Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema* sp.	8,2
		Licmophorales	Ulnariaceae	*Ulnaria ulna*	1,7
		Lyrellales	Lyrellaceae	*Petroneis besarensis*	2,1
		Naviculales	Naviculaceae	*Navicula agnita*	119,7
			Pleurosigmataceae	*Pleurosigma normanii*	43,2
		Rhaphoneidales	Rhaphoneidaceae	*Rhaphoneis amphiceros*	6,5
		Surirellales	Surirellaceae	*Surirella* sp.	17,1
		Thalassionematales	Thalassionemataceae	*Thalassionema nitzschioides*	1565,5
	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	*Coscinodiscus wailesii*	65,0
			Heliopeltaceae	*Actinoptychus* sp.	29,0
		Melosirales	Melosiraceae	*Melosira moniliformis*	9,7
		Paraliales	Paraliaceae	*Paralia sulcata*	23,3
		Triceratiales	Triceratiaceae	*Triceratium favus*	16,1
	Mediophyceae	Biddulphiales	Biddulphiaceae	*Biddulphia alternans*	13,8
		Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	*Chaetoceros compressus*	17,9
		Eupodiscales	Odontellaceae	*Odontella aurita*	10,1
		Lithodesmiales	Lithodesmiaceae	*Ditylum brightwellii*	17,5
		Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella* sp.	3,2
		Thalassiosirales	Skeletonemataceae	*Skeletonema costatum*	840,9
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Peniaceae	*Penium sp*	9,7
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Monoraphidium arcuatum*	19,3
				Monoraphidium griffithii	1,3
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	*Anabaena* sp.	23,0
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Lyngbya* sp.	0,5
		Synechococcales	Merismopediaceae	*Merismopedia punctata*	36,5
			Pseudanabaenaceae	*Pseudanabaena* sp.	0,0

Composição taxonômica					Total
Filo	**Classe**	**Ordem**	**Família**	**Espécie**	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	*Euglena* sp.	3,7
				Trachelomonas sp.	74,3
Miozoa	Dinophyceae	Dinophysales	Dinophysaceae	*Dinophysis caudata*	2,0
		Gonyaulacales	Ceratiaceae	*Tripos muelleri*	6,8
		Prorocentrales	Prorocentraceae	*Prorocentrum* sp.	70,1
Riqueza específica					37
Densidade (ind. m-3)					3253
Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H')					1,6
índice de Equitabilidade de Pielou (J')					0,46

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

c) Considerações Finais

O presente estudo teve como objetivo analisar a comunidade fitoplanctônica na área de recuperação da orla de Guaratuba, no estado do Paraná, e fornecer uma avaliação da saúde ecológica e da biodiversidade marinha local. A caracterização da flora fitoplanctônica é fundamental, uma vez que esses organismos são indicadores sensíveis das condições ambientais e desempenham um papel crucial na dinâmica dos ecossistemas aquáticos. A análise qualitativa e quantitativa do fitoplâncton permite entender as interações entre as variáveis abióticas e a biota, além de fornecer informações valiosas sobre a produtividade primária e os ciclos biogeoquímicos da região.

Os resultados obtidos nas campanhas realizadas em setembro de 2023 e dezembro de 2024 revelaram uma diversidade de 31 táxons de fitoplâncton, com uma densidade total de 4.130 cel./ml. A predominância de grupos como Bacillariophyta e Cyanobacteria destaca a importância desses organismos na estrutura da comunidade fitoplanctônica local, refletindo as condições ambientais e as influências antrópicas na área. A dominância de algumas espécies, principalmente em condições eutrofizadas, sugere que a presença de nutrientes, frequentemente provenientes de esgotos e fertilizantes, pode afetar a composição e a abundância dessas comunidades.

As análises de diversidade e equitabilidade indicaram uma forte dominância de poucas espécies, sugerindo que, embora a riqueza de espécies seja relativamente alta, a uniformidade na abundância pode ser um sinal de desequilíbrio ecológico. A relação significativa entre a composição do fitoplâncton e variáveis ambientais como temperatura e oxigênio dissolvido destaca a sensibilidade desses organismos às mudanças climáticas e às interferências antrópicas, como o aumento da poluição e a degradação do habitat.

A recuperação da orla de Guaratuba e a implementação de práticas sustentáveis são essenciais para mitigar os impactos negativos sobre a biota local. A preservação das comunidades fitoplanctônicas é crucial para a manutenção da qualidade da água e para a saúde geral dos ecossistemas marinhos. Interferências como a urbanização, o despejo de resíduos e a agricultura intensiva podem levar à eutrofização, resultando em florações algais nocivas que afetam a fauna local e a qualidade dos recursos hídricos.

Portanto, a realização de análises periódicas da comunidade fitoplanctônica é imprescindível para a gestão e conservação dos ecossistemas marinhos. A integração de dados obtidos neste estudo com informações de projetos de monitoramento, como o Programa de Monitoramento da Fauna de Praias (PMFP), reforça a importância de uma abordagem colaborativa na conservação ambiental e na tomada de decisões para a recuperação e proteção das áreas costeiras.

3.2.3.1.2. Comunidade Zooplanctônica

O zooplâncton marinho é um grupo diversificado de organismos que constituem uma importante base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos. A maioria dos filos de animais marinhos está representada no zooplâncton, seja ao longo de todo o ciclo de vida (holoplâncton) ou apenas na fase larval (meroplâncton) (Bonecker, 2006).

Esses organismos desempenham um papel fundamental nos oceanos, pois são responsáveis por transferir a energia dos produtores primários, como as algas, para os níveis tróficos mais altos. Além disso, muitos deles são importantes indicadores da saúde dos ecossistemas marinhos, sendo utilizados como bioindicadores em estudos ambientais (Barbosa; Martins, 2002).

Uma das principais características do zooplâncton marinho é sua capacidade de se mover livremente na água, aproveitando as correntes oceânicas para se deslocar e se alimentar. Essa movimentação é essencial para sua sobrevivência e reprodução, bem como para o transporte de nutrientes e biomassa em todo o ecossistema marinho.

O declínio do zooplâncton marinho pode afetar negativamente os estoques de peixes, prejudicando a sustentabilidade da pesca (Hays; Richardson; Robinson, 2005). Ainda, Boyd *et al*. (2008), mostrou que a diminuição da biodiversidade do zooplâncton está associada a um aumento na incidência de espécies invasoras e ao desequilíbrio dos ecossistemas marinhos.

Portanto, entender a ecologia e a importância do zooplâncton marinho é fundamental para a conservação e gestão dos ecossistemas marinhos. Investimentos em pesquisas e monitoramento contínuo desses organismos são essenciais para

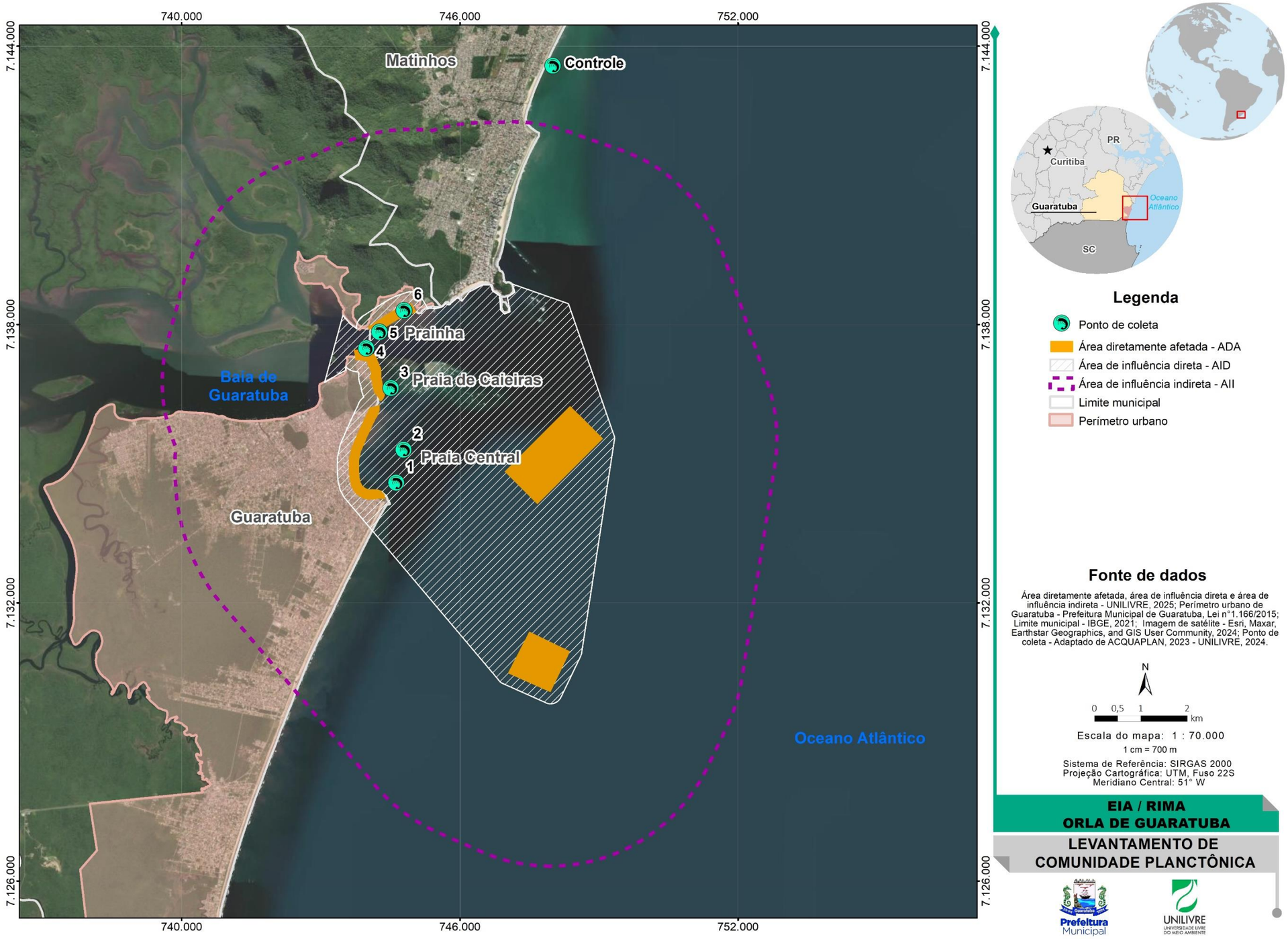
entender melhor os impactos das mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade dos recursos marinhos.

O presente trabalho teve como objetivo principal descrever a fauna e analisar quali-quantitativamente a comunidade zooplanctônica presente na área Recuperação da Orla de Guaratuba, no estado do Paraná. Os dados analisados podem subsidiar informações sobre desovas e agregação larval, através da análise da abundância e distribuição dos organismos, bem como as respectivas relações com os parâmetros físico-químicos dos corpos d'água.

a) Metodologia de Coleta e Análise

As amostragens para a caracterização do zooplâncton das áreas envolveram sete estações amostrais e duas campanhas, realizadas em setembro de 2023 e dezembro de 2024 (FIGURA 180).

FIGURA 180 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



Para tanto foi utilizada rede cônica específica de malha 200 µm, equipada com fluxômetro, com arrastos horizontais subsuperficiais de dois minutos à velocidade de dois nós, mantendo a rede dentro da zona fótica, em cada estação amostral. O conteúdo retido na rede foi armazenado em frascos de polietileno e fixado com solução formalina 4% para zooplâncton.

Após cada processo de coleta, as amostras foram armazenadas em frascos adequadamente identificados, sendo imediatamente fixadas, preservando-as até as análises laboratoriais (FIGURA 181).

FIGURA 181 – COLETA DO ZOOPLÂNCTON DURANTE A CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023.



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Concomitantemente a amostragem do zooplâncton foram aferidos os seguintes parâmetros: salinidade, temperatura da água, turbidez, TDS, oxigênio dissolvido, ORP, pH e condutividade.

Em laboratório, as amostras de zooplâncton foram processadas e transferidas para frascos de vidro de 300 ml devidamente etiquetados. Para amostras contendo grandes quantidades de areia e detritos, foi necessário realizar repetidos processos de decantação, até a completa separação dos organismos. Com relação às amostras muito concentradas, dominadas por microcrustáceos, um quarteador tipo Motoda foi empregado para fracioná-las e dividi-las em vários frascos contendo quantidades iguais para posterior análise.

Previamente às análises qualitativas e quantitativas, o material foi filtrado em laboratório e concentrado em um Becker, do qual foram retiradas alíquotas com subamostrador tipo colher sueca. As contagens foram realizadas em placas Bogorov sob microscópio estereoscópico. Os organismos foram triados e classificados ao menor nível taxonômico possível de acordo com referências especializadas (e.g., Bjornberg, 1981; Bersano; Boxshall, 1994).

A composição e distribuição do zooplâncton foram analisadas através das respectivas densidades de organismos. As fórmulas usadas são descritas abaixo:

Densidade:

O número total de organismos (N) de cada táxon foi realizado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$N = ni \cdot Vc / Vf \qquad (1)$$

Onde:

N = densidade de organismos (n°org/m³);

ni = número de organismos de cada táxon;

Vc = volume da subamostra;

Vf = volume filtrado.

Para as análises de riqueza utilizou-se o número de categorias taxonômicas (táxons) como riqueza absoluta.

Para as análises de diversidade utilizou-se a função de Shannon (H'), também conhecida como Shannon-Wiener (Omori; Ikeda, 1984), que expressa a informação de conteúdo por indivíduo na amostra. O índice de diversidade de Shannon e Wiener (1949) é afetado pelo número de espécies e a proporção em que elas se encontram no ecossistema em estudo. O valor obtido mediante o desenvolvimento da fórmula abaixo, determina a diversidade de cada amostra:

$$H' = - S * [Pi * \ln(Pi)] \qquad (5)$$

Onde:

H' = Índice de Diversidade de Shannon;

S = número total de espécies na amostra;

Pi = n/N; sendo:

n = densidade de indivíduos de cada espécie;

N = densidade total de indivíduos na amostra.

O grau de Equitabilidade (J') mede quão uniformemente os indivíduos são distribuídos entre as espécies encontradas e se baseou em Pielou (1977). O índice de Equitabilidade de Pielou é um dos mais utilizados em estudos ecológicos. Este índice encontra-se delimitado dentro de uma faixa que oscila entre zero (0) e um (1), definindo uma amostra pouco uniforme se o valor está perto de zero (0) e muito uniforme se próximo de um (1) (Washington, 1984).

$$J' = H' / \ln(S) \qquad (6)$$

Onde:

J' = Índice de Equitabilidade de Pielou;

H' = Índice de Diversidade de Shannon;

S = número total de espécies na amostra.

Foi empregada uma Análise de Redundância (RDA) com o intuito de verificar a influência das variáveis ambientais na composição do zooplâncton. Este método combina Regressão e Análise de Componentes Principais (PCA), sendo uma extensão direta da Análise de Regressão para modelar dados multivariados (Legendre; Legendre, 1998). Para isso, utilizou-se uma matriz com os valores de abundância absoluta de indivíduos da ictiofauna e outra matriz com variáveis abióticas. Os dados de abundância absoluta foram transformados em Log (x+1); e, as variáveis ambientais foram normalizadas utilizando-se a função "Standardize", para diminuir a discrepância entre os dados (Legendre; Gallagher, 2001). Antes de se aplicar a RDA foram excluídas variáveis que apresentaram multicolineariedade, utilizando-se como critério de exclusão, variáveis com fator de inflação de variância (VIF) acima de 10 (Hair *et al*., 1998). A significância da RDA também foi testada por 999 permutações. As análises foram realizadas com o programa R (R CORE TEAM, 2021) com o pacote 'vegan' (Oksanen, 2020) e os gráficos com o pacote "ggplot2" (Wickham, 2016). O nível de significância adotado foi de 5%.

b) Resultados e Discussão

Nas campanhas realizadas em setembro de 2023 e dezembro de 2024, identificou-se um total de 4.923 org./m^{-3}, distribuídos em 24 táxons, estes estavam representados em seis filos, 11 classes, oito ordens e dez famílias (TABELA 28) dos quais o filo Arthropoda foi o mais representativo (FIGURA 183). Os artrópodes mais familiares são as aranhas, escorpiões, insetos, centopéias, caranguejos, camarões, mas na realidade a maioria dos animais pertence aos artrópodes, se conhece perto de um milhão de espécies, mas, sem dúvida é apenas uma pequena porcentagem do número total de espécies viventes. Sua enorme capacidade adaptativa permitiu que sobrevivessem praticamente em todos os ambientes, sendo considerados animais com amplo sucesso de colonização em diferentes habitats (Rupert; Fox; Barnes, 2005).

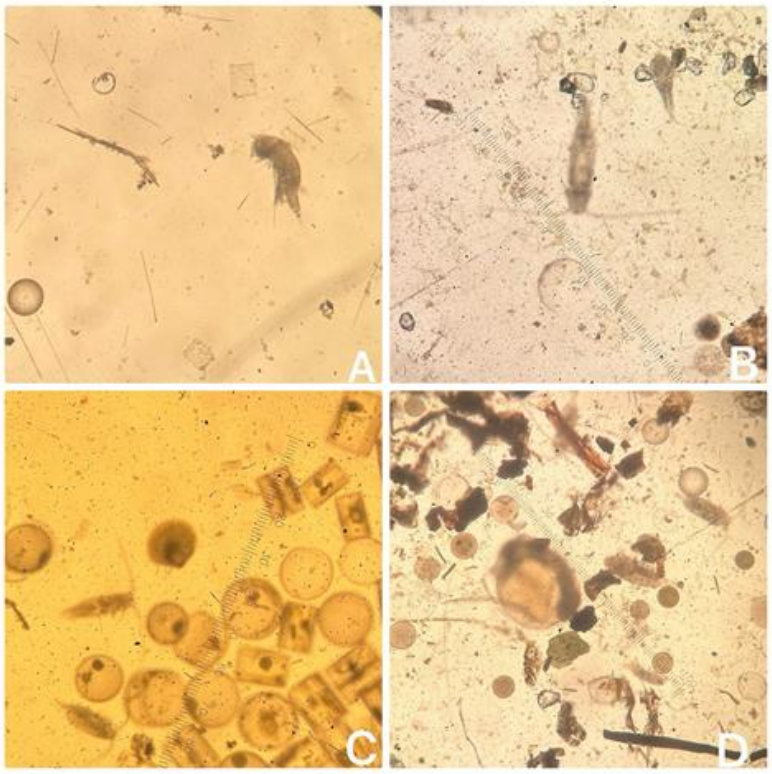
Este filo em questão foi representado por Maxillopoda (Copepoda), resultados comumentemente relatados ao longo de toda a costa brasileira. Destes, os copépodes foram os mais expressivos numericamente (FIGURA 184), outros autores também registraram esse mesmo padrão onde esse grupo pode ser até chamado de insetos d'água devido as altas abundâncias e riqueza de espécies registradas (Björnberg, 1981; Brandini *et al*., 1997).

Temporalmente, houve uma maior ocorrência de organismos zooplanctônicos em setembro de 2023, resultado esse contrário ao registrado para o fitoplâncton. Normalmente os maiores valores de densidade ocorrem nos meses mais quentes do ano, contudo, esse padrão não foi o encontrado, o que pode ser devido a influência das atividades antrópicas ou algum fator pontual (TABELA 28).

Destaca-se ainda a ocorrência de estágios larvais de moluscos (veliger de gastropodes e bivalves), larvas de decapodas (camarão), bem como ovos e larvas de peixe (Teleostei), que também são comumentemente relatados ao longo de toda a costa brasileira e em regiões estuarinas e podem ser indicativos de que o local serve como área de desenvolvimento das fases iniciais para estes organismos do meroplâncton.. Bradford-Grieve; Markhaseva; Rocha; Abiahy (1999) afirmam que esses grupos possuem espécies que ocorrem tanto em águas frias como em águas tropicais sendo comum sua ocorrência o ano todo e ao longo de toda a costa.

Alguns exemplares foram fotografados de forma a ilustrar o presente estudo e se encontram na FIGURA 182.

FIGURA 182 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUNS ORGANISMOS REGISTRADOS DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024



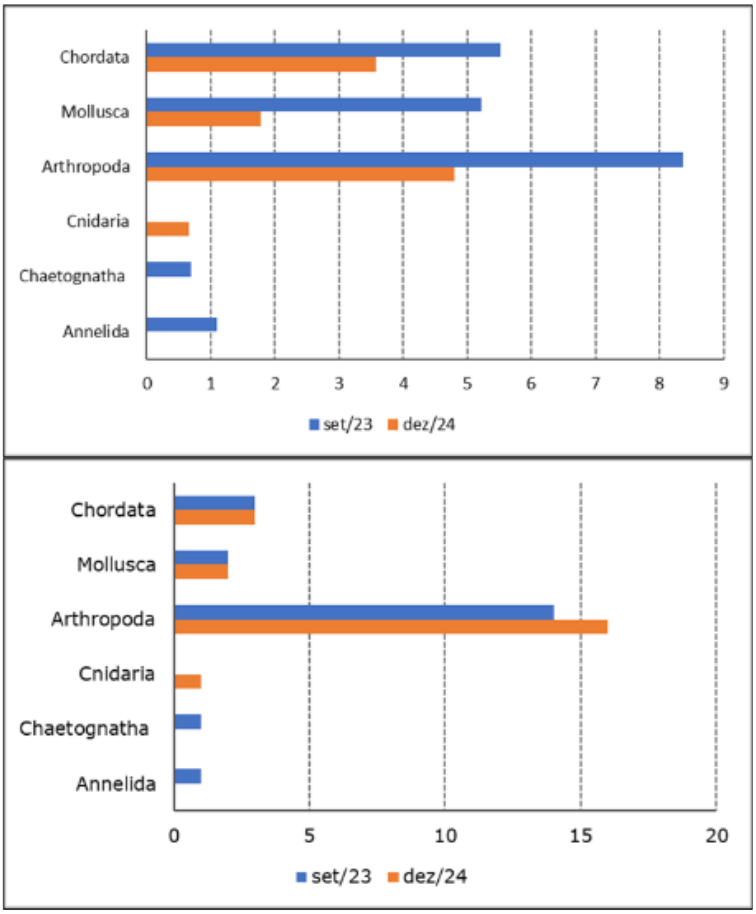
Legenda: A) *Euterpina acutifrons*; B) *Acartia lilljeborgi*, C) Larva de bivalve; D) Ovo de ictiofauna).
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

TABELA 28 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO ZOOPLÂNCTON REGISTRADOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024

Composição taxonômica					Setembro de 2023								Dezembro de 2024								Total
Filo	Classe	Ordem	Família	Espécie	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#CT	Total	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#CT	Total	
Annelida	Polychaeta	--	--	Larva*	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Chaetognatha	Sagittoidea	Aphragmophora	Sagittidae	*Parasagitta* sp.	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cnidaria	Hydrozoa	Siphonophora	--	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	--	Zoea (Larva)	4	1	1	1	0	33	6	45	1	2	1	2	2	7	4	18	63
	Maxillopoda	--	--	Naúplio**	4	46	61	76	75	147	8	417	3	0	1	2	1	2	3	13	430
		--	--	Copepodito**	63	737	335	199	331	360	54	2079	3	2	3	1	0	2	1	13	2092
		Calanoida	Acartiidae	*Acartia lilljeborgi*	11	46	91	76	120	49	2	395	4	6	6	5	1	7	5	34	430
				Acartia tonsa	4	0	15	15	30	0	5	69	0	0	0	0	0	0	0	0	69
			Paracalanidae	*Paracalanus quasimodo*	4	0	0	0	0	0	3	7	1	0	0	0	0	1	1	2	9
			Temoridae	*Temora stylifera*	0	0	0	0	0	33	0	33	0	0	0	0	1	0	0	1	34
				Temora turbinata	4	0	30	15	0	16	2	67	0	1	1	2	0	1	1	5	72
		Cyclopoida	Coryaceidae	*Corycaeus speciosus*	11	161	0	15	0	16	14	217	0	0	0	1	0	0	0	1	218
			Oithonidae	*Oithona oswaldocruzi*	18	92	152	107	75	131	0	575	0	1	0	0	1	0	1	3	578
				Oithona plumifera				15	0	0		15	0	0	0	0	0	2	0	2	17
				Oithona sp.	4	0	15	0	1	0	5	24	0	0	0	0	0	1	0	1	25
		Harpacticoida	Miraciidae	*Macrosetella gracilis*	4	0	0	0	15	0	3	22	1	0	1	1	0	0	0	2	24
			Tachidiidae	*Euterpina acutifrons*	18	69	61	76	60	65	14	363	2	1	0	1	0	0	1	4	368
	Branchiopoda	Ctenopoda	Sididae	*Penilia avirostris*	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	1	0	1	0	8	8
Mollusca	Ostracoda	--	--	--	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	1	7	0	14	14
	Bivalvia	--	--	véliger*	0	69	15	0	0	0	3	87	1	0	0	0	3	0	1	4	92
	Gastropoda	--	--	véliger*	0	0	0	1	30	65	0	97	0	0	1	0	0	0	0	1	97
Chordata	Actinopterygii	--	--	ovo*	18	184	0	0	0	0	14	216	0	0	0	0	0	0	1	1	217
				Larva*	0	0	0	15	0	0	2	17	15	2	4	2	5	4	2	34	51
	Appendicularia	Copelata	Oikopleuridae	Oikopleura sp				15	0	0		15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Riqueza específica					13	10	11	13	10	10	14	21	11	8	10	11	8	11	11	20	24
Densidade (ind. m^{-3})					161	1406	778	628	738	917	134	4761	35	18	22	18	14	36	20	162	4923
Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H')					2,0	1,6	1,7	2,0	1,7	1,9	2,0	2,0	1,9	1,8	2,0	2,2	1,9	2,1	2,1	2,4	2,1
Índice de Equitabilidade de Pielou (J')					0,79	0,68	0,71	0,78	0,73	0,81	0,77	0,65	0,78	0,88	0,88	0,93	0,89	0,87	0,89	0,79	0,65

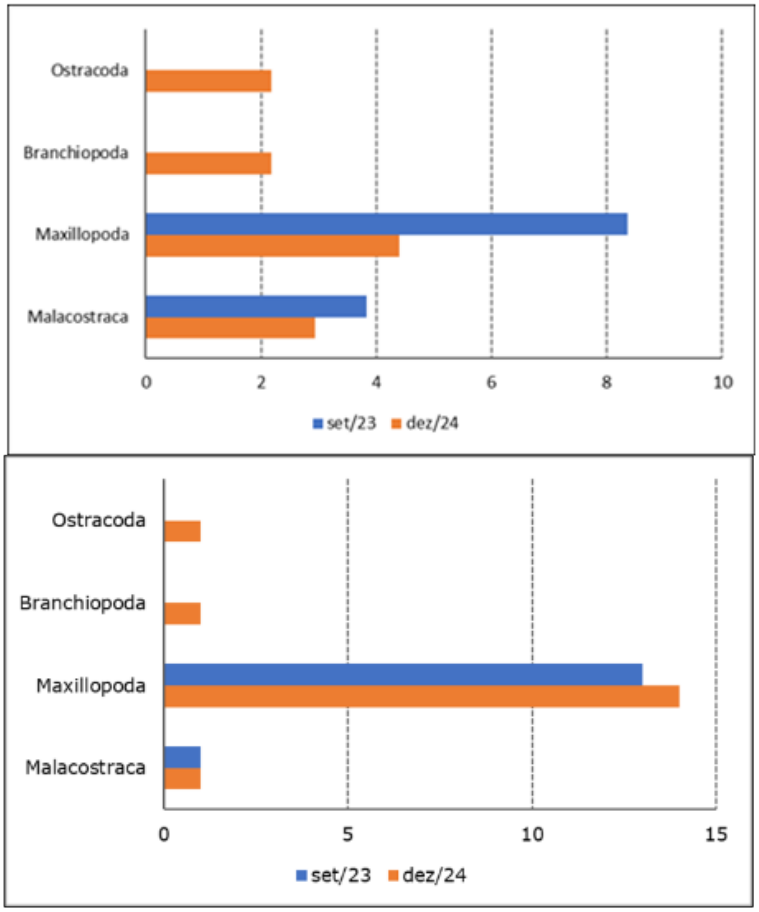
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 183 – DENSIDADE (A) E RIQUEZA (B) DOS FILOS DO ZOOPLÂNCTON DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 184 – DENSIDADE (A) E RIQUEZA (B) DAS CLASSES DO FILO ARTHROPODA QUE OCORRERAM NO ZOOPLÂNCTON DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024



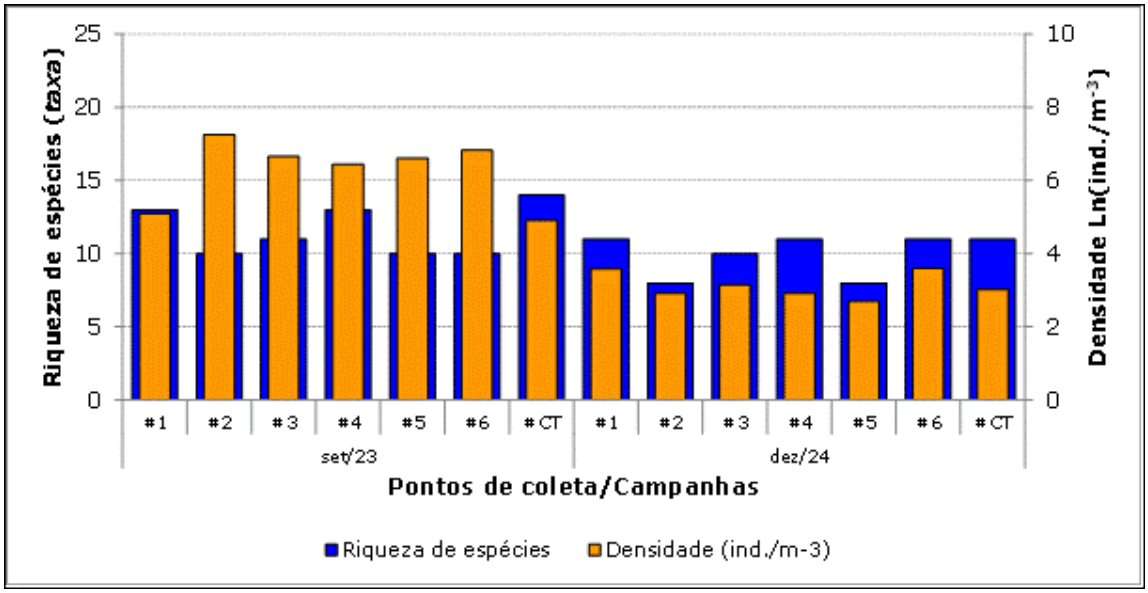
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Com relação à divisão entre os zooplanctontes, que inclui organismos que passam todo o seu ciclo de vida como integrantes do plâncton (holoplâncton), tais como copépodos, cladóceras e chaetognathas e organismos que possuem apenas as fases iniciais do seu ciclo de vida no plâncton (meroplâncton) como amphipodas, ostracodas, moluscos, larvas e ovos de peixes e larvas de decapodas, pode-se observar a dominância do holoplâncton até o momento, descrito por Bradford-Grieve *et al*. (1999) como comum à costa brasileira.

- Densidade, riqueza de espécies e índices de diversidade

Quando analisados a densidade e riqueza de espécies (FIGURA 185) do zooplâncton na área de estudo é possível observar uma distribuição homogênea nesses atributos obtidas entre os pontos.

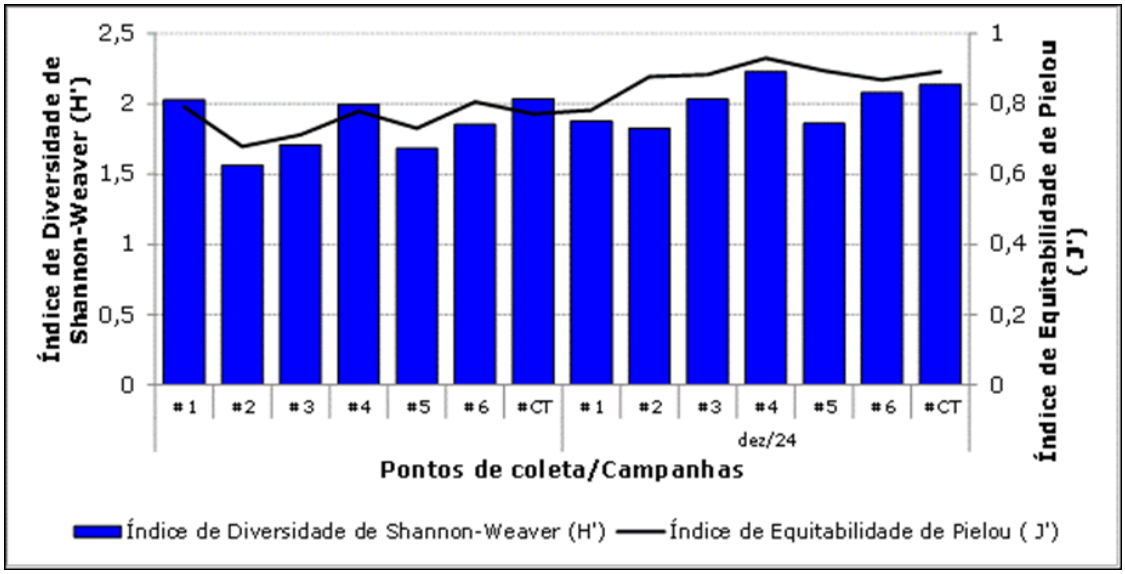
FIGURA 185 – DENSIDADE (ORG./M^{-3}) E RIQUEZA DE ESPÉCIES (TÁXONS) DA COMUNIDADE ZOOPLÂNCTON NOS PONTOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Os valores de diversidade de Shannon-Weaver e equitabilidade de Pielou (FIGURA 186) foram, em geral, altos sugerindo homogeneidade na distribuição dos organismos. Esse resultado é considerado típico uma vez que essas métricas são dependentes da abundância e riqueza de espécies e foram registrados altos valores desses atributos (Magurran; McGill, 2011).

FIGURA 186 – DIVERSIDADE DE SHANNON-WEAVER (H') E EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') DA COMUNIDADE ZOOPLÂNCTON NOS PONTOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024

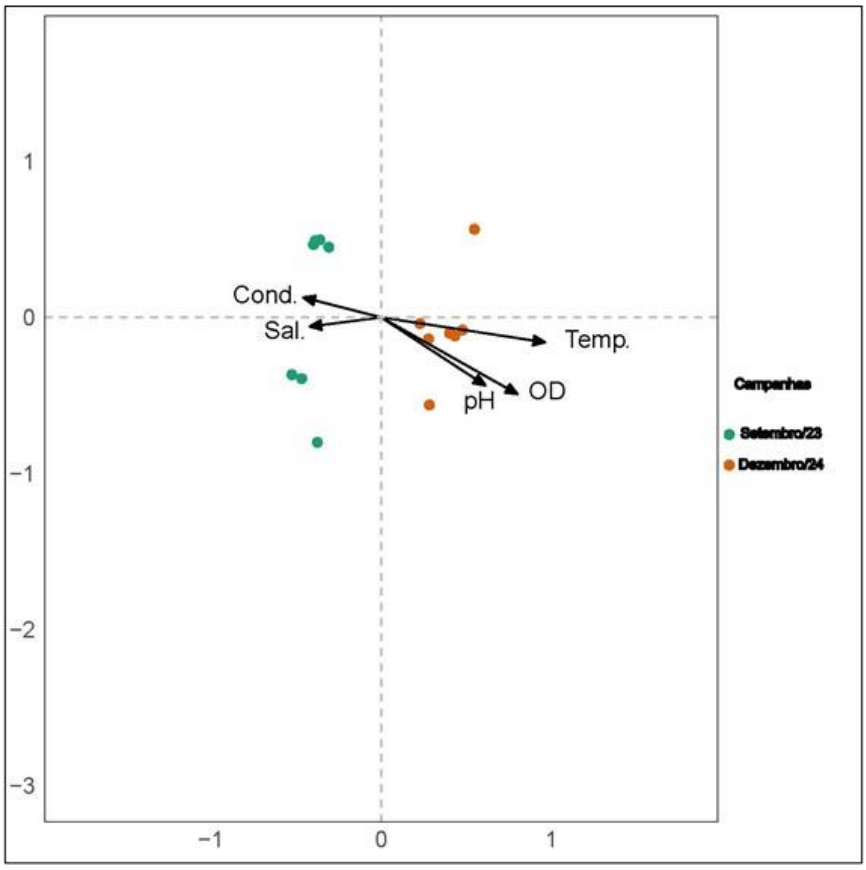


Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Análise com as variáveis ambientais

Concomitantemente ao zooplâncton foram coletadas amostras de água a fim de complementar os estudos com os parâmetros químico-físicos da água do ambiente. O modelo que melhor se ajustou aos dados foi: temperatura da água, pH, condutividade, oxigênio dissolvido e salinidade. Os resultados da RDA explicaram 45,54% da variabilidade total dos dados, mas o modelo não foi considerado significativo (R^2 ajustado= 0,45; F= 3,17; p = 0,001), o que indica que essas variáveis não influenciando na composição dessa comunidade (FIGURA 187). O eixo 1 da RDA foi considerado significativo e retido para análise. Ainda, a temperatura foi correlacionada significativamente com a composição do zooplâncton (p>0,05) (TABELA 29). A resposta da comunidade zooplanctônica com a temperatura está diretamente relacionada com a sazonalidade que é comumente registrada como determinante na distribuição desses organismos (Veado, 2008).

FIGURA 187 – ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA MOSTRANDO A VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES ATRAVÉS DA VARIAÇÃO AMBIENTAL DURANTE AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

TABELA 29 – RESULTADO DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA O MODELO FEITO PELA RDA (EM DESTAQUE EM VERMELHO OS VALORES DE P QUE FORAM SIGNIFICATIVOS P≤0,05)

Variáveis ambientais	F	p
Temperatura	10,0	0,001
pH	1,3	0,24
Condutividade Elétrica	1,5	0,19
Oxigênio dissolvido	1,4	0,18
Salinidade	1,7	0,11

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Espécies Bioindicadoras, Exóticas, Raras, Endêmicas ou Ameaçadas

Até o momento, os copépodos *Temora turbinata*, *Paracalanus quasimodo* e *Acartia lilljeborgii* podem ser consideradas espécies indicadoras hidrológicas. Essas mesmas espécies foram utilizadas por Resgalla Jr. (2001) para avaliar o impacto das dragagens na Baía Sul em Florianópolis, SC. Veado (2008), durante a dragagem do baixo estuário do rio Itajaí-açu, em Itajaí, SC, apontou as mesmas espécies como bioindicadoras na região.

A espécie *Acartia lillgeborgii* é típica de águas costeiras com alta tolerância às variações de salinidade, com distribuição eficiente em águas com menor temperatura (Montu; Gloeden, 1986; Björnberg, 1981). Foi utilizada como indicador biológico na região de dragagem da Baía Sul em 1996 e 1997, quando a redução de suas densidades foi registrada em função do impacto da dragagem no local, pela ressuspenção de metais pesados disponibilizados na coluna d'água durante as obras de dragagem.

Temora turbinata é considerada eurihalina e termófila e foi apontada por Araújo e Montú (1993) e Lopes (2004) como uma espécie invasora, que não ocorria na costa brasileira. Sua adaptação foi muito eficiente e hoje é considerada um organismo importante para a produção secundária em regiões estuarinas e costeiras. Pode ser considerada para este estudo espécie-chave para a região.

Vale destacar que não foram registradas espécies endêmicas da região em questão, uma vez que, como já dito anteriormente, a fauna aqui apresentada é típica de águas estuarinas e costeiras do Brasil.

- Comparação com dados secundários

De acordo com Programa de Monitoramento da Fauna de Praias (PMFP) do projeto de Recuperação da Orla de Matinhos/PR (ACQUAPLAN, 2023) foram

quantificados 206.884 ind./m^3, distribuídos em 27 táxons (TABELA 30) com coletas realizadas de julho de 2022 a agosto de 2023. A composição foi similar a encontrada nesse estudo com dados primários, contudo mais expressiva devido ao maior número de coletas.

Cabe destacar que, como já dito anteriormente, a fauna zooplanctônica aqui descrita é típica de águas estuarinas e costeiras com ampla distribuição em águas costeiras tropicais e subtropicais (Bjornberg, 1981; Bradford-Grieve *et al*.,1999). Schettini e Toldo Júnior (2002) ressaltam que a presença e ausência de determinadas espécies e grupos taxonômicos está diretamente ligada a variabilidade sazonal e também, a dinâmica do ambiente. Com isso, organismos que possuem condições específicas para seu desenvolvimento (temperatura ou salinidades ideais, por exemplo), podem surgir em destaque numa época do ano e não ser registrado em outro momento.

TABELA 30 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO ZOOPLÂNCTON REGISTRADOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM JULHO, NOVEMBRO DE 2022, FEVEREIRO, MAIO E AGOSTO DE 2023 NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA DE PRAIAS – PMFP DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE MATINHOS/PR (ACQUAPLAN, 2023)

Composição taxonômica					Total
Filo	**Classe**	**Ordem**	**Família**	**Espécie**	
Annelida	Polychaeta	--	--	Larva*	445
Chaetognatha	Sagittoidea	Aphragmophora	Sagittidae	*Parasagitta* sp	356
Cnidaria	Hydrozoa	Siphonophora	--	--	352
Rhizopoda	Lobosea	Testacea	Centropyxidae	*Centropyx aculeata*	6
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	--	Zoea (Larva)	10084
	Maxillopoda	--	--	Naúplio**	4425
		--	--	Copepodito**	101092
		Calanoida	Acartiidae	*Acartia lilljeborgi*	15039
				Acartia tonsa	1198
			Diaptomidae	*Notodiaptomus henseni*	11
			Paracalanidae	*Paracalanus quasimodo*	2623
				Calocalanus sp	800
			Pseudodiaptomidae	*Pseudodiaptomus acutus*	115
			Temoridae	*Temora stylifera*	765
				Temora turbinata	19314
		Cyclopoida	Coryaceidae	*Corycaeus giesbrechti*	1183
				Corycaeus speciosus	64
			Oithonidae	*Oithona oswaldocruzi*	26588
				Oithona tenuis	507
		Harpacticoida	Tachidiidae	*Euterpina acutifrons*	6657
	Branchiopoda		Podonidae	*Podon sp*	11
				Pseudevadne sp	2570
		Ctenopoda	Sididae	*Diaphanosoma sp*	0
				Penilia avirostris	7115
	Ostracoda	--	--	--	125
Mollusca	Bivalvia	--	--	véliger*	2197
	Gastropoda	--	--	véliger*	582
Chordata	Actinopterygii	--	--	ovo*	2661
				Riqueza específica	**27**
				Densidade (ind. m^{-3})	**206884**

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

c) Considerações Finais

O presente estudo teve como objetivo caracterizar a comunidade zooplanctônica na área de recuperação da orla de Guaratuba, no estado do Paraná, e compreender as relações entre esses organismos e os parâmetros físico-químicos do ambiente. O zooplâncton, como base da cadeia alimentar marinha, desempenha um papel crucial na manutenção da saúde e funcionalidade dos ecossistemas aquáticos. A análise da fauna zooplanctônica permite não apenas a avaliação da biodiversidade local, mas também uma avaliação das condições ambientais que influenciam esses organismos.

As amostragens realizadas em setembro de 2023 e dezembro de 2024 revelaram uma diversidade considerável de táxons, com destaque para o filo Arthropoda, que apresentou a maior representação. A predominância de organismos holoplânctonicos, como copépodos, em relação aos meroplânctonicos, como larvas de moluscos e decápodes, reflete um padrão comum em ambientes costeiros brasileiros. Essa predominância é indicativa da saúde do ambiente, uma vez que os copépodos são sensíveis a alterações nas condições ambientais, como temperatura e salinidade, que, conforme observado, influenciam a composição e abundância do zooplâncton.

As análises de diversidade e equitabilidade mostraram que, apesar das variações sazonais, a comunidade zooplanctônica na área de estudo mantém uma distribuição relativamente homogênea, o que é um indicador positivo de estabilidade ecológica. No entanto, a presença de espécies bioindicadoras, como *Acartia lilljeborgii* e *Temora turbinata*, sugere que a área está sujeita a pressões ambientais que devem ser avaliadas continuamente. A identificação de espécies invasoras e a diminuição da biodiversidade local são preocupações que podem afetar a dinâmica do ecossistema marinho, impactando diretamente a pesca e a saúde dos ambientes costeiros.

A recuperação da orla, embora necessária para o desenvolvimento regional, deve ser realizada de forma sustentável, levando em consideração os impactos a longo prazo sobre a biota aquática.

Em suma, os dados obtidos neste estudo são fundamentais para subsidiar ações de conservação e gestão ambiental na região. A implementação de estratégias de conservação e a educação ambiental são essenciais para promover a

conscientização sobre a importância da biodiversidade marinha e os serviços ecossistêmicos que ela proporciona.

3.2.3.1.3. Comunidade Ictioplanctônica

Os peixes representam aproximadamente 50% dos vertebrados, englobando cerca de 24.000 espécies. Entre essas, cerca de 96% são de teleósteos, das quais 41% são encontradas em ambientes de água doce (Vazzoler, 1996). O Brasil, além de possuir a maior rede hidrográfica do mundo, é considerado o país com maior riqueza de espécies de peixes, com cerca de três mil espécies (McAllister; Hamilton; Harvey, 1997).

Além da vasta diversidade desses organismos é inegável a importância ecológica dos mesmos na estruturação e funcionamento dos ecossistemas aquáticos, pois estes fazem parte dos diversos níveis tróficos, desde detritívoros e consumidores primários até predadores de topo. Dessa forma, podem afetar a abundância, a composição de espécies e a distribuição das outras comunidades que fazem parte desses ecossistemas. Cabe destacar ainda, a importância econômica desses organismos, principalmente por sua participação preponderante na produção pesqueira mundial (marinhos e dulcíolas) (Agostinho; Júlio Júnior, 1999).

Nesse sentido, estudos sobre distribuição e abundância das fases iniciais do ciclo de vida das espécies são essenciais na determinação dos períodos e locais de desova, tornando-se fundamentais, tanto para a taxonomia, como para a ecologia das espécies. Uma vez que as informações sobre a comunidade de peixes não podem ser consideradas adequadas sem um bom conhecimento da ecologia desses organismos como um todo (Nakatani, 1994).

Ovos e estágios larvais planctônicos dos peixes são chamados de ictioplâncton (Nakatani *et al*., 2001), e o estudo destes fornecem evidências para determinar áreas de desova e desenvolvimento inicial, bem como para a tomada de decisões sobre medidas de manejo (Nakatani *et al*., 2001), tornando-se importante conhecer o papel dos ambientes aquáticos para o ciclo de vida das espécies de peixes, contribuindo dessa forma, para determinar áreas de proteção ambiental e, consequentemente, para a preservação das espécies.

a) Metodologia de Coleta e Análise

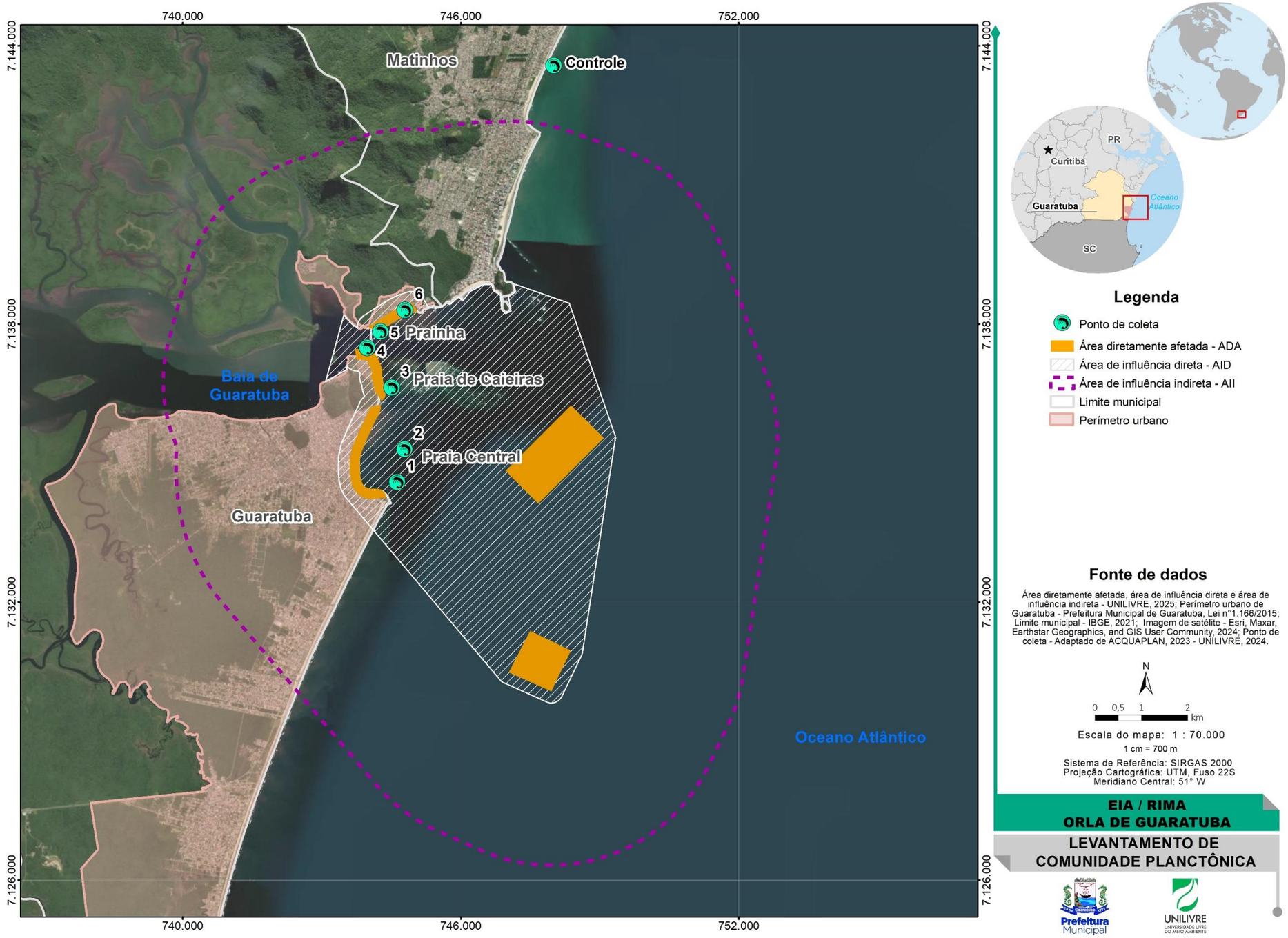
As amostragens para a caracterização do ictioplâncton das áreas envolveram sete estações amostrais e duas campanhas, realizadas em setembro de 2023 e em dezembro de 2024 (FIGURA 189) com auxílio de rede cônica específica de malha 200 µm para o ictioplâncton (quali/quantitativo), equipadas com fluxômetro, com arrastos horizontais subsuperficiais de dois minutos à velocidade de dois nós, mantendo a rede dentro da zona fótica, em cada estação amostral (FIGURA 188). O conteúdo retido na rede foi armazenado em frascos de polietileno e fixado com solução formalina 4%.

FIGURA 188 – COLETA DO ICTIOPLÂNCTON DURANTE A CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 189 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR E NA ÁREA CONTROLE



Outros parâmetros também foram mensurados ainda *in situ*. Esse levantamento ficou a cargo de uma sonda multiparâmetros, a qual levantou informações ao longo da coluna d'água, gerando dados em tempo real de temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido (OD) e turbidez.

Em laboratório, cada amostra foi processada em sua totalidade, separando-se os ovos e larvas de peixes presentes com auxílio de câmaras de Bogorov e microscópios estereoscópicos binoculares com aumento de até 63 vezes. A identificação taxonômica foi realizada ao nível de família, ou ao menor táxon possível, através de referências bibliográficas especializadas (Fahay, 1983; Leis; Rennis, 1983; Leis; Trnski, 1989; Moser, 1996). Quando a identificação taxonômica não foi positiva para os ovos e larvas de peixes, estes foram categorizados como "não identificados" (NI). A seguir são apresentadas as abundâncias totais e percentuais de ocorrência de cada táxon, além dos índices ecológicos de riqueza, diversidade e equitabilidade de larvas, propostos por Omori e Ikeda (1984), aplicados sempre que possível.

b) Resultados e Discussão

Nas campanhas realizada em setembro de 2023 e dezembro de 2024, das 14 amostras triadas, 11 foram positivas, ou seja, foi registrado alguma forma ictioplanctônica (TABELA 31).

As capturas de ovos e larvas revelam a ocorrência de atividade reprodutiva nos ambientes amostrados, indicando que estes ambientes são utilizados como locais de desova.

TABELA 31 – DENSIDADES DE OVOS, LARVAS E JUVENIS DE PEIXES, POR PONTO AMOSTRAL, NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024

Campanha	Ponto	Ovos/10m^{-3}	Larvas/10m^{-3}	Juvenis/10m^{-3}
Setembro de 2023	#1	92,4		
	#2	3491,7		26,9
	#3	3,2		
	#4	10,7		
	#5	5,3		
	#6	8,0		
	#CT	110,6		
Dezembro de 2024	#1			
	#2			230
	#3			
	#4		4730	
	#5		5860	
	#6		6550	660

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

No total foram registrados um total de 21.778,72 org./10m^{-3}, destes 3.721,86 foram ovos e 18.056,86 foram de larvas e juvenis (TABELA 32). Dos juvenis na primeira campanha foram registrados indivíduos do gênero Mugli, e na segunda da família Engraulidae. As espécies da família Mugilidae são encontradas em águas tropicais e subtropicais, sendo peixes costeiros abundantes em regiões estuarinas (Franco, 1992). Estudos referente a ecologia desta família sugerem sua desova em lagoas estuarinas, ou até mesmo em água doce, no entanto, Menezes e Figueredo (1985), indicam que estas espécies desovam no mar e quando os indivíduos adquirem capacidade de nadar, migram para águas costeiras penetrando nos estuários, onde passam grande parte do seu ciclo de vida. Esse padrão corrobora com os resultados verificados durante esta amostragem, onde foi possível visualizar indivíduos jovens desta família.

A família Engraulidae, comumente conhecida como as anchovas, é um grupo de peixes teleósteos que desempenha um papel crucial nos ecossistemas marinhos e na pesca comercial. Esses peixes são caracterizados por seus corpos esguios e a presença de uma linha lateral bem desenvolvida, facilitando a detecção de vibrações na água (Froese; Pauly, 2023). As formas jovens da família Engraulidae exibem características morfológicas distintas que os ajudam a sobreviver em ambientes vulneráveis, como estuários e áreas costeiras. Esses juvenis são geralmente transparentes e possuem uma coloração que varia de acordo com a espécie, o que lhes confere camuflagem contra predadores (Fischer *et al*., 1990).

TABELA 32 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA E DENSIDADE DA COMUNIDADE ICTIOPLANCTÔNICA POR PONTOS, NA ÁREA DE ESTUDO, NA 1ª CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023

Composição Taxonômica	set/23								dez/24								Total
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#CT	Total	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#CT	Total	
Ordem Mugiliformes																	
Família Mugilidae																	
***Mugil* sp.**		26,86						26,86									26,86
Ordem Clupeiformes																	
Família Engraulidae										230,00				660,00		890,00	890,00
NI												4730,00	5860,00	6550,00			
Densidade Larvas e Juvenis para 10m³		26,86						26,86		230,00		4730,00	5860,00	7210,00			
NI	92,38	3491,71	3,20	10,69	5,26	8,02	110,60	3721,86									3721,86
Densidade Ovos para 10m³	92,38	3491,71	3,20	10,69	5,26	8,02	110,60	3721,86									3721,86

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Alguns exemplares foram fotografados de forma a ilustrar o presente estudo e se encontram na FIGURA 190.

FIGURA 190 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUNS ORGANISMOS REGISTRADOS DURANTE A 1ª CAMPANHA REALIZADA EM SETEMBRO DE 2023. (A= OVO; B= *MUGIL* SP.)



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

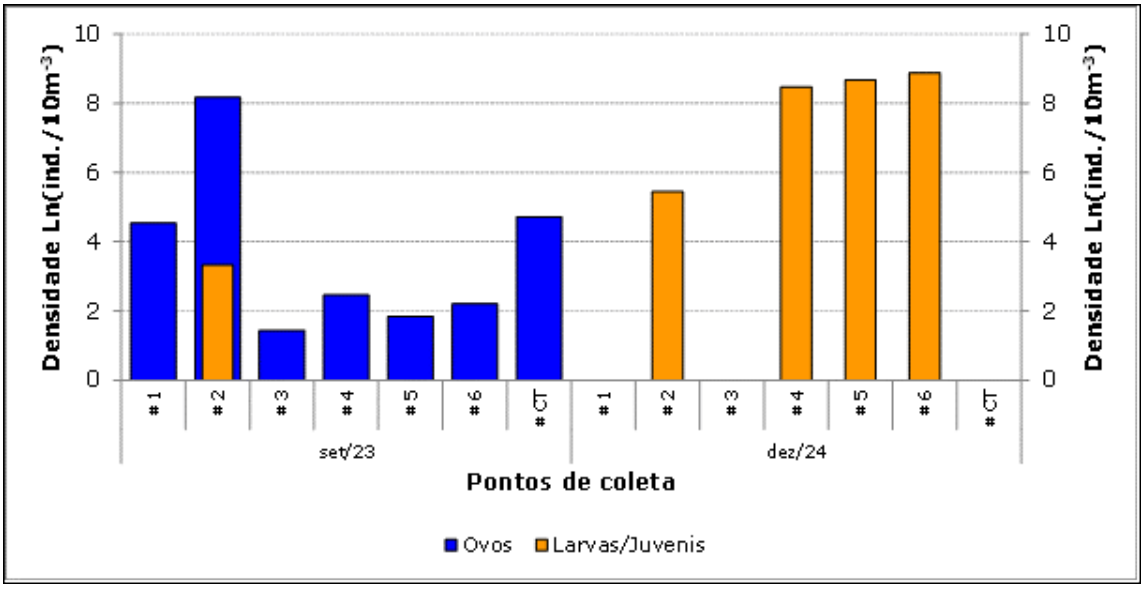
- Densidade e índices de Diversidade

Quando analisados a densidade (FIGURA 191) na área de estudo não foi possível observar um padrão nítido espacial, contudo foi possível notar uma maior ocorrência de ovos na campanha de setembro e uma maior ocorrência de larvas e juvenis na campanha de dezembro de 2024.

Esse fato pode ser explicado devido aos peixes marinhos geralmente produzirem uma grande quantidade de ovos como parte de suas estratégias reprodutivas. A desova em massa, que ocorre em determinadas épocas do ano, resulta em uma alta concentração de ovos no ambiente. Esse fenômeno é frequentemente associado a fatores sazonais e ambientais, como temperatura da água, disponibilidade de alimento e condições de habitat (Blaxter, 1992). Além disso, eventos como ressurgência podem influenciar a disponibilidade de nutrientes, afetando a quantidade de plâncton disponível para as larvas se alimentarem. Esses

fenômenos podem resultar em flutuações na abundância de larvas em relação aos ovos, dependendo da época do ano e das condições oceanográficas (Cushing, 1975).

FIGURA 191 – DENSIDADE DE OVOS E LARVAS/JUVENIS (ORG./10M^{-3}) DO ICTIOPLÂNCTON NOS PONTOS NAS CAMPANHAS REALIZADAS EM SETEMBRO DE 2023 E DEZEMBRO DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Não foi possível calcular os índices de diversidade para esta campanha devido à baixa riqueza de espécies registrada (Magurran; McGill, 2011), assim como os dados ainda são incipientes para correlação com as variáveis abióticas. Com a adição de mais campanhas durante o período de instalação do empreendimento, será possível realizar estas análises.

- Espécies Bioindicadoras, Exóticas, Raras, Endêmicas ou Ameaçadas

Nenhuma das espécies registradas consta nas listas Estadual (CONSEMA), Nacional (MMA) e Internacional (IUCN) de espécies ameaçadas de extinção. Das espécies identificadas até o menor nível taxonômico possível, nenhuma pode ser considerada endêmica. Também não foram registradas espécies da ictiofauna potencialmente novas.

Apesar de não terem sido encontradas espécies de peixes que possam ser consideradas como indicadores ambientais, Castro e Menezes (1999) preconizam que a dinâmica expressa pela abundância dos componentes da ictiofauna vem sendo

utilizadas no embasamento para inferências acerca da qualidade das águas e da integridade ecológica de rios e lagoas.

- Comparação com Dados Secundários

Se comparados os dados provenientes do Programa de Monitoramento da Fauna de Praias (PMFP) do projeto de recuperação da Orla de Matinhos/PR (ACQUAPLAN, 2023) com os encontrados nas campanhas deste diagnóstico, é possível notar que há ocorrência de formas jovens da ictiofauna, contudo não é feito um estudo apenas para este grupo (vide a tabela do zooplâncton.), contudo é notado que há atividade reprodutiva de peixes comuns na região, assim como o registrado aqui.

c) Considerações Finais

Este estudo sobre a comunidade ictioplanctônica foi conduzido com o objetivo de compreender a dinâmica reprodutiva dos peixes em ambientes aquáticos, uma vez que a compreensão da distribuição e abundância de ovos e larvas é crucial para a conservação e manejo sustentável das espécies. Ao longo das campanhas realizadas em setembro de 2023 e dezembro de 2024, foi possível identificar a ocorrência de atividade reprodutiva em diferentes pontos amostrais, o que sugere que essas áreas desempenham um papel importante como locais de desova.

Os dados coletados revelaram uma alta densidade de ovos e larvas, especialmente na primeira campanha, destacando as variações sazonais que influenciam a abundância de diferentes fases do ciclo de vida dos peixes. A ausência de um padrão espacial claro na distribuição das amostras indica que outros fatores ambientais, como temperatura, nutrientes e a presença de plâncton, podem influenciar a dinâmica dessas comunidades.

Embora nenhuma espécie ameaçada ou endêmica tenha sido identificada, a presença de espécies comuns e a dinâmica de abundância observada fornecem informações valiosas sobre a qualidade da água e a integridade ecológica da área de estudo.

É importante ressaltar que o impacto de empreendimentos na região, como a urbanização e a poluição, pode ter efeitos adversos sobre as comunidades aquáticas. A degradação do habitat, a alteração do fluxo hídrico e a contaminação das águas podem comprometer os locais de desova e os recursos alimentares disponíveis para larvas e juvenis, impactando negativamente a sobrevivência das espécies. Portanto, as análises realizadas neste estudo não apenas contribuem para o conhecimento científico, mas também destacam a necessidade de estratégias de manejo e conservação que protejam esses ambientes.

3.2.3.2. Macrofauna Bentônica de Fundo Inconsolidado

A macrofauna bentônica refere-se a uma comunidade de organismos aquáticos que possuem tamanho igual ou superior a 0,5 mm e habitam o fundo de corpos d'água, como oceanos, rios e lagos (Holme; McIntyre, 1984). Esse grupo de invertebrados engloba uma ampla variedade de espécies, representada majoritariamente por poliquetas, moluscos, crustáceos e equinodermos.

Os organismos bentônicos desempenham um papel crucial na estruturação dos ecossistemas aquáticos, participando em processos bioquímicos, nos ciclos de nutrientes e na cadeia alimentar, servindo de base alimentar para inúmeras espécies de peixes e crustáceos, incluindo de valor comercial (Thrush; Dayton, 2002; Andersen; Kristensen, 1992). Além disso, a macrofauna propicia a remobilização e aeração do sedimento, desta forma, influenciando diretamente no equilíbrio e manutenção dos ambientes (Lana *et al*., 1996; Devai, 1990; Amaral, Nonato; Petti, 1994.; Amaral; Migotto, 1980).

A fauna bentônica é amplamente empregada como ferramenta na avaliação da qualidade ambiental em função de diversas atividades, tais como industrial, dragagem e alimentação praial. Por isso, este grupo é definido como bioindicador, e sua utilização em estudos ambientais ocorrem principalmente em função de características como ampla distribuição, estreita relação com o sedimento, baixa mobilidade, alta sensibilidade e períodos curtos de vida (Egres *et al*., 2012; 2019; Bicudo; Bicudo, 2004; Chowdhury *et al*., 2022.; Rehitha; Vineetha; Madhu, 2022). Nesse contexto, o presente diagnóstico tem como objetivo realizar a caracterização da composição e estrutura da comunidade da macrofauna bentônica localizada na

Área de Influência Direta (AID) do empreendimento – Recuperação da Orla de Guaratuba, PR.

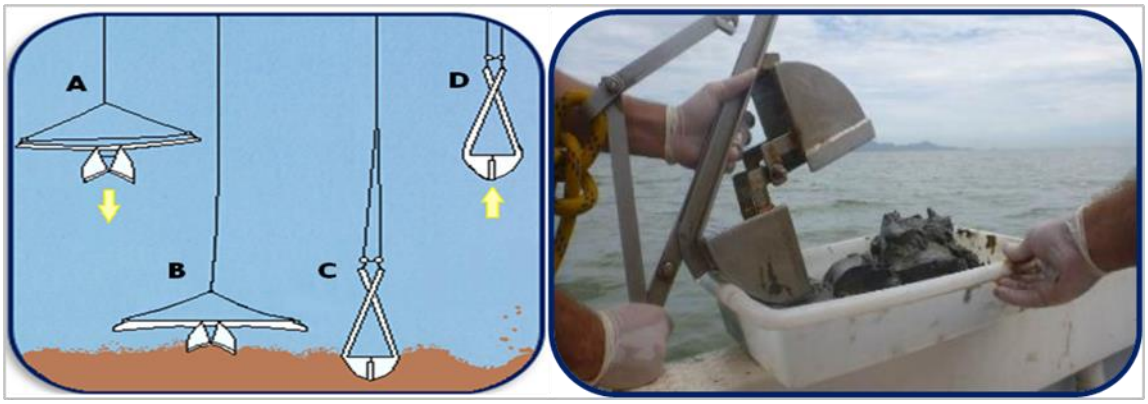
3.2.3.2.1. Materiais e Métodos

a) Procedimento Amostral

As coletas de amostras para a caracterização da macrofauna bentônica no infralitoral foram realizadas em setembro de 2023 (inverno) e dezembro de 2024 (primavera). Amostras em triplicata foram obtidas em seis pontos amostrais (FIGURA 193) utilizando um pegador de fundo tipo van Veen com dimensões de 12 cm x 23 cm. Essa metodologia consiste no lançamento do equipamento a partir de uma embarcação, permitindo que a draga atinja o fundo e colete uma amostra da camada superficial do sedimento (FIGURA 192).

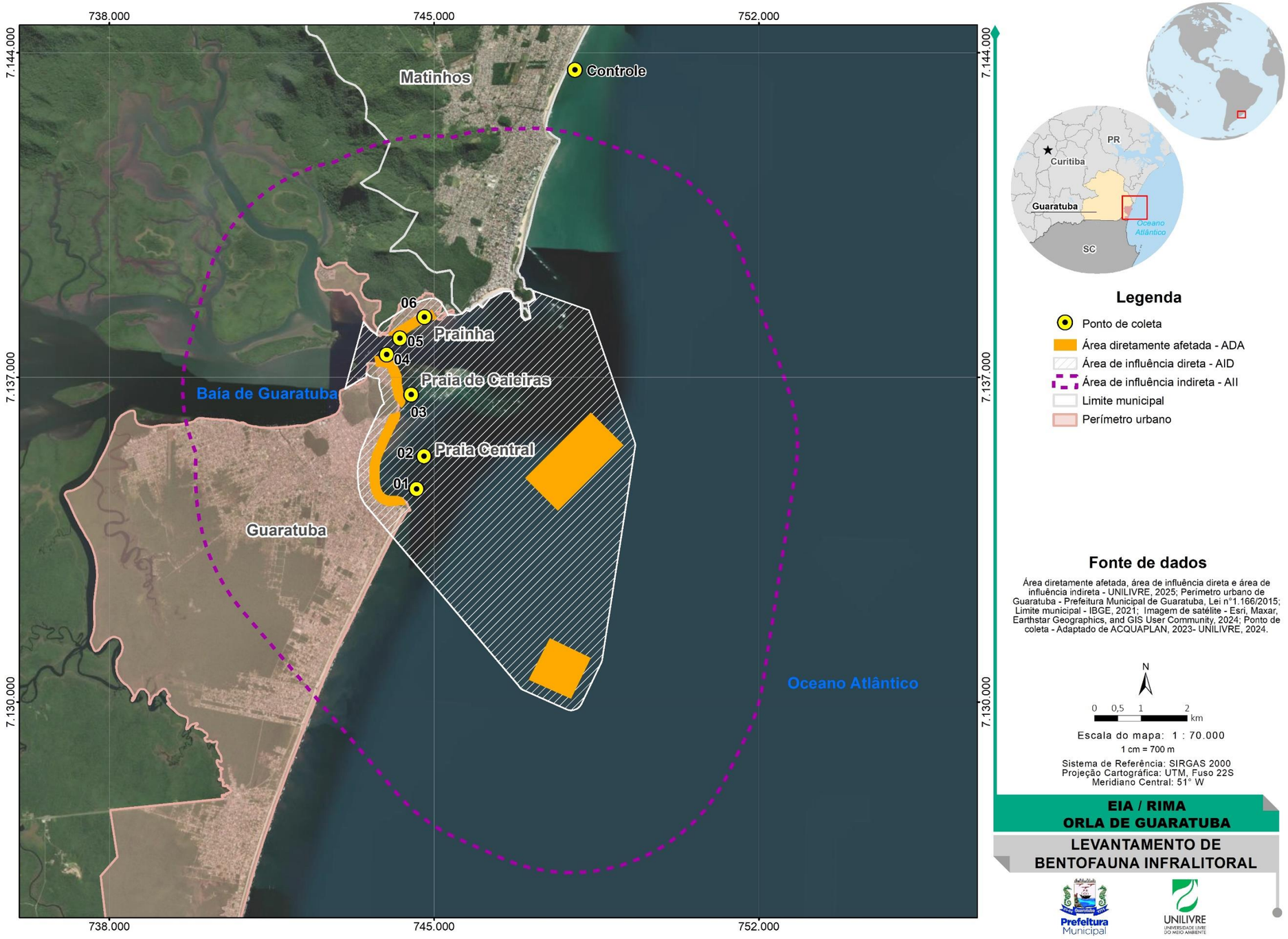
Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos tela com abertura de 500 µm previamente identificados. Em seguida, as amostras foram fixadas em formaldeído 4% em enviados ao laboratório para identificação.

FIGURA 192 – ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO PEGADOR DE FUNDO DO TIPO VAN VEEN PARA COLETA DE MACROFAUNA



Fonte: adaptado de Esgemar, S.A.

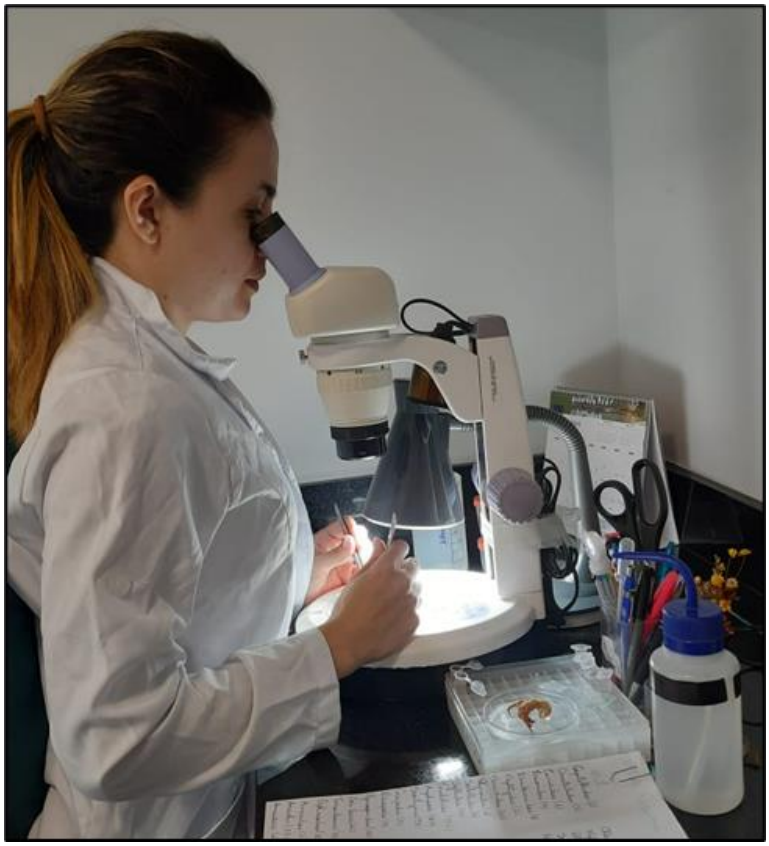
FIGURA 193 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA BENTOFAUNA INFRALITORAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



b) Análise Laboratorial e Tratamento Estatístico

Em laboratório, as amostras foram lavadas em jogo de peneiras de 1,0 mm e 0,5 mm de abertura de malha, para separação da fauna do material detrítico. O conteúdo retido nas peneiras foi triado em microscópio estereoscópico e todos os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível (FIGURA 194). Após a identificação, as amostras foram acondicionadas em frascos com solução alcoólica 70%.

FIGURA 194 – PROCESSO DE TRIAGEM DAS AMOSTRAS DE MACROFAUNA EM MICROSCÓPIO ESTEREOSCÓPICO



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

A estrutura da comunidade foi avaliada através dos descritores de riqueza de espécies (S), abundância de indivíduos (N), diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J`). O índice de equitabilidade mede a homogeneidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies encontradas, assim, baixos resultados indicam a predominância de indivíduos de uma mesma espécie.

A verificação da normalidade ocorreu através do teste de Shapiro-Wilk, no qual, a hipótese nula (H_0) assume que as amostras provêm de uma população normal, sendo rejeitada se $p<0,05$. A comparação dos descritores entre os pontos e campanhas (set/23 e dez/24) foi realizada utilizando a análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis (método univariado).

Posteriormente, foi realizada a representação das associações bênticas por meio da análise de MDS. A análise de agrupamento MDS classifica elementos em diferentes grupos, de forma que os elementos dentro de um grupo sejam parecidos, e os elementos em diferentes agrupamentos sejam distintos entre si.

Por fim, para melhor visualização das dessemelhanças na composição da comunidade foi aplicada a análise SIMPER. Esta análise possui um caráter exploratório e permite identificar as principais espécies/táxons responsáveis pelas similaridades dentro de cada grupo e pelas dissimilaridades encontradas entre os grupos (Clarke; Warwick, 2001).

3.2.3.2.2. Resultados e Discussão

Considerando as duas campanhas amostrais realizadas (set/23 e dez/24), foram coletados no total 305 indivíduos da macrofauna bentônica, pertencentes a sete filos, distribuídos em quarenta unidades taxonômicas (TABELA 33). O filo Annelida foi o mais abundante, sendo representado principalmente pelos poliquetas *Owenia* sp. e Spionidae, que corresponderam a 21,43% e 13,66% da fauna, respectivamente (FIGURA 195). Em seguida, destacou-se o gastrópode da família Tellinidae, responsável por 13,04% do total.

De modo geral, a composição da comunidade bentônica identificada na região de Guaratuba apresentou similaridade com a observada em outros estudos realizados em áreas de infralitoral, como em Matinhos, no estado do Paraná, onde ocorreu uma obra de alimentação artificial de praia. Contudo, em termos de dominância, em Matinhos, o grupo mais abundante foi o Amphipoda, especialmente após a realização da obra (ACQUAPLAN, 2024).

TABELA 33 – ABUNDÂNCIA TOTAL E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA (%) DOS TÁXONS OBSERVADOS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. CONT% - PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DO TÁXON EM RELAÇÃO A FAUNA TOTAL IDENTIFICADA

TÁXON	set/23	dez/24	Total	Cont.%
ANNELIDA				54,97%
Capitellidae	4	7	11	3,42%
Glyceridae	0	1	1	0,31%
Hermundura sp.	3	0	3	0,93%
Hesionidae	3	0	3	0,93%
Lumbrineridae	1	0	1	0,31%
Magelonidae	3	1	4	1,24%
Onuphiidae	1	0	1	0,31%
Opheliidae	3	0	3	0,93%
Oweniidae	69	0	69	21,43%
Paraonidae	2	4	6	1,86%
Pisionidae	3	0	3	0,93%
Polynoidae	1	0	1	0,31%
Sigambra sp.	7	0	7	2,17%
Sipuncula	1	0	1	0,31%
Spionidae	44	0	44	13,66%
Syllidae	18	0	18	5,59%
Terebellidae	0	1	1	0,31%
ARTHROPODA				19,25%
Amphipoda	10	0	10	3,11%
Cumacea	4	0	4	1,24%
Insecta	1	0	1	0,31%
Isopoda	16	0	16	4,97%
Mysida	2	0	2	0,62%
Ostracoda	1	0	1	0,31%
Tanaidacea	24	0	24	7,45%
ECHINODERMATA	0	0	0	0,00%
Ophiuroidea	4	0	4	1,24%
MOLLUSCA				22,98%
Anadara	0	1	1	0,31%
Arcidae	1	0	1	0,31%
Bivalve N.I.	3	0	3	0,93%
Diplodonta sp.	7	0	7	2,17%
Echinolittorina ziczac	2	0	2	0,62%
Donax hanleyanus	10	0	10	3,11%
Mytilidae	1	0	1	0,31%
Semele sp.	2	0	2	0,62%
Sphenia sp.	1	0	1	0,31%
Strigilla sp.	42	0	42	13,04%
Tellinidae	3	0	3	0,93%
Terebra sp.	1	0	1	0,31%
NEMATODA	2	2	4	1,24%
NEMERTEA	4	0	4	1,24%
PLATYHELMINTHES	1	0	1	0,31%
TOTAL	305	17	322	100,00%

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 195 – ORGANISMOS MAIS ABUNDANTE DA COMUNIDADE DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA ÁREA DE ESTUDO DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA



Legenda: Poliquetas. A) *Owenia* sp. e B) Spionidae.
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Os anelídeos são frequentemente um componente importante de qualquer comunidade bentônica, podendo representar até 2/3 das associações (Rouse; Pleijel, 2006). Dentro do filo, em termos de número de espécies e abundância de indivíduos, destaca-se o grupo Polychaeta, amplamente utilizado em avaliações de qualidade ambiental (Dean, 2008). O anelídeo Owenia, que pertence à família Oweniidae, é um gênero infaunal e cosmopolita. A ampla distribuição destes organismos se deve a sua grande adaptabilidade, uma vez que são tolerantes a metais pesados, diferenças de temperatura, salinidade e hipoxia (Gibbs *et al*., 2000; Gentil; Dauvin; Ménard, 1990; Dales, 1958). Este gênero é encontrado habitando desde a zonas costeiras, até 5.000 metros de profundidade. Sua alimentação é detritívora, utilizando o fitoplâncton e matéria orgânica como principais bases alimentares (Neal; Avant, 2008.).

Diversos estudos demonstram que os padrões de distribuição dos owenídeos são fortemente influenciados pelas características do sedimento. Pinedo *et al*. (2000) constatou que os organismos com maior biomassa foram encontrados em áreas com a maior concentração de material particulado, e que a construção dos tubos foram negativamente influenciadas por sedimentos maiores. No entanto, Martin *et al*. (2006) correlacionaram o aumento da densidade de owenídeos com aumento do tamanho médio do grão e a presença de cascalho, assim como, verificaram uma correlação negativa associada a substratos com alto teor de silte e argila, e maior profundidade. De maneira similar, Amaral (1980) e Martins e Almeida (2014) identificaram alta

abundância destes organismos em locais formados por sedimento arenoso e ricos em cascalho.

A família Spionidae, segundo táxon mais abundante, é composta por poucas espécies endêmicas e muitas espécies cosmopolitas. Esses invertebrados são organismos comuns em todos os ambientes marinhos, particularmente em fundos não consolidados de áreas rasas estuarinas ou de plataforma. Algumas espécies de spionídeos são perfuradoras de substratos calcários, podendo causar graves danos à mitilicultura e ostricultura (Bolívar; Lana, 2022).

Após aplicar o teste de Shapiro-Wilk sobre os fatores determinados (campanha e ponto), verificou-se que as amostras não apresentaram distribuição normal. Posteriormente, foi realizada a análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis, que apresentou diferença significativa (p<0,05) para o fator campanha (TABELA 34).

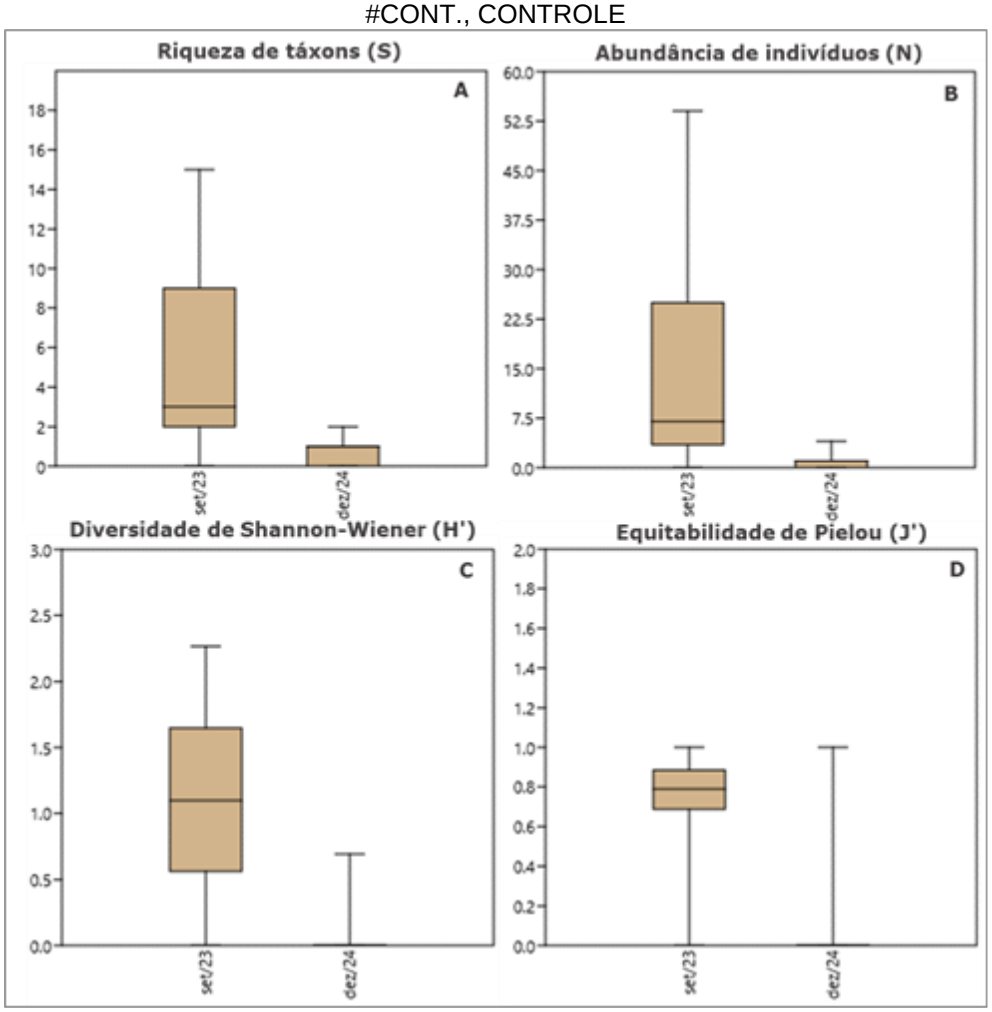
TABELA 34 – VALORES DE H TESTE DE KRUSKAL-WALLIS E P PARA OS DESCRITORES DE RIQUEZA DE TAXA (S), ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS (N), EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') E DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H'). VALORES EM VERMELHO REPRESENTAM OS DESCRITORES QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS (P<0,05)

Fator	Kruskal-Wallis	Riqueza de táxons (S)	Abundância de Indivíduos (N)	Diversidade de Shannon-Wiener (H')	Equitabilidade de Pielou (J')
Campanha	H (chi2):	17,86	19,71	17,54	11,11
	p:	0,00	0,00	0,00	0,00
Ponto	H (chi2):	10,12	9,41	8,06	7,32
	p:	0,10	0,14	0,15	0,20

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Considerando as campanhas de coleta, foi observada diferença significativa para todos os indicadores da comunidade, com os valores mais elevados registrados na campanha realizada em setembro de 2023 (FIGURA 196).

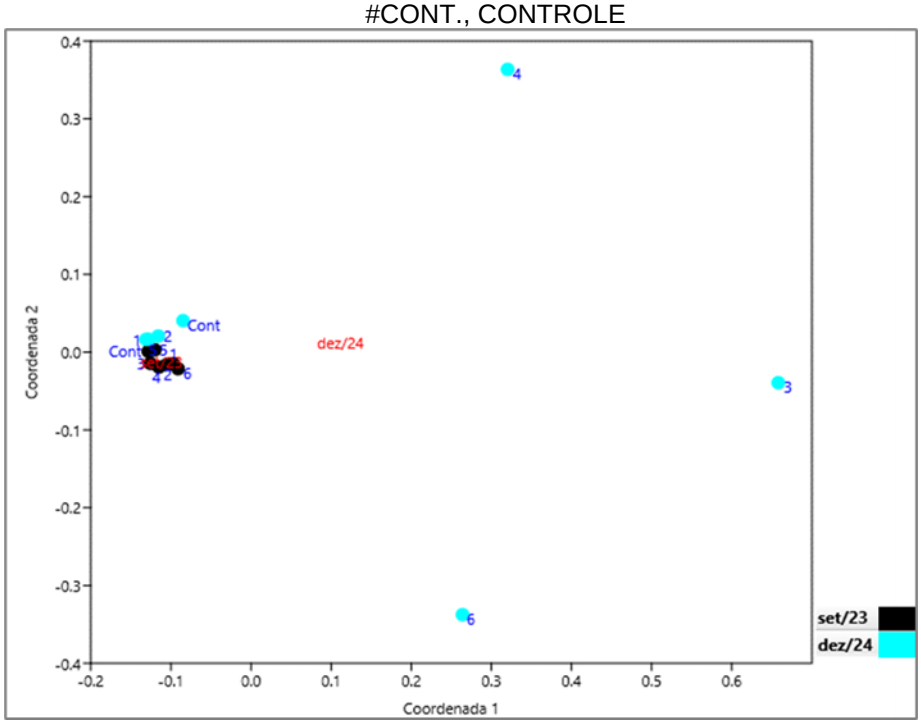
FIGURA 196 – BOXPLOT DOS VALORES DE MEDIANA E QUARTIS DE 25% E 75% DOS DESCRITORES DE A) RIQUEZA DE TÁXONS (S); B) DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H'); E C) EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. #CONT., CONTROLE



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Por meio da análise de ordenação multidimensional (nMDS) aplicada aos pontos de coleta, foi possível observar que as amostras coletadas em dezembro/24 exibiram maior dispersão quando comparadas as de setembro/23 (FIGURA 197). Esse resultado está associado à maior similaridade na composição e estrutura da comunidade em setembro/23, que, como mencionado anteriormente, apresentaram os valores mais elevados dos indicadores da comunidade.

FIGURA 197 – ANÁLISE DE ORDENAÇÃO MULTIDIMENSIONAL NÃO PARAMÉTRICA (NMDS) APLICADA SOBRE OS PONTOS DE COLETA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA UTILIZANDO A DISTÂNCIA DE BRAY-CURTIS. COEFICIENTE DE ESTRESSE = 0,2. #CONT., CONTROLE



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Os táxons que contribuíram para a dissimilaridade entre os pontos amostrais foram identificados através da análise SIMPER, que evidenciou que cinco (*Strigilla* sp., Oweniidae, Isopoda, Syllidae e Spionidae) perfizeram aproximadamente 51% da dissimilaridade da fauna (TABELA 35). Destaca-se que os principais táxons responsáveis pela dissimilaridade entre as campanhas, foram coletados exclusivamente na campanha realizada em setembro de 2023.

TABELA 35 – RESULTADOS DA ANÁLISE SIMPER. DISSIMILARIDADE MÉDIA (DISS.MED), CONTRIBUIÇÃO (CONT.%) E CONTRIBUIÇÃO ACUMULADA (ACUM.%) DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES QUE CONTRIBUÍRAM PARA A DISSIMILARIDADE ENTRE OS PONTOS DE COLETA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO E ÁREA CONTROLE – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. #CONT., CONTROLE

Táxon	Dis. Med.	Cont.%	Cont. %	N. set/23	N. dez/24
Strigilla sp.	14,40	14,69	14,69	2,00	0
Oweniidae	10,84	11,06	25,75	3,29	0
Isopoda	10,51	10,72	36,47	0,76	0
Syllidae	7,85	8,01	44,48	0,86	0
Spionidae	6,72	6,86	51,34	2,10	0

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

De modo geral, é presumível que ocorra variabilidade na estrutura e composição da comunidade bentônica, uma vez que esses indicadores refletem os padrões de mudanças na distribuição e abundância das populações de espécies no espaço e no tempo, conforme descrito por Kolasa (2005). Esse equilíbrio dinâmico populacional pode estar relacionado à regulação por mecanismos dependentes da densidade, conforme destacado por Walter (2008).

A composição, abundância e diversidade da fauna bentônica é diretamente influenciada pela interação de diversos fatores ambientais e biológicos. Os ciclos reprodutivos de muitas espécies são sazonais, resultando na presença de diferentes estágios de vida, como larvas, juvenis e adultos, em períodos distintos do ano. Além disso, interações biológicas, comportamentos de migração e fatores abióticos, como temperatura da água, salinidade, disponibilidade de oxigênio dissolvido e de alimento apresentam variações sazonais que afetam diretamente a distribuição e composição das espécies. Ademais, atividades antrópicas também podem alterar o habitat bentônico.

3.2.3.2.3. Considerações Finais

De modo geral, com base nos dados adquiridos da comunidade bentônica com as coletas realizadas em setembro/2023 e dezembro/2024, é possível inferir que os poliquetas Owenia sp. e Spionidade corresponderam aos organismos mais abundantes do estudo, sendo identificados quase que exclusivamente nos pontos #01 e #02. Ressalta-se que no geral, estes pontos (#01 e #02) exibiram os maiores valores dos indicadores da comunidade, inclusive em função da contribuição destes poliquetas.

No geral, as obras de alimentação artificial influenciam principalmente a macrofauna bentônica da praia, no entanto, a área oceânica contígua ao local da intervenção também é afetada. Os principais impactos negativos estão associados à modificação do habitat natural, o que pode alterar a granulometria, a compactação e a composição química do substrato, resultando na redução da riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade das espécies. A intensidade dos impactos depende da escala do engordamento, da frequência de manutenção e da capacidade de recuperação da comunidade bentônica afetada. Por outro lado, as mudanças no

substrato podem favorecer o estabelecimento de diferentes espécies. Portanto, com o objetivo de compreender as modificações da biocenose da macrofauna bentônica recomenda-se a implementação de um monitoramento da fauna, com ênfase na avaliação dos indicadores ecológicos e na identificação de espécies exóticas invasoras.

3.2.3.3. Bentofauna Praial

As praias ocupam 2/3 das formações costeiras do mundo e são caracterizadas pelo depósito de sedimentos, majoritariamente arenosos (McLachlan; Defeo, 2017). Seus limites vão da linha da maré mais baixa até o ponto mais alto da maré (Correia; Sovierzovski, 2005). Estes ecossistemas são influenciados, e dependentes para sua manutenção, do acúmulo de substratos inconsolidados, do regime de ondas e ventos, assim como as correntes marítimas (McLachlan; Defeo, 2017).

Os ambientes praiais constituem sistemas dinâmicos de alta importância ecológica, servindo como habitats para diversas espécies de invertebrados, assim como zonas de alimentação e reprodução de organismos marinhos e aves migratórias (Grose; Cremer, 2015; Bomfim *et al*., 2021). Apesar de acolher espécies temporárias, a biota constituinte das praias é composta pela fauna bentônica, caracterizadas principalmente por poliquetas, moluscos e crustáceos (Corte; Amaral, 2023). A diversidade, abundância e dominância das espécies bentônicas que vivem neste ambiente, são diretamente influenciadas por fatores associados à morfodinâmica praial, como a inclinação e o tamanho das partículas do sedimento, assim como pelo movimento das marés (McLachlan; Brown, 2006; Santos; Ferreira, 2019). Devido ao seu estilo de vida séssil ou sedentário, os organismos da macrofauna bentônica representam uma importante ferramenta como bioindicadores em avaliações da qualidade ambiental.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar a caracterização da composição e estrutura da comunidade da macrofauna bentônica das praias Central, Caieiras e Prainha, em Guaratuba, localizadas na área diretamente afetada pelo empreendimento – Recuperação da Orla de Guaratuba, PR.

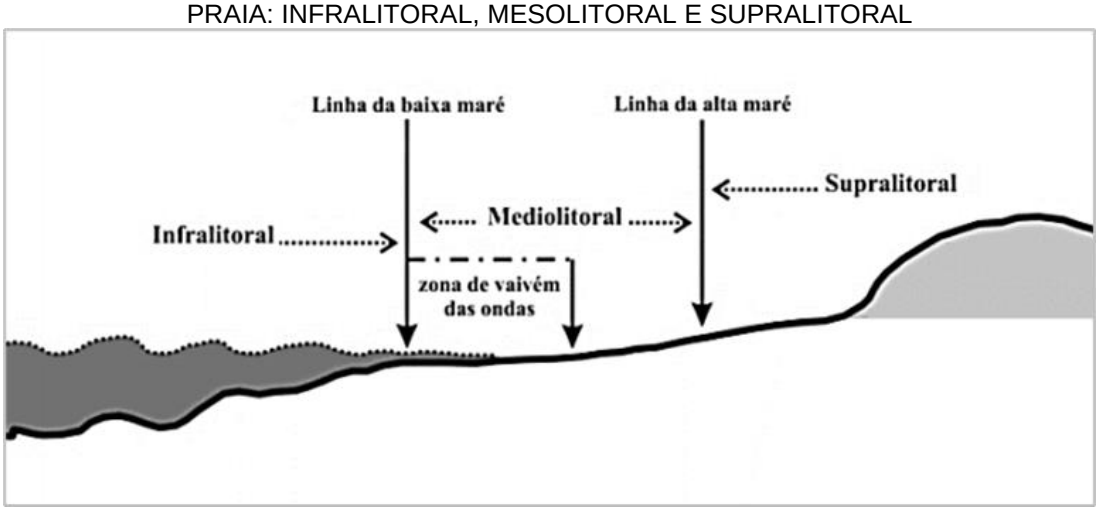
3.2.3.3.1. Materiais e Métodos

a) Procedimento Amostral

As amostras foram coletadas em setembro de 2023 e dezembro de 2024 para a caracterização da macrofauna bentônica de praia arenosa. A coleta foi realizada em triplicata ao longo de 12 transectos perpendiculares à linha de costa, distribuídos nas praias Central, Caieiras e Prainha, em Guaratuba. Os pontos amostrais abrangeram os diferentes estratos de maré (supralitoral, mesolitoral e infralitoral) (FIGURA 199).

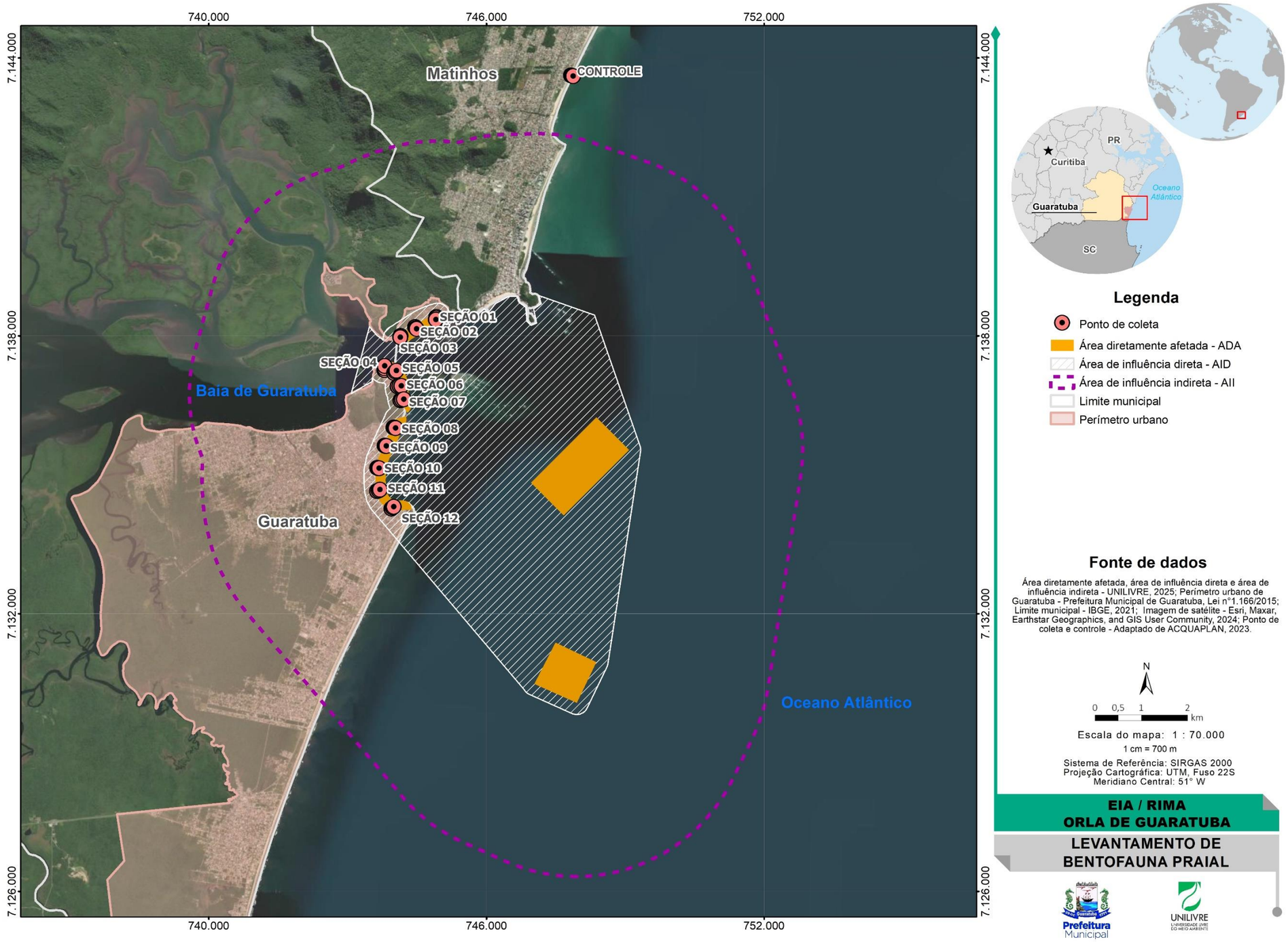
Neste estudo, foi considerado como (i) supralitoral, região superior, condicionada aos borrifos de água salgada; (ii) mesolitoral, região de domínio das marés, permanecendo imersa durante a maré alta e emersa na baixa e; (iii) infralitoral, região inferior que está sempre submersa (FIGURA 198).

FIGURA 198 – ESQUEMA GERAL INDICANDO POSICIONAMENTO DOS TRÊS ESTRATOS NA PRAIA: INFRALITORAL, MESOLITORAL E SUPRALITORAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 199 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA BENTOFAUNA PRAIAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



As amostras foram coletadas com um corer de PVC (15 x 15 cm) e em seguida foram acondicionadas em sacos tela com abertura de malha de 500µm (FIGURA 200). Por fim, foram fixadas em solução formalina a 4% e armazenadas em bombonas plásticas para envio ao laboratório.

FIGURA 200 – COLETA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE PRAIA COM UM CORER DE PVC

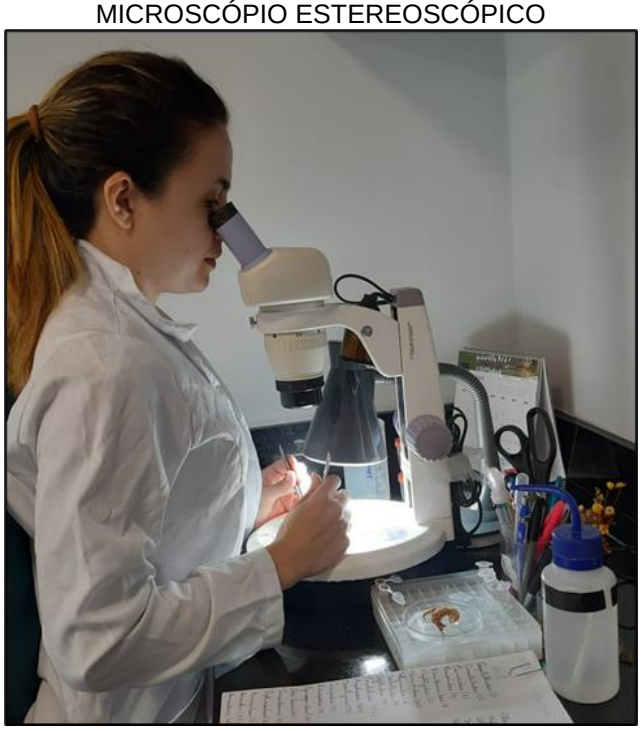


Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

b) Análise Laboratorial e Tratamento Estatístico

Em laboratório, as amostras foram lavadas em jogo de peneiras de 1,0 mm e 0,5 mm de abertura de malha, para separação da fauna do material detrítico. O conteúdo retido nas peneiras foi triado em microscópio estereoscópico e todos os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível (FIGURA 201). Após a identificação, as amostras foram acondicionadas em frascos com solução alcoólica 70%.

FIGURA 201 – PROCESSO DE TRIAGEM DAS AMOSTRAS DE MACROFAUNA EM MICROSCÓPIO ESTEREOSCÓPICO



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

A estrutura da comunidade foi avaliada através dos descritores de riqueza de espécies (S), abundância de indivíduos (N), diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J`). O índice de equitabilidade mede a homogeneidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies encontradas, assim, baixos resultados indicam a predominância de indivíduos de uma mesma espécie.

A verificação da normalidade ocorreu através do teste de Shapiro-Wilk, no qual, a hipótese nula (H_0) assume que as amostras provêm de uma população normal, sendo rejeitada se $p<0,05$. A comparação dos descritores entre os pontos e campanhas (set/23 e dez/24) foi realizada utilizando a análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis (método univariado).

Posteriormente, foi realizada a representação das associações bênticas por meio da análise de MDS. A análise de agrupamento MDS classifica elementos em diferentes grupos, de forma que os elementos dentro de um grupo sejam parecidos, e os elementos em diferentes agrupamentos sejam distintos entre si.

Por fim, para melhor visualização das dessemelhanças na composição da comunidade foi aplicada a análise SIMPER. Essa análise possui um caráter exploratório e permite identificar as principais espécies/táxons responsáveis pelas

similaridades dentro de cada grupo e pelas dissimilaridades encontradas entre os grupos (Clarke; Warwick, 2001).

3.2.3.3.2. Resultados e Discussão

Considerando as duas campanhas de coleta realizadas (set/23 – inverno e dez/24 - primavera), foram coletados no total 1.597 indivíduos da macrofauna bentônica, pertencentes a cinco filos, distribuídos em trinta e três unidades taxonômicas (TABELA 36). Na região, o táxon mais abundante em ambas as campanhas foi o poliqueta da família Spionidae, que representou 64% do total da fauna registrada. O segundo táxon mais frequente foi *Emerita brasiliensis*, responsável por 12% da fauna (FIGURA 202). Entretanto, este crustáceo foi identificado quase exclusivamente na campanha de setembro de 2023.

De modo geral, a composição da comunidade bentônica identificada na região de Guaratuba apresentou similaridade com a observada em outros estudos realizados em ambientes praiais, como em Matinhos, no estado do Paraná, onde foi realizada uma obra de alimentação artificial de praia (ACQUAPLAN, 2024). Para ambas as praias, a família de poliqueta Spionidae correspondeu ao táxon mais abundante, contudo, em Matinhos, verificou-se que os maiores valores de abundância dos spionídeos ocorreram antes da realização do engordamento da praia.

A família Spionidae, abundante na comunidade macrobentônica da zona de arrebentação, é uma das mais ricas e abundantes dentro da classe Polychaeta, com cerca de 500 espécies distribuídas em 40 gêneros atualmente reconhecidos (WoRMS, 2024). O grupo tem uma vasta distribuição mundial, ocorrendo em uma ampla faixa batimétrica e em quase todos os tipos de substratos (Blake, 1996). Os spionídeos podem ser negativamente afetados pelo aumento da poluição industrial e esgoto (Dean, 2008). De acordo com um estudo realizado por Rocha, Silva e Riascos (2013) na praia do Flamengo/RJ, a espécie *Scolelepis chilensis* apresentou um alto índice de mortalidade em condições de hipoxia, sendo este, um reflexo de sua sensibilidade a ambientes com baixas concentrações de oxigênio. Nesse sentido, o autor conclui que, em situação de hipoxia associada a sedimento contaminado, o índice de mortalidade deste poliqueta aumenta consideravelmente.

Os membros do gênero Emerita, segundo táxon mais abundante, são muito comuns na macrofauna de praias arenosas expostas, caracterizando as zonas sublitorais, tanto de praias refletivas, quanto dissipativas (McLachlan; Erasmus, 1983.; Veloso; Cardoso, 1999). Segundo Cardoso, Veloso e Caetano (2003), o ciclo de vida e as características populacionais de *E. brasiliensis* são influenciados pela morfodinâmica específica de cada praia. De acordo com os autores, a mortalidade das fêmeas do crustáceo é significativamente maior em praias reflexas devido ao declive estreito e abrupto.

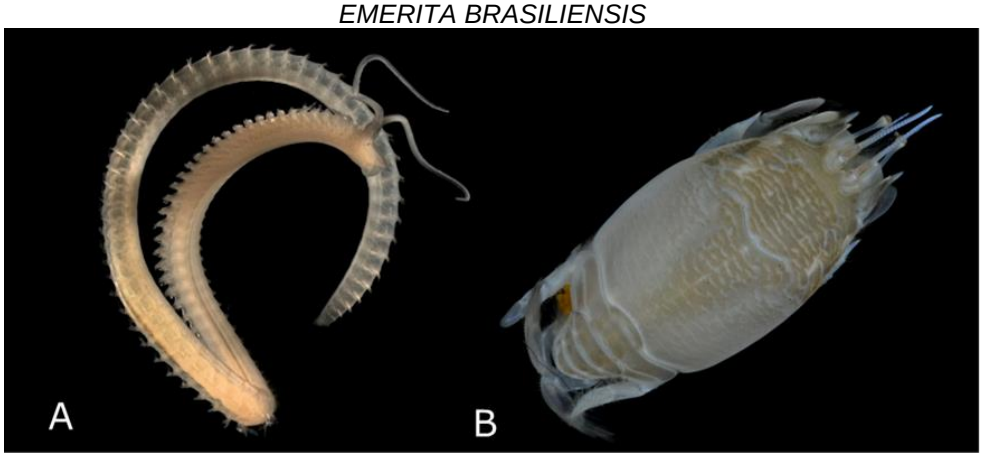
Na região da praia de Matinhos, embora o crustáceo Emerita tenha sido o segundo táxon mais abundante, sua ocorrência foi registrada exclusivamente no mês de setembro, correspondendo ao período de transição entre inverno e primavera. Cardoso (1999), ao investigar a biologia populacional de *Emerita brasiliensis* por meio de amostragens quinzenais realizadas entre outubro de 1990 e março de 1993 na Praia da Fora, Rio de Janeiro, observou que as maiores densidades populacionais ocorreram no final da primavera e durante o verão. O autor destacou ainda que a presença de fêmeas ovígeras e juvenis ao longo de todo o período de amostragem indicou um padrão de reprodução contínua na população, enquanto a longevidade de 99% dos indivíduos variou aproximadamente entre seis e dez meses.

TABELA 36 – ABUNDÂNCIA TOTAL E CONTRIBUIÇÃO RELATIVA (%) DOS TÁXONS DE PRAIA OBSERVADOS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. CONT% - PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DO TÁXON EM RELAÇÃO A FAUNA TOTAL IDENTIFICADA

TÁXON	set/23	dez/24	Total	Cont.%
Annelida				**67,4%**
Glyceridae	1	1	2	0,1%
Nereididae	1	10	11	0,7%
Oligochaeta	1	5	6	0,4%
Opheliidae	13	1	14	0,9%
Orbiniidae	1	1	2	0,1%
Phyllodocidae	1	2	3	0,2%
Spionidae	442	582	1024	64,12%
Syllidae	6	7	13	0,8%
Terebellidae	1	0	1	0,1%
Arthropoda				**26,2%**
Amphipoda	17	81	98	6,1%
Brachyura	0	1	1	0,1%
Caprellidae	7	3	10	0,6%
Chironomidae	6	0	6	0,4%
Copepoda	2	1	3	0,2%
Decpoda	0	3	3	0,2%
Emerita brasiliensis	195	1	196	12,3%
Excirolana	0	46	46	2,9%
Insecta	3	18	21	1,3%
Isopoda	24	1	25	1,6%
Mysida	1	0	1	0,1%
Pycnogonida	1	1	2	0,1%
Tanaidacea	0	7	7	0,4%
Mollusca				**5,9%**
Crassinella	0	1	1	0,1%
Echinolittorina ziczac	1	0	1	0,1%
Donax hanleyanus	55	0	55	3,4%
Hastula imitatrix	1	0	1	0,1%
Mytilidae	14	16	30	1,9%
Ostreidae	1	0	1	0,1%
Semele sp.	4	0	4	0,3%
Sphenia	0	2	2	0,1%
Nematoda	1	4	5	**0,3%**
Nemertea	0	2	2	**0,1%**
TOTAL	800	797	1597	**100,0%**

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 202 – ORGANISMOS MAIS ABUNDANTES DA COMUNIDADE DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE PRAIA NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. (A) POLIQUETA SPIONIDAE E (B) CRUSTÁCEO *EMERITA BRASILIENSIS*



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Após aplicar o teste de *Shapiro-Wilk* sobre os fatores determinados (campanha, ponto e estrato), verificou-se que as amostras não apresentaram distribuição normal. Posteriormente, foi realizada a análise de variância não paramétrica de *Kruskal-Wallis*, que apresentou diferença significativa (p<0,05) para todos os fatores (TABELA 37).

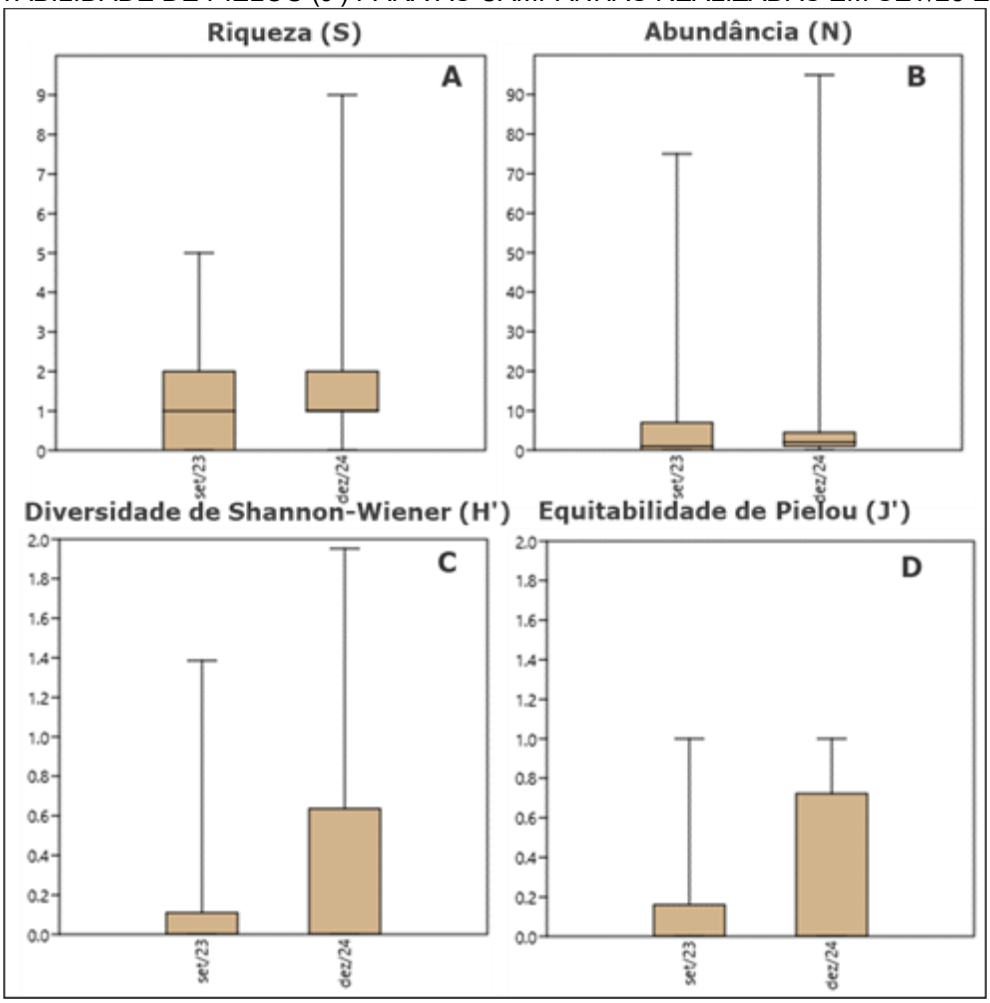
TABELA 37 – VALORES DE H TESTE DE KRUSKAL-WALLIS E P PARA OS DESCRITORES DE RIQUEZA DE TAXA (S), ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS (N), EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') E DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H'). VALORES EM VERMELHO REPRESENTAM OS DESCRITORES QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS (P<0,05)

Fator	Kruskal-Wallis	Riqueza de táxons (S)	Abundância de Indivíduos (N)	Diversidade de Shannon-Wiener (H')	Equitabilidade de Pielou (J')
Campanha	H (chi2):	4,41	0,78	1,67	2,08
	p (same):	0,03	0,37	0,11	0,07
Ponto	H (chi2):	58,06	55,70	30,16	28,19
	p (same):	0,00	0,00	0,00	0,00
Estrato	H (chi2):	17,57	30,05	2,72	2,30
	p (same):	0,00	0,00	0,13	0,17

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

As diferenças observadas entre as campanhas foram significativas apenas considerando a riqueza de táxons, que exibiu os maiores valores nas campanhas coletadas em dezembro de 2024 (FIGURA 203).

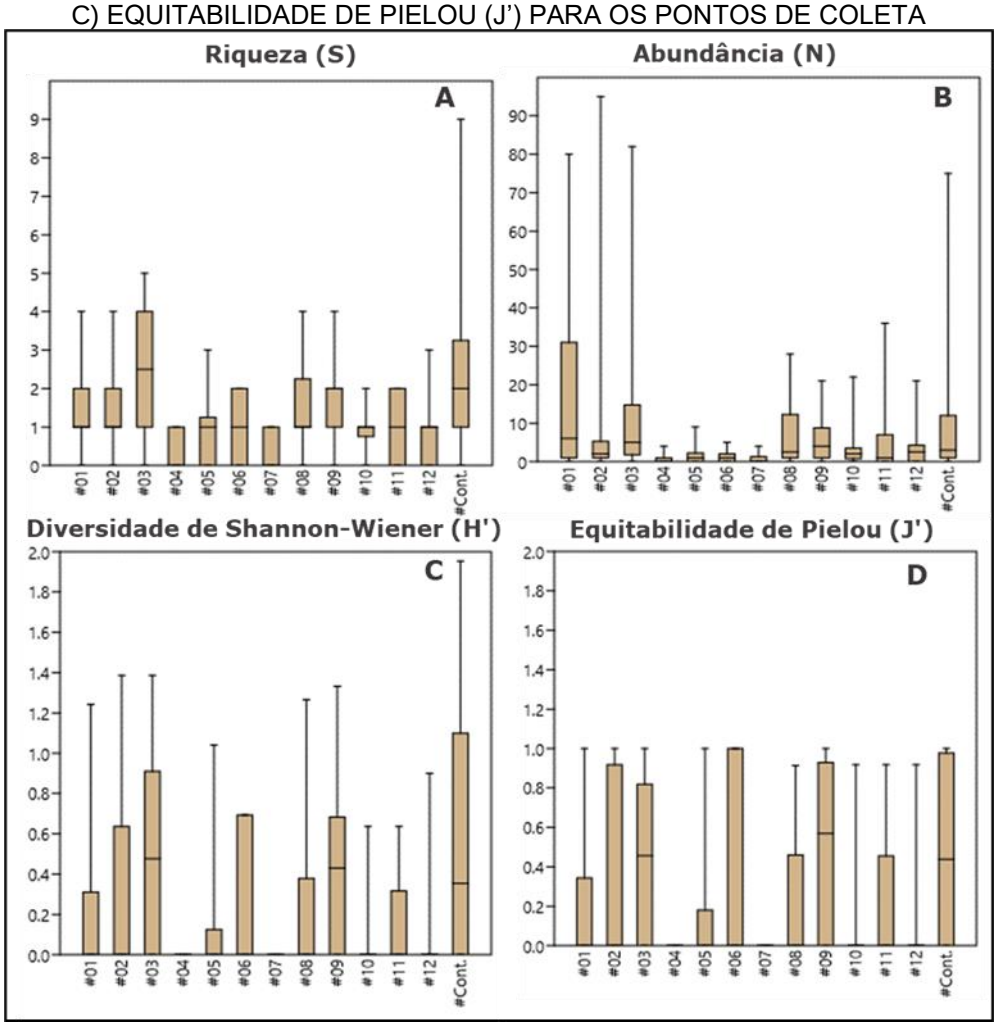
FIGURA 203 – BOXPLOT DOS VALORES DE MEDIANA (MD) E QUARTIS DE 25% E 75% DOS DESCRITORES DE A) RIQUEZA DE TÁXONS (S); B) DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H') E C) EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') PARA AS CAMPANHAS REALIZADAS EM SET/23 E DEZ/24



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Nos pontos de coleta da fauna bentônica, de forma geral, os indicadores de riqueza, diversidade e equitabilidade apresentaram valores similares, com os maiores registros observados nos pontos #3 e #controle (FIGURA 204). Em relação à abundância, além desses, os pontos #1 e #2 também se destacaram, exibindo os valores mais elevados. No geral, os elevados valores de abundância ocorreram em função da contribuição dos táxons *Spionidae* e Emerita. Uma segunda tendência identificada na análise dos dados é que o ponto #4 apresentou baixos valores para todos os indicadores da comunidade. Esse resultado pode estar relacionado à sua localização, uma vez que o ponto está situado na região com maior influência de água doce.

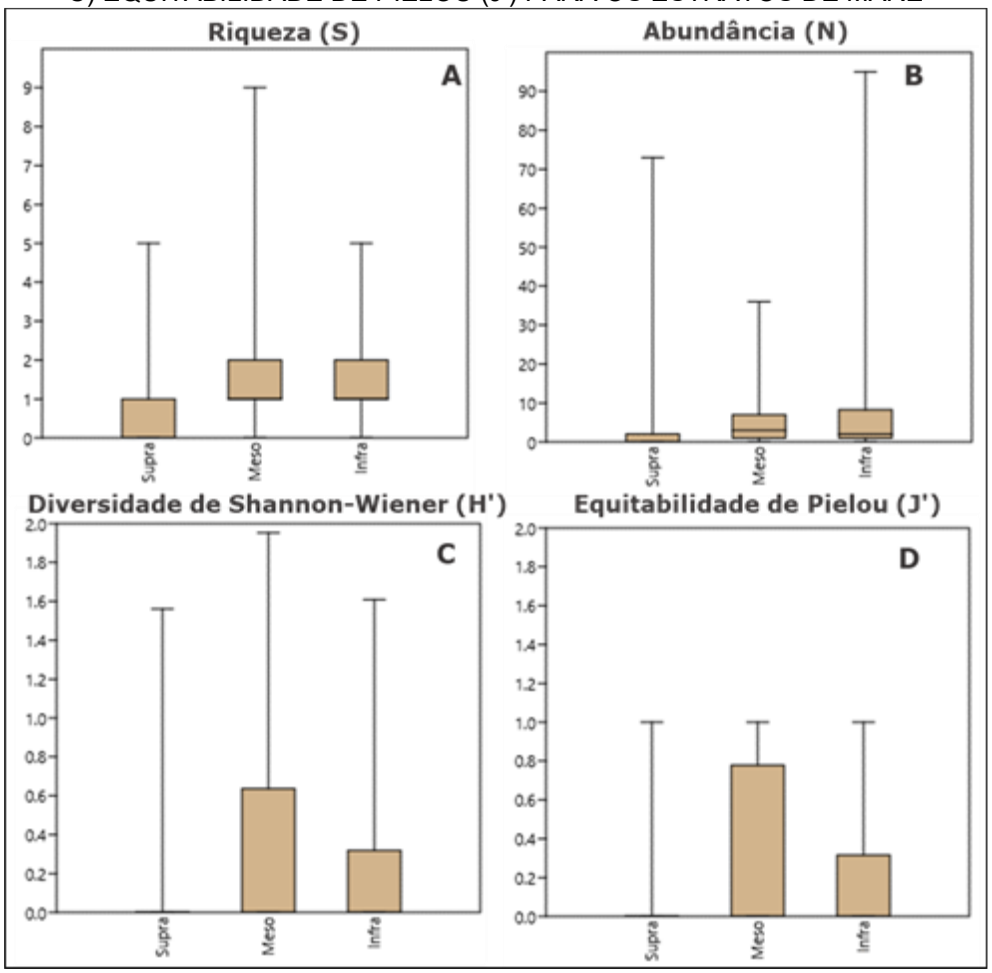
FIGURA 204 – BOXPLOT DOS VALORES DE MEDIANA (MD) E QUARTIS DE 25% E 75% DOS DESCRITORES DE A) RIQUEZA DE TÁXONS (S); B) DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H') E C) EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') PARA OS PONTOS DE COLETA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Considerando os estratos de maré, os indicadores de riqueza, diversidade e equitabilidade exibiram uma tendência similar, com os maiores registros no mesolitoral e os menores no infralitoral (FIGURA 205). No entanto, em relação à abundância, o infralitoral apresentou os maiores números de indivíduos. No geral, o infralitoral tende a exibir os maiores valores dos indicadores da comunidade bentônica devido a uma combinação de fatores ambientais favoráveis que incluem maior estabilidade física, maior disponibilidade de nutrientes e uma menor exposição a perturbações, como a ação direta das ondas e variações extremas de salinidade ou temperatura, comuns em zonas mais rasas.

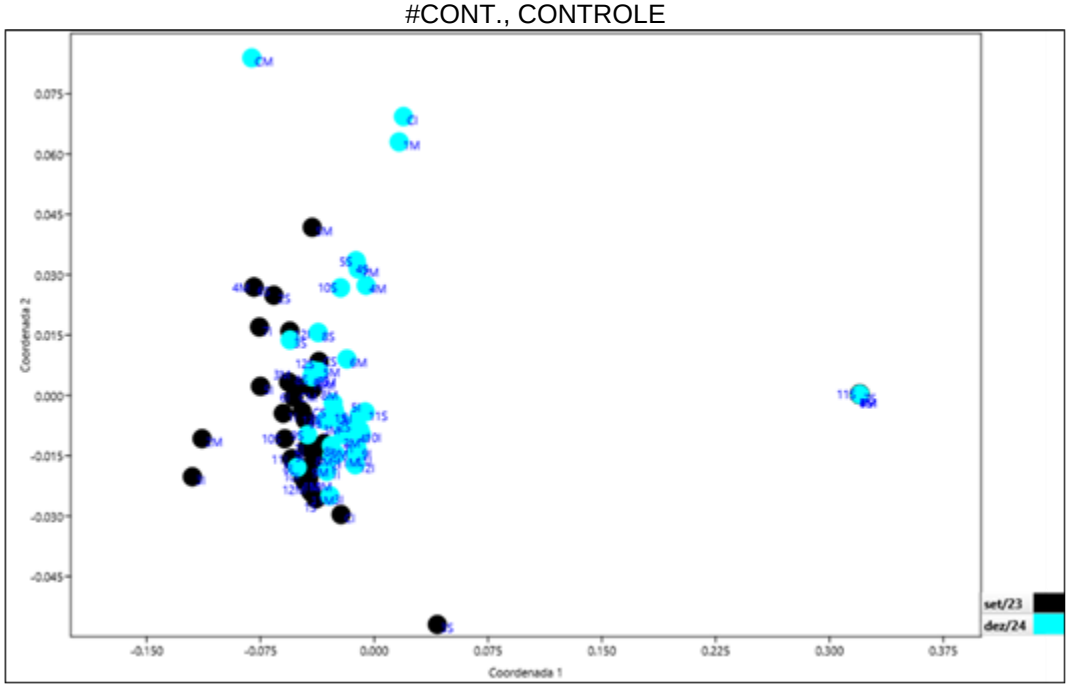
FIGURA 205 – BOXPLOT DOS VALORES DE MEDIANA (MD) E QUARTIS DE 25% E 75% DOS DESCRITORES DE A) RIQUEZA DE TÁXONS (S); B) DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H') E C) EQUITABILIDADE DE PIELOU (J') PARA OS ESTRATOS DE MARÉ



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Por meio da análise de ordenação multidimensional (nMDS) houve uma tendência de separação com base nas campanhas de coleta (FIGURA 206). Os táxons que contribuíram para a dissimilaridade entre os pontos amostrais foram identificados através da análise SIMPER, que evidenciou que sete táxons perfizeram aproximadamente 80% da dissimilaridade da fauna (TABELA 38). Dentre os táxons que mais contribuíram, destacam-se o poliqueta *Spionidae* que exibiu elevada abundância nas duas campanhas.

FIGURA 206 – ANÁLISE DE ORDENAÇÃO MULTIDIMENSIONAL NÃO PARAMÉTRICA (NMDS) APLICADA SOBRE AS CAMPANHAS DE COLETA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA UTILIZANDO A DISTÂNCIA DE BRAY-CURTIS. COEFICIENTE DE ESTRESSE = 0,2. #CONT., CONTROLE



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

TABELA 38 – RESULTADOS DA ANÁLISE SIMPER. DISSIMILARIDADE MÉDIA (DISS.MED), CONTRIBUIÇÃO (CONT.%) E CONTRIBUIÇÃO ACUMULADA (ACUM. %) DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES QUE CONTRIBUÍRAM PARA A DISSIMILARIDADE ENTRE AS CAMPANHAS DE COLETA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE PRAIA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO E ÁREA CONTROLE – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA. #CONT., CONTROLE

Táxon	Diss.méd.	Cont. %	Cum.%	set/23	dez/24
Spionidae	39,18	43,61	43,61	3,78	4,99
Amphipoda	12,25	13,63	57,24	0,15	0,86
Excirolana	8,49	9,45	66,69	0,00	0,39
Mytilidae	4,13	4,60	71,29	0,12	0,14
Insecta	3,1	3,5	74,8	0,0	0,2
Emerita brasiliensis	2,7	3,0	77,7	1,7	0,0
Donax hanleyanus	2,4	2,7	80,4	0,5	0,0

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

3.2.3.3.3. Considerações Finais

De modo geral, com base nos dados adquiridos com a comunidade bentônica de praia arenosa a partir de duas campanhas amostrais realizadas em setembro de 2023 e dezembro de 2024, é possível inferir que o poliqueta Spionidae e crustáceo *E. brasiliensis* corresponderam aos organismos mais abundantes do estudo, sendo esses táxons típicos de praia. O ponto #4 exibiu os menores valores de todos os indicadores da comunidade, este resultado deve estar associado à sua localização,

uma vez que o ponto se encontra na região de maior influência da água doce. Por fim, foi observado que os menores valores dos indicadores ocorreram no infralitoral, este padrão já é esperado, uma vez que neste estrato a fauna precisa lidar com uma maior influência e variação dos fatores abióticos.

A macrofauna bentônica das praias representa o principal componente a ser influenciado pelas atividades de alimentação artificial da faixa de areia. Os principais impactos negativos estão associados à modificação do habitat natural devido à deposição de sedimentos, o que pode alterar a granulometria, a compactação e a composição química do substrato, resultando na redução da riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade das espécies; e ao soterramento, que pode causar a morte dos organismos por asfixia. A intensidade dos impactos depende da escala do engordamento, da frequência de manutenção e da capacidade de recuperação da comunidade bentônica afetada. Por outro lado, as mudanças no substrato podem favorecer o estabelecimento de diferentes espécies. Portanto, com o objetivo de compreender as modificações da biocenose da macrofauna bentônica recomenda-se a implementação de um monitoramento da fauna, com ênfase na avaliação dos indicadores ecológicos e na identificação de espécies exóticas invasoras.

3.2.3.4. Ictiofauna Demersal e Carcinofauna

A costa brasileira apresenta uma ampla riqueza de espécies, abriga vários grupos de grande importância comercial, principalmente espécies de peixes que também desempenham importantes papeis na cadeia trófica marinha (Esper; Menezes; Esper, 2000). Nesse sentido, a carcinofauna e fauna acompanhante, assim como a ictiofauna, são importantes representantes da biodiversidade marinha. A partir da estrutura e composição dessas assembleias é possível extrair valiosas informações que complementam as principais ferramentas de gestão ambiental.

Os crustáceos são fundamentais em comunidades bentônicas tropicais, incluindo estuários, baías e manguezais. Esses compõem a dieta de grande parte da comunidade ictíca, contribuindo para a complexidade e funcionamento desses ecossistemas (Hendrickx, 1995). Participam de processos de aeração e sedimentação do solo, o que lhes atribuí expressividade em outros processos que não só os

biológicos (Petti, 1997), além do que, as espécies maiores são muito apreciadas na culinária, o que expande a importância do grupo para os setores socioeconômicos.

Por sua vez, a ictiofauna também representa um fator de regulação energética através do consumo direto de produtores ou por predação de organismos detritívoros, através da troca de energia entre os níveis tróficos inferiores e superiores, e entre os ecossistemas vizinhos. Algumas espécies contribuem com o armazenamento de energia, pois alguns peixes penetram no estuário e passam parte dos seus ciclos neste ambiente (Araújo *et al*., 1998.). Sob o prisma ecológico os peixes são fundamentais e atraem para si o maior foco dos estudos de ecossistemas aquáticos, corroborando a esta predisposição de interesse, estas assembleias têm sua composição alterada em função de variações ambientais naturais e perturbações antropogênicas, sendo então utilizadas como indicadoras (Araújo *et al*., 2001.).

Variações na abundância e biomassa das espécies que compõem essas assembleias nos ambientes costeiros podem ser indicadores de modificações no meio ambiente, e assim, atuam como sensores dos impactos provocados pelas atividades antropogênicas. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva analisar e diagnosticar a composição de espécies da carcinofauna e fauna acompanhante na área sob influência do Projeto de Recuperação da Orla de Guaratuba, PR.

3.2.3.4.1. Materiais e Métodos

Foram realizados levantamentos de dados primários e secundários para ictiofauna demersal e carcinofauna, na região que sofrerá interferência ao longo da fase de implantação do empreendimento.

a) Dados Secundários

Para o levantamento de dados secundários, foram utilizados os resultados obtidos para o Programa de Monitoramento das Comunidades Aquáticas (PMCA) elaborado por ACQUAPLAN (2024), que teve como objetivo monitorar as comunidades aquáticas que possam a vir ser impactadas de alguma forma pelas obras de recuperação da orla marítima de Matinhos (município vizinho a Guaratuba). Esse programa que até o presente momento ainda está sendo executado, teve uma

periodicidade trimestral, e os resultados utilizados neste estudo se referem ao período entre agosto de 2022 e agosto de 2024, abrangendo oito pontos amostrais.

b) Dados Primários

Para a obtenção de dados primários foram realizadas coletas em dois momentos amostrais, a primeira no inverno (setembro de 2023) e a segunda no verão (dezembro de 2024).

- Planejamento Amostral

A malha amostral para coletas da ictiofauna demersal e carcinofauna foi definida por quatro pontos amostrais, sendo três na área de influência direta (AID) do empreendimento e um controle (FIGURA 208). As amostragens foram realizadas através do método de arrasto duplo, sendo empregado um esforço de pesca de 10 minutos em cada ponto amostral.

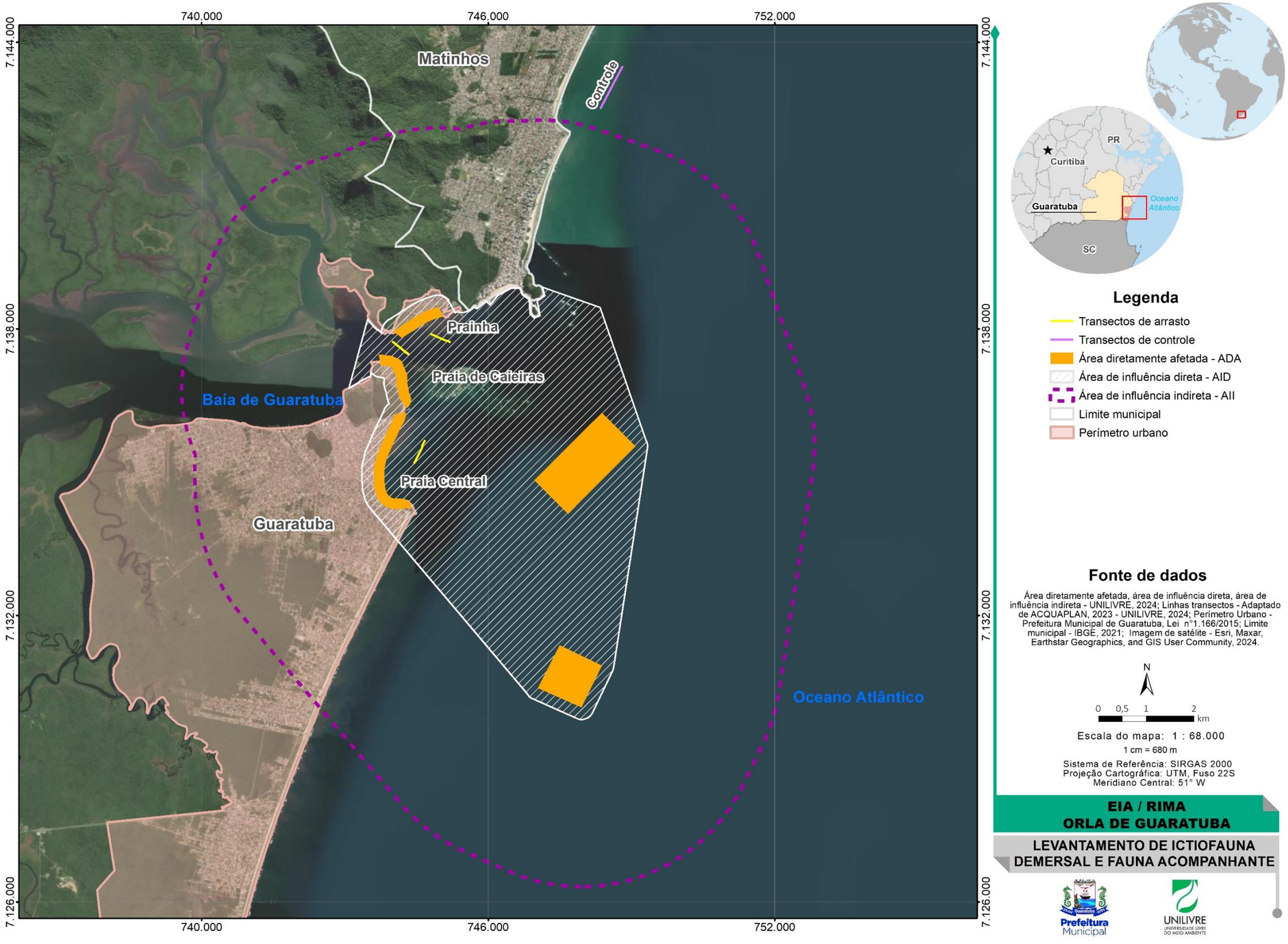
Foi utilizada uma embarcação local com 9,7 metros de comprimento, 2,4 m de boca e motor de 45HP, equipada com duas redes de arrasto com portas, de aproximadamente 14 metros de comprimento cada e malha de 28 mm entre nós opostos, tracionadas a uma velocidade média de dois nós (FIGURA 207).

FIGURA 207 – FOTO DEMONSTRATIVA DO TIPO DE EMBARCAÇÃO (A E B); E DETALHE DAS PORTAS DUPLAS UTILIZADO PARA A CAPTURA DA ICTIOFAUNA E CARCINOFAUNA DEMERSAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 208 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS PARA COLETA DA ICTIOFAUNA DEMERSAL E FAUNA ACOMPANHANTE NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



- Acondicionamento das Amostras

O material biológico obtido através de coletas em ambiente demersal foi conservado em solução de formol a 4%. As amostras foram devidamente etiquetadas e encaminhadas ao laboratório para processamento.

- Análise Laboratorial

Para identificação taxonômica dos exemplares coletados, foram utilizadas literaturas específicas. Os exemplares da ictiofauna foram identificados a nível familiar, genérico e específico com o auxílio de literatura pertinente (Figueiredo, 1978; Figueiredo; Menezes, 1980; Menezes; Figueiredo, 1980; 1985; Barletta; Corrêa, 1992; Nelson; Grande; Wilson, 2016). Os nomes científicos foram atualizados através Fricke, Eschmeyer e Fong (2024), sendo estas agrupadas em suas respectivas ordens e famílias em ordem de evolução.

Para a identificação das espécies da carcinofauna, foram utilizadas chaves de classificação taxonômica de Pérez-Farfante (1978) e Melo (1996).

Para conferir o status de conservação das espécies da ictiofauna e carcinofauna foram consultadas as listas Nacional (Brasil. Ministério do Meio Ambiente, 2023) e Global (IUCN, 2025).

- Análise dos Dados

Para avaliar parâmetros de diversidade e estrutura da ictiofauna e carcinofauna foram conduzidas as seguintes análises:

Riqueza de espécies – Foram contabilizadas a riqueza total registrada em todo o estudo e a riqueza em cada ponto amostral na campanha.

Abundância – Foram contabilizadas a abundância média e total, sendo os valores apresentados em tabelas e gráficos. Também foram destacadas e comentadas as espécies/ unidades taxonômicas mais e menos abundantes.

Foi adotado o Índice de Frequência de Ocorrência de Dajoz (2005), dada em porcentagem, na qual é calculada através da relação entre a ocorrência das espécies e o número total de amostras. De acordo com este autor, são consideradas constantes

as espécies que apresentaram valores de frequência iguais ou superiores a 50%; acessórias espécies com frequências variando entre 25 e 50%; e, acidentais aquelas com valores de frequência inferiores a 25% (Dajoz, 2005).

Diversidade e equitabilidade – Foi analisada, de forma comparativa, a diversidade das espécies/unidades taxonômicas em cada ponto amostral. Para tanto, foi aplicado o índice de Shannon (H') e Riqueza de Margalef, e para avaliar a uniformidade (equitabilidade), utilizou-se o índice de PIE de Hulbert (1971). Para o cálculo dessa métrica foi utilizado o aplicativo EcoSim (Gotelli; Entsminger, 2001).

Curva de acumulação de espécies – Para avaliar a suficiência das amostragens, foram construídas curvas de acumulação de espécies/taxa por unidade amostral geradas a partir dos dados obtidos na amostragem (curva observada) e por modelagem numérica (curva esperada) adotando-se o Índice de Chao1. Esse índice estima o número potencial de espécies com base na quantidade de espécies com baixa frequência de ocorrência (*doubletons* e *singletons*) (Colwell; Coddington, 1994; Colwell, 2006) e, Índice de Jack 1, que utiliza dados de incidência e se baseia naquelas espécies que ocorrem em apenas uma amostra (Colwell; Coddington, 1994; Colwell, 2006). Essa análise foi empregada através do aplicativo EstimateS 7.5.2 (Colwell, 2005), com 100 aleatorizações na ordem de entrada das amostras.

Os índices que estimam a riqueza são de ordem não-paramétrica, e sugerem qual o número de espécies esperadas, ou seja, teoricamente qual o número de espécies que ainda poderia ser coletado, com base na quantificação da raridade das espécies capturadas até então (Toti; Coyle; Miller, 2000). Um estimador de riqueza, como o caso do Índice Chao 1, que utiliza a relação de espécies que foram coletadas apenas uma ou duas vezes (*singletones* e *doubletones*), deve atender alguns requisitos segundo Toti, Coyle e Miller (2000), quais sejam: alcançar a estabilidade (ou aproximar-se desta) com menor número de amostras; ter sua estimativa com valores próximos dos demais apontados por outros índices; e, ter também seu valor estimado próximo de uma extrapolação razoável e visual da assíntota da curva de acumulação de espécies. Nesse sentido, em casos de levantamento da diversidade ou caracterização o índice Chao 1 é um dos que melhor se aplica as premissas citadas (Rico *et al*., 2005).

3.2.3.4.2. Resultados e Discussão

a) Ictiofauna

Considerando os resultados obtidos para a área de influência direta do empreendimento – Recuperação da Orla de Guaratuba, PR -, durante as campanhas realizadas no inverno (setembro de 2023) e verão (dezembro de 2024) foram capturadas 14 espécies representantes da ictiofauna, distribuídas em 11 famílias e seis ordens, em um total de 178 indivíduos (TABELA 39).

Considerando os dados secundários obtidos para a área de estudo no Programa de Monitoramento das Comunidades Aquáticas (PMCA) elaborado por ACQUAPLAN (2024), entre o período de agosto de 2022 e agosto 2024, foram registradas 41 espécies representantes da ictiofauna e 1.621 indivíduos. Nesse sentido, ponderando-se as espécies listadas através de dados secundários e primários, somam-se 45 espécies, das quais quatro (*Rhinoptera bonasus*, *Centropomus undecimalis*, *Abudefduf saxatilis* e *Chloroscombrus chrysurus*) foram de ocorrência exclusiva no levantamento de dados primários.

TABELA 39 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DA ICTIOFAUNA DIAGNOSTICADA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA FUTURO DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR EM SETEMBRO DE 2023 (INVERNO)

Composição Taxonômica	Nome Popular	Estado de Conservação		Dados Secundários	Dados Primários		
		Global	Nacional		C1	C2	Total
Ordem Torpediniformes							
Família Narcinidae							
Narcine brasiliensis (Olfers, 1831)	treme-treme	NT	NC	X			
Família Rhinopteridae							
Rhinoptera bonasus (Mitchill, 1815)	ticonha	VU	NC		1		1
Ordem Anguilliformes							
Família Ophichthidae							
Ophichthus gomesii (Castelnau, 1855)	moréia	LC	NC	X			
Ordem Clupeiformes							
Família Engraulidae							
Anchoa lyolepis (Evermann & Marsh, 1900)	enchoveta	LC	NC	X			
Anchoa spinifer (Valenciennes, 1848)	manjuba	LC	NC	X			
Anchoviella lepidentostole (Fowler, 1911)	manjuba	LC	NC	X	15	7	22
Cetengraulis edentulus (Cuvier, 1829)	manjuba	LC	NC	X			
Família Pristigasteridae							
Odontognathus mucronatus Lacepède, 1800	sardinha	LC	NC	X			
Pellona harroweri (Fowler, 1917)	sardinha-grande	LC	NC	X	20	33	53
Ordem Siluriformes							
Família Ariidae							
Aspistor luniscutis (Valenciennes, 1840)	bagre-cabeçudo	LC	NC	X	3	1	4
Cathorops spixii (Agassiz, 1829)	bagre-amarelo	LC	NC	X	5	15	20
Genidens genidens (Cuvier, 1829)	bagre urutu	LC	NC	X			
Ordem Scombriformes							
Família Stromateidae							
Peprilus paru (Linnaeus, 1758)	pampo, gordinho	LC	NC	X	4	5	9
Família Trichiuridae							
Trichiurus lepturus Linnaeus, 1758	peixe-espada	LC	NC	X			
Ordem Syngnathiformes							
Família Mullidae							
Upeneus parvus Poey, 1852	peixe-trilha	LC	NC	X			
Família Syngnathidae							
Hippocampus reidi Ginsburg, 1933	cavalo-marinho	NT	VU	X			
Ordem Carangiformes							
Família Centropomidae							

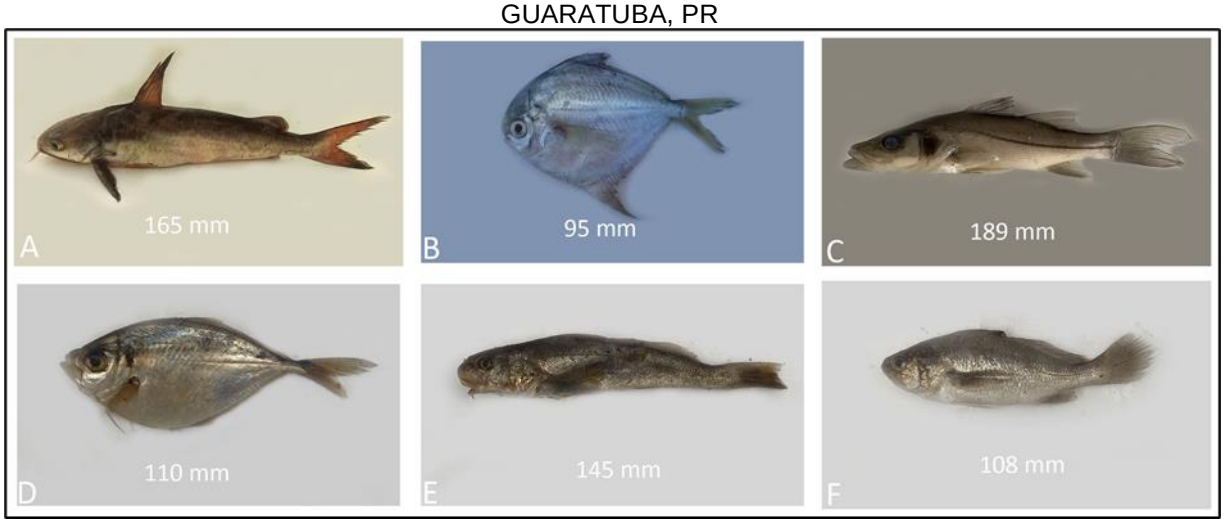
Composição Taxonômica	Nome Popular	Estado de Conservação		Dados Secundários	Dados Primários		
		Global	Nacional		C1	C2	Total
Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)	robalo	LC	NC		2		2
Família Cyclopsettidae							
Citharichthys arenaceus Evermann & Marsh, 1900	linguado	LC	NC	X			
Citharichthys spilopterus Günther, 1862	linguado	LC	NC	X			
Família Achiridae							
Achirus declivis Chabanaud, 1940	linguado	LC	NC	X	1	1	2
Família Cynoglossidae							
Symphurus tessellatus (Quoy & Gaimard, 1824)	linguado	LC	NC	X			
Família Carangidae							
Chloroscombrus chrysurus (Cuvier, 1833)	palombeta	LC	NC		2		2
Oligoplites saurus (Bloch & Schneider, 1801)	guaivira	LC	NC	X			
Selene vomer (Linnaeus, 1758)	peixe-galo-de-penacho	LC	NC	X			
Família Pomacentridae							
Abudefduf saxatilis (Linnaeus, 1758)	sargentinho	LC	NC		1		1
Ordem Perciformes							
Família Serranidae							
Diplectrum radiale (Quoy & Gaimard, 1824)	michole-de-areia	LC	NC	X			
Família Triglidae							
Prionotus punctatus (Bloch, 1793)	cabrinha	LC	NC	X			
Ordem Acanthuriformes							
Família Gerreidae							
Diapterus rhombeus (Cuvier, 1829)	carapicu	LC	NC	X			
Eucinostomus melanopterus (Bleeker, 1863)	carapicu-branco	LC	NC	X			
Família Haemulidae							
Haemulopsis corvinaeformis (Steindachner, 1868)	coro	LC	NC	X	20	11	31
Família Sciaenidae							
Bairdiella ronchus (Cuvier, 1830)	roncador	LC	NC	X			
Cynoscion virescens (Cuvier, 1830)	pescada-cambucu	LC	NC	X			
Isopisthus parvipinnis (Cuvier, 1830)	pescadinha	LC	NC	X			
Larimus breviceps Cuvier, 1830	oveva	LC	NC	X			
Macrodon ancylodon (Bloch & Schneider, 1801)	pescada-amarela	LC	NC	X			
Menticirrhus americanus (Linnaeus, 1758)	betera, papa-terra	LC	NC	X	3	3	6
Micropogonias furnieri (Desmarest, 1823)	corvina	LC	NC	X			
Nebris microps Cuvier, 1830	pescada-banana	LC	NC	X			
Ophioscion punctatissimus Meek & Hildebrand, 1925	cabeça-dura	LC	NC	X			
Paralonchurus brasiliensis (Steindachner, 1875)	maria-luiza	LC	NC	X		5	5

Composição Taxonômica	Nome Popular	Estado de Conservação		Dados Secundários	Dados Primários		
		Global	Nacional		C1	C2	Total
Protosciaena bathytatos (Chao & Miller, 1975)	pescada	LC	NC	X			
Stellifer brasiliensis (Schultz, 1945)	cangoá, ganganguá	LC	NC	X			
Stellifer rastrifer (Jordan, 1889)	cangoá, ganganguá	LC	NC	X	3	17	20
Stellifer stellifer (Bloch, 1790)	cangoá	LC	NC	X			
Ordem Tetraodontiformes							
Família Tetraodontidae							
Sphoeroides testudineus (Linnaeus, 1758)	baiacu	LC	NC	X			
Riqueza de Espécies					13	10	14
Abundância de Indivíduos					80	98	178

Legendas: Categorias de ameaça: IUCN (NE=não avaliada; LC=preocupação menor; DD=deficiência de dados; NT=Quase ameaçada; EM=em perigo; VU=vulnerável; CR=criticamente em perigo; IUCN, 2024), MMA (2023) (CR=criticamente em perigo, EN=em perigo e VU=Vulnerável).
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Foram realizados registros fotográficos de alguns dos exemplares capturados e são apresentados na FIGURA 209.

FIGURA 209 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUNS EXEMPLARES CAPTURADOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR



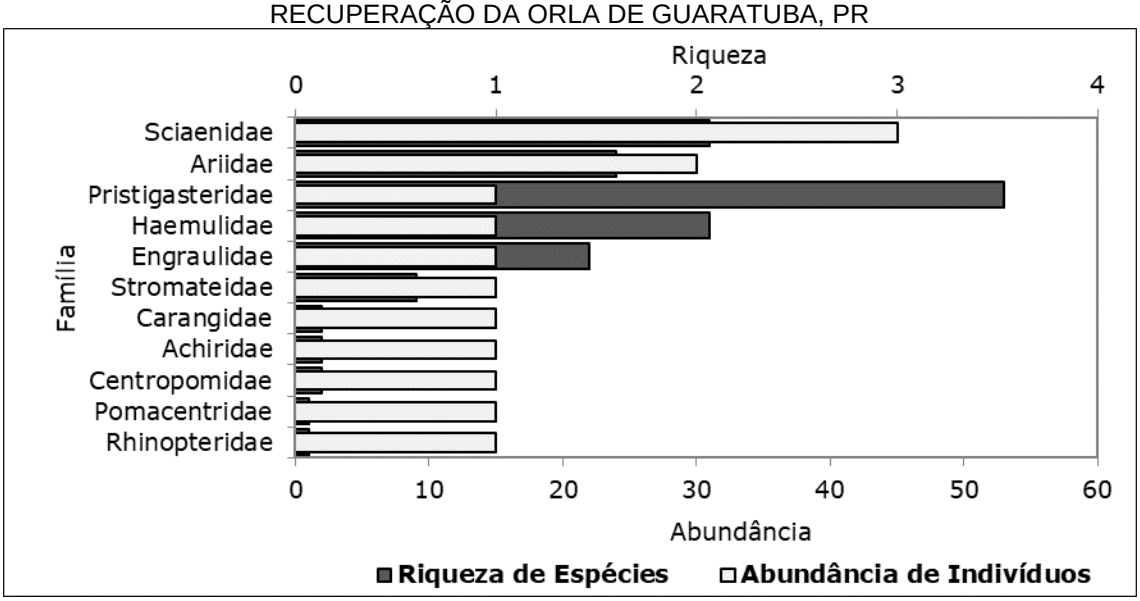
Legenda: (A) *Cathorops spixii*; (B) *Peprilus paru*; (C) *Centropomus undecimalis*; (D) *Chloroscombrus chrysurus* (E) *Menticirrhus americanus*; (F) *Stellifer rastrifer*
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Quanto à estrutura desta biocenose, a maioria das famílias de peixes identificadas neste estudo foi representada por uma espécie, destacando-se, porém, com os maiores valores de riqueza, as famílias Sciaenidae com três espécies e Ariidae com duas (FIGURA 210). As famílias Pristigasteridae (53 indivíduos), Haemulidae e Sciaenidae (ambas com 31 indivíduos) contribuíram com os maiores valores de abundância (FIGURA 210).

Entre os estudos mais recentes realizados na região Sul do Brasil, a família Sciaenidae e Ariidae foram dominantes em número de indivíduos e riqueza de espécies (Hostim-Silva *et al*., 1998; Queiroz, 2005; Schwarz, 2005; Cremer *et al*., 2006; Cartagena, 2008; Santos *et al*., 2009). Na costa brasileira são conhecidas mais de 36 espécies de peixes da família Sciaenidae (Cassati; Menezes, 2003; Chao, 2002), sendo a maioria considerada de grande importância comercial. Essa família abriga espécies costeiras comumente encontradas em águas rasas da plataforma continental, além de próximas à desembocadura de grandes rios (Vazzoler, 1962; Chao, 1978; Cervigón, 1996). A família Ariidae compreende o grupo de peixes denominados bagres marinhos. Essas espécies distribuem-se em ambientes marinhos, estuarinos e de água doce nas zonas costeiras, litorâneas tropicais e

subtropicais (Figueiredo; Menezes, 1978). Geralmente são abundantes em águas costeiras rasas (Araújo, 1988; Andreata; Saad; Barbieri, 1989). Este grupo procura a desembocadura de rios e estuários na época de desova (Figueiredo; Menezes, 1978).

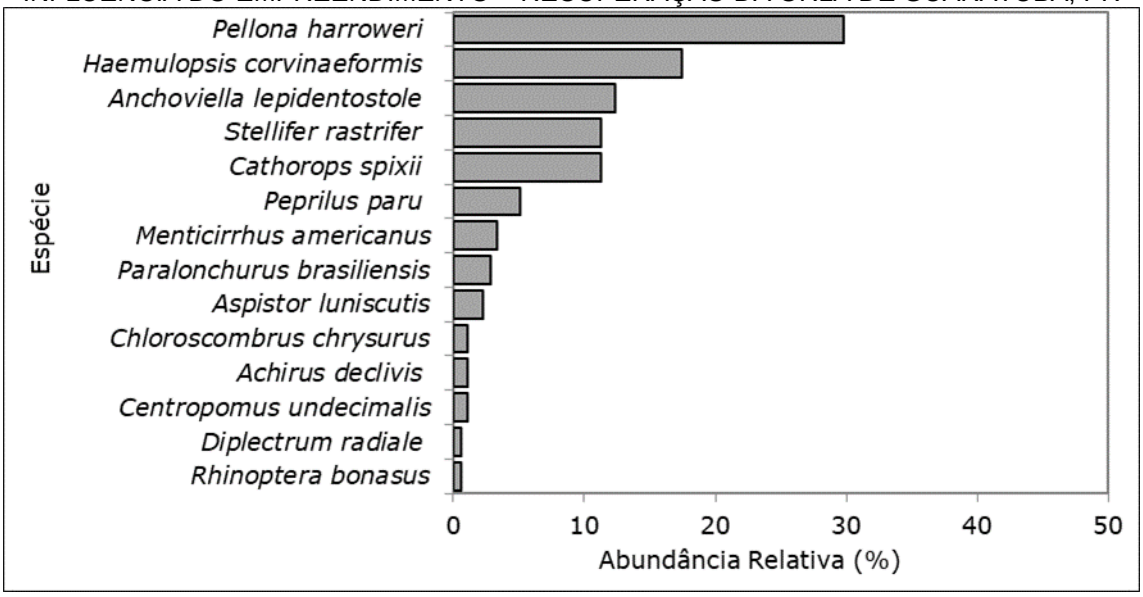
FIGURA 210 – RIQUEZA ESPECÍFICA E ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS DAS FAMÍLIAS DAS ESPÉCIES DE PEIXES AFERIDAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

A dominância numérica da família Pristigasteridae está fundamentada na predominância da espécie *Pellona harroweri* (sardinha-grande) (29%) e da espécie *Haemulopsis corvinaeformis* (coro) (17%) pertencente à família Haemulidae, correspondendo juntas a cerca de 50% do total de indivíduos coletados (FIGURA 211). A predominância numérica de poucas espécies é característica da ictiofauna presente em regiões costeiras (Kennish, 1990).

FIGURA 211 – ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS ESPÉCIES DE PEIXES AFERIDAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Com relação ao comprimento padrão das espécies capturadas neste monitoramento, destacam-se, com os maiores comprimentos, as espécies *Centropomus undecimalis* (robalo) (189 mm) e *Aspistor luniscutis* (bagre-cabeçudo) (235 mm). A espécie *Haemulopsis corvinaeformis* (coro) com um total de 2.429 gramas, verificou os maiores valores de biomassa, seguida da espécie *Pellona harroweri* (sardinha-grande) com 1.097 gramas. Quanto aos menores de comprimento padrão dos indivíduos capturados, estão as espécies *Peprilus paru* (gordinho) com 84 mm e *Stellifer rastrifer* (cangoá) com 75 mm.

Considerando os resultados qualitativos e o índice de frequência de ocorrência proposto por Dajoz (2005), as espécies *Pellona harroweri* e *Haemulopsis corvinaeformis*, além de abundantes foram classificadas como constante nas capturas, sendo registradas em mais de 50% das amostras. Além destas duas, outras cinco espécies também foram classificadas como constantes (TABELA 40). Das demais espécies, outras quatro foram classificadas como acessórias e, três como espécies acidentais, ocorrendo somente em uma ou outra amostra (TABELA 40).

A constância de captura da maioria das espécies pode estar interligada aos fatores físico-químicos, mudanças ambientais, sazonalidade, gradientes latitudinais, hábitos e características fisiológicas de cada espécie em particular (Uieda, 1984; Guarutti, 1988; Sabino; Castro, 1990). Essas características são condicionantes que refletem sobre a composição das assembleias de ictiofauna (Tejerina-Garro *et al*.,

2005). Além disso, as limitações e diversidade dos métodos amostrais contribuem com a heterogeneidade destas assembléias (Andreata *et al*., 2002), uma vez que os hábitos de algumas espécies permitem sua amostragem apenas com determinado amostrador. No entanto, Andreata (2002), investigando a eficiência de diversos amostradores, constatou que aproximadamente 84% das espécies de peixes foram capturadas por rede de arrasto, como as usadas neste estudo. Nesse contexto, os padrões estruturais destas assembleias podem adquirir caráter dinâmico e transitório, sendo necessário a ampliação sazonal e espacial das amostragens para que as nuances e padrões ecológicos possam ser aferidos em sua totalidade.

TABELA 40 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA CONFORME DAJOZ (2005) DAS ESPÉCIES DE PEIXES AFERIDAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR

Frequência de Ocorrência (DAJOZ, 2005)		
Constante	Acessória	Acidental ou Rara
Haemulopsis corvinaeformis	*Achirus declivis*	*Chloroscombrus chrysurus*
Anchoviella lepidentostole	*Aspistor luniscutis*	*Diplectrum radiale*
Cathorops spixii	*Centropomus undecimalis*	*Rhinoptera bonasus*
Menticirrhus americanus	*Paralonchurus brasiliensis*	
Pellona harroweri		
Peprilus paru		
Stellifer rastrifer		

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Métricas Ecológicas – composição e estrutura

Quanto aos parâmetros estruturais pontuais, os maiores valores de riqueza de espécies foram verificados nos pontos amostrados próximo a praia de Caieiras (#2) e Prainha (#3), estando esses dois pontos representados por valores acima da média calculada para este estudo (FIGURA 212). Enquanto o ponto #1 situado na praia Central e o ponto Controle verificaram valores abaixo da média, estando este último representado pelos menores valores, assim como o ponto controle #(CT) que na campanha de inverno (setembro de 2023) apresentou o menor valor. Entretanto, durante a campanha amostrada no verão, para o ponto controle #(CT) houve um aumento de riqueza e abundância, com valores acima da média e próximos aos verificados para o ponto #2 (FIGURA 212). Durante a campanha de inverno (setembro de 2023), todos os quatro pontos contribuíram com novos registros de espécies, totalizando desta forma em 13 espécies, das quais oito foram de ocorrência exclusiva de um ou outro ponto. Para a campanha de verão (dezembro de 2024), somente o

ponto controle (#CT) contribuiu com um novo registro, aumentando desta forma a riqueza para 14 espécies.

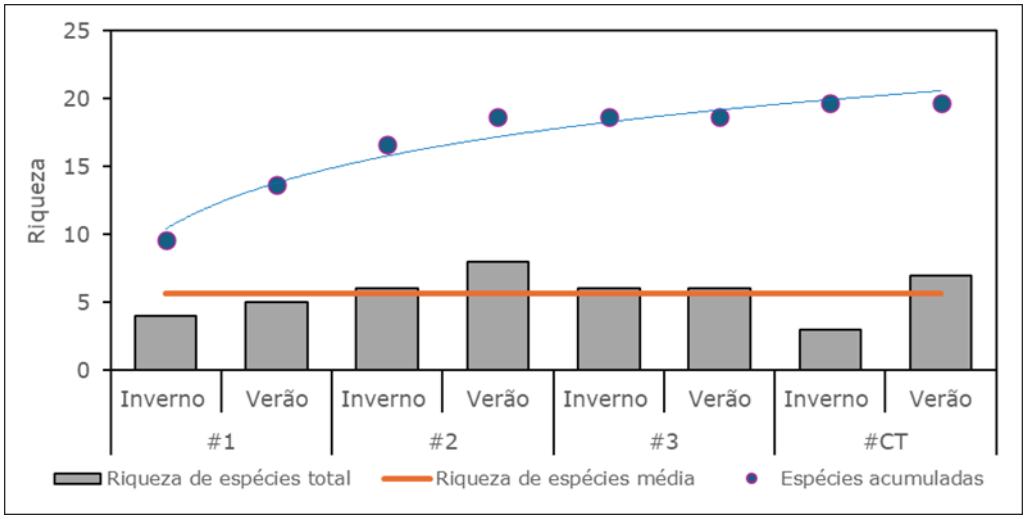
Quanto a abundância de indivíduos, o ponto controle (#CT) verificou os menores valores, em ambas as campanhas, sendo estes abaixo da média. Enquanto os outros três pontos amostrais verificaram valores acima da média (FIGURA 213). Em contrapartida, o ponto controle #CT apresentou os maiores valores de riqueza de Margalef, Equitabilidade de Pielou e Dominância de Simpson (FIGURA 214), corroborando com os resultados verificados para riqueza e abundância que não apresentaram dominância de uma determinada espécie. Enquanto os maiores valores de Diversidade de Shannon (FIGURA 214) foram verificados para o ponto #2 (praia de Caieiras).

A diversidade relaciona-se com inúmeros fatores, como qualidade ambiental, disponibilidade alimentar, propriedades físicas, químicas e biológicas da água, mas um dos mais importantes é a heterogeneidade de habitats (Santos; Negreiros; Fransozo, 2000; Mantelatto; Meireles, 2004). Quando comparado a outros sistemas aquáticos, os estuários apresentam uma baixa diversidade, possivelmente provocada por alterações de fatores ambientais presentes nestes ambientes estuarinos (Kennish, 1986).

Este estudo, foi caracterizado por uma riqueza significativa de espécies (14 espécies), com poucas abundantes, padrão observado também em estudos realizados por Gomes (2005), Queiroz (2005), Schwarz (2005), Cremer *et al*. (2006), Cartagena (2008), Santos (2009).

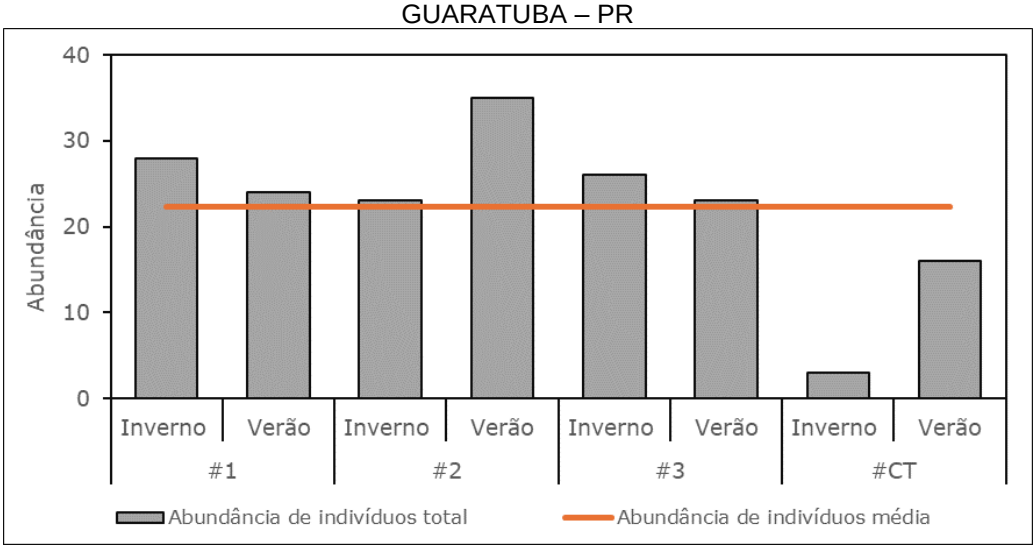
Segundo Margalef (1982), a diversidade de ictiofauna marinha comumente costuma estar entre H=1,0 e H=3,5, padrão semelhante aos resultados encontrados. Ainda é possível inferir que não há fatores que beneficiam um grupo de espécies, uma vez que de maneira geral há baixa dominância e pontualmente, quando presente, a equitabilidade é elevada. A equitabilidade dimensiona de forma indireta o particionamento dos recursos no ecossistema atribuindo os maiores valores àqueles em que existe uma distribuição homogênea da abundância das espécies, o que permite pressupor que nenhum fator está conferindo vantagem ecológica de determinada espécie (Daget, 1976; Brunel; Fonseca, 1979).

FIGURA 212 – RIQUEZA DE ESPÉCIES POR PONTO AMOSTRAL INSERIDOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



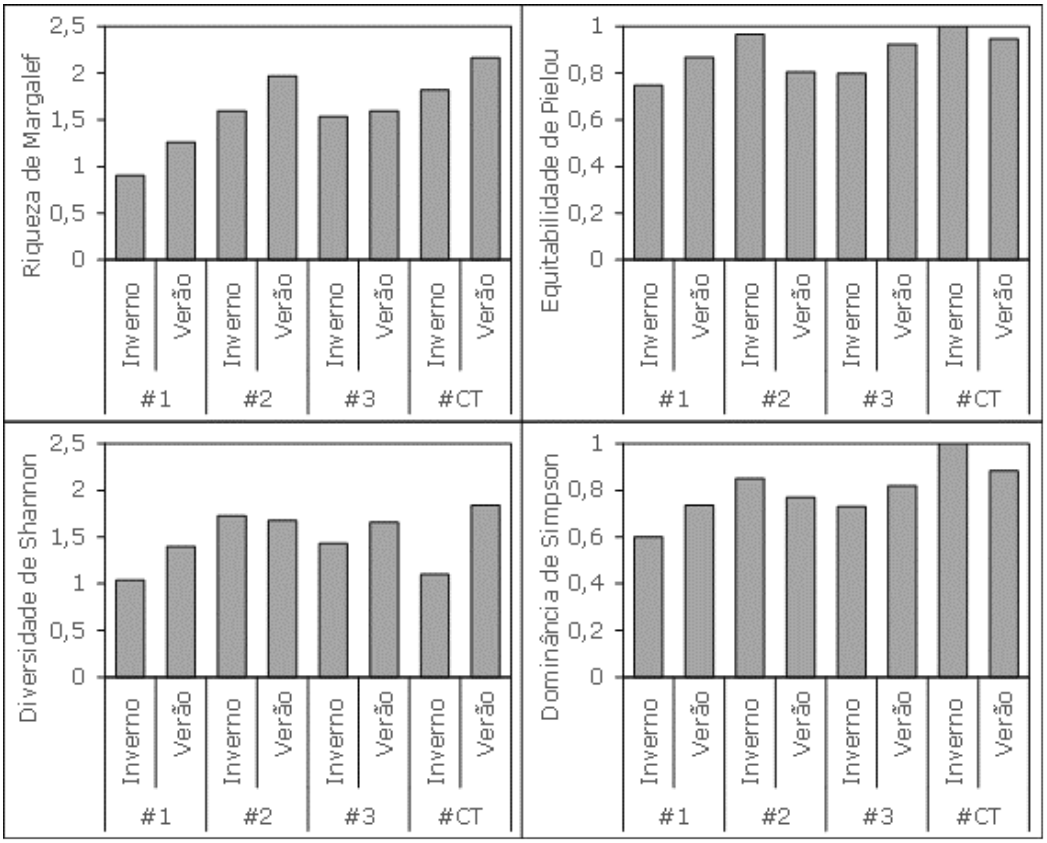
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 213 – ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS POR PONTO AMOSTRAL INSERIDOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 214 – ÍNDICES DE SHANNON, RIQUEZA DE MARGALEF, EQUITABILIDADE DE PIELOU E DOMINÂNCIA DE SIMPSON POR PONTO AMOSTRAL INSERIDOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

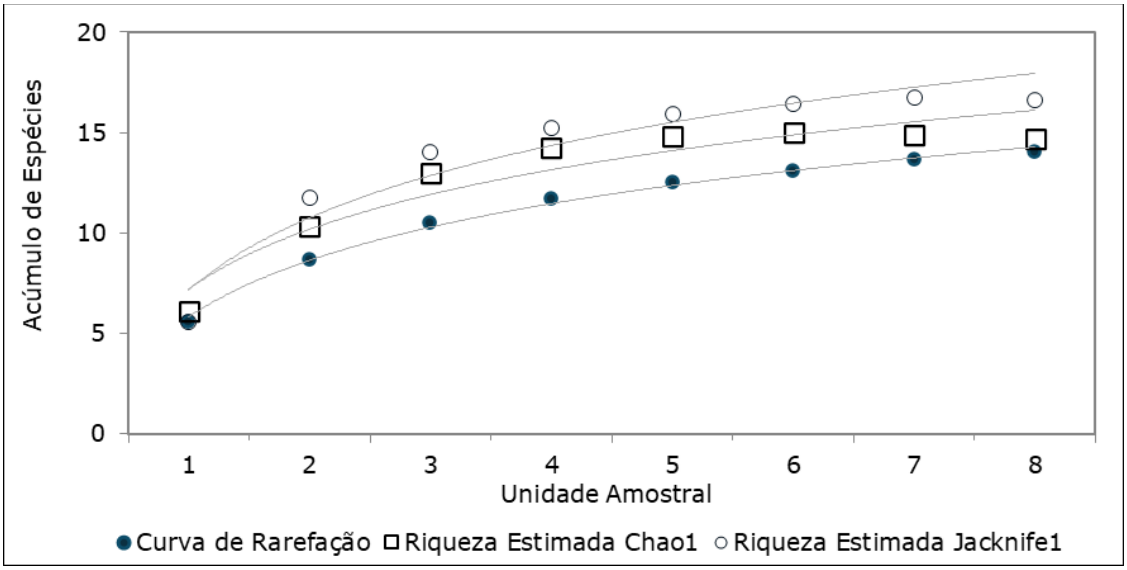
- Suficiência Amostral – Curva de Rarefação

Por fim, considerando os resultados para as duas campanhas amostrais, a curva de rarefação de espécies por unidade amostral finalizou a diversidade observada em 14 espécies. Superior a este resultado, considerando-se o esforço de coleta até então empregado, foram estimadas 14.7 espécies pelo Índice de Chao1 e 16.6 pelo Índice de Jacknife1 (FIGURA 215). Nesse sentido, pode-se inferir que, nas condições em que o esforço de coleta foi empregado, foram capturadas 95% das espécies estimadas pelo Índice de Chao1 e 84% das espécies estimadas pelo Índice de Jacknife1. Assim, a diversidade específica poderia ser uma condição inerente ao ecossistema em questão, uma vez que há baixa raridade e dominância específica. Sendo assim, são maiores as possibilidades que a diversidade biológica possa encontrar nesse tipo de ambiente. Pode-se inferir que o levantamento nas condições

em que foi realizado (período e amostradores) foi capaz de revelar a maioria das espécies existentes.

Sistemas tropicais apresentam grande variedade de espécies, tratando-se de sistemas dinâmicos e organismos móveis, portanto, a ocorrência de novos registros de espécies é uma constante. Como subsídio acerca da representatividade dos padrões estruturais aqui inferidos, o índice de diversidade estimada Chao1 e Jacknife1, apresentaram valores superiores aos observados. Os índices que estimam a riqueza são de ordem não-paramétrica, e sugerem qual o número de espécies esperadas, ou seja, teoricamente qual o número de espécies que ainda poderia ser coletado, com base na quantificação da raridade das espécies capturadas até então (Toti; Coyle; Miller, 2000). Um estimador de riqueza, como o caso do Índice Chao 1, que utiliza a relação de espécies que foram coletadas apenas uma ou duas vezes (*singletones* e *doubletones*), deve atender alguns requisitos segundo Toti, Coyle e Mille (2000), quais sejam: alcançar a estabilidade (ou aproximar-se desta) com menor número de amostras; ter sua estimativa com valores próximos dos demais apontados por outros índices; e, ter também seu valor estimado próximo de uma extrapolação razoável e visual da assíntota da curva de acumulação de espécies. Nesse sentido, em casos de levantamento da diversidade ou caracterização o índice Chao1 é um dos que melhor se aplica à estas premissas (Rico *et al*., 2005).

FIGURA 215 – CURVA DE RAREFAÇÃO DE ESPÉCIES OBSERVADA E CURVAS DE DIVERSIDADE ESTIMADA COM O ÍNDICE DE CHAO1 E ÍNDICE DE JACKNIF1 AFERIDAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

b) Carcinofauna

Considerando os resultados obtidos para a área de influência direta do empreendimento – Recuperação da Orla de Guaratuba, PR -, durante as campanhas realizadas no inverno (setembro de 2023) e verão (dezembro de 2024) foram capturadas nove espécies representantes da carcinofauna, distribuídas em quatro famílias, em um total de 135 indivíduos (TABELA 41).

Considerando os dados secundários obtidos para a área de estudo no Programa de Monitoramento das Comunidades Aquáticas (PMCA) elaborado por ACQUAPLAN (2024), entre o período de agosto de 2022 e agosto 2024, foram registradas 12 espécies representantes da carcinofauna e 1.814 indivíduos.

TABELA 41 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DA CARCINOFAUNA AFERIDAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR

Composição Taxonômica	Nome Popular	Estado de Conservação		Dados Secundários	Dados Primários		
		Global	Nacional		C1	C2	Total
Família Penaeidae							
Penaeus brasiliensis Latreille, 1817	camarão-rosa, pintado	LC	NC	X			
Penaeus paulensis (Pérez Farfante, 1967)	camarão-pata-azul	LC	NC	X	10	8	18
Penaeus schmitti Burkenroad, 1936	camarão-branco	LC	NC	X	3	13	16
Xiphopenaeus kroyeri (Heller, 1862)	camarão-sete-barbas	LC	NC	X	27	4	31
Família Aethridae							
Hepatus pudibundus (Herbst, 1785)	caranguejo-baú	LC	NC	X	2		2
Família Epialtidae							
Libinia spinosa Guérin, 1832	caranguejo-aranha	LC	NC	X			
Família Portunidae							
Arenaeus cribrarius (Lamarck, 1818)	siri-chita	LC	NC	X	11	3	14
Achelous spinimanus (Latreille, 1819)	siri-candeia	LC		X	2	4	6
Callinectes danae (Smith, 1869)	siri-guaçu	LC	NC	X	26	14	40
Callinectes ornatus (Ordway, 1863)	siri-azul	LC	NC	X	3	4	7
Callinectes sapidus Rathbun, 1896	siri-azul	LC	NC	X			
Charybdis (Charybdis) hellerii (A. Milne-Edwards, 1867)	siri-capeta	LC	NC	X	1		1
				Riqueza Específica	9	7	9
				Abundância de indivíduos	85	50	135

Legendas: Categorias de ameaça: IUCN (NE=não avaliada; LC=preocupação menor; DD=deficiência de dados; NT=Quase ameaçada, EM=em perigo; VU=vulnerável; CR=criticamente em perigo; IUCN, 2024), MMA (2023) (CR=criticamente em perigo, EN=em perigo e VU=Vulnerável.
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Foram realizados registros fotográficos de alguns dos exemplares capturados e são apresentados na FIGURA 216.

FIGURA 216 – ALGUNS EXEMPLARES DA CARCINOFAUNA DIAGNOSTICADAS NA ÁREA DE ESTUDO



Legenda: A) *Arenaeus cribrarius*; B) *Callinectes ornatus*; C) *Hepatus pudibundus*.
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

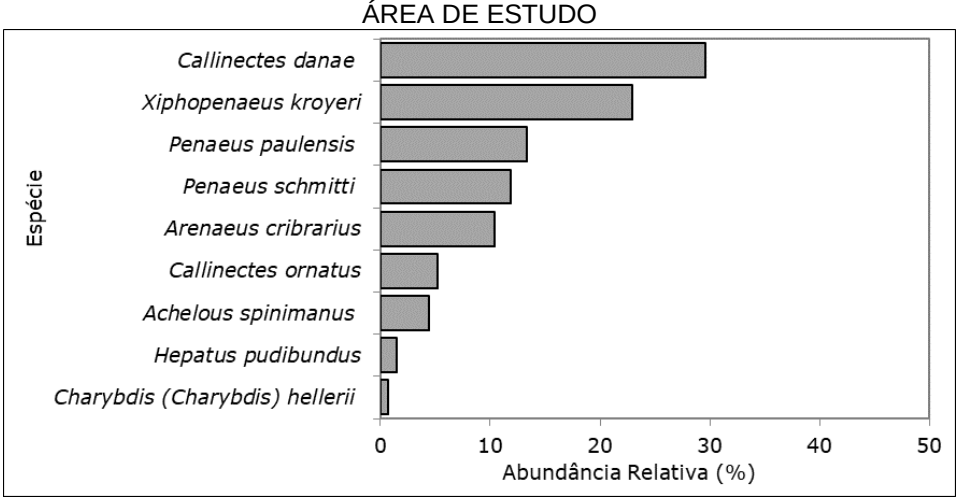
Quanto à composição e estrutura dessa biocenose, de uma maneira geral as amostras foram representadas por poucos indivíduos e poucas espécies, das quais as mais representativas pertencem às famílias Penaeidae, com três espécies e Portunidae com cinco. Nesse sentido, Penaeidae com 68 indivíduos e Portunidae com 65, também foram as famílias mais abundantes do estudo, representando juntas 98% do total de indivíduos coletados (TABELA 41).

A família Penaeidae compreende grande parte dos crustáceos considerados comercialmente importantes pelo seu valor nutritivo e gastronômico, fator que estimula a exploração intensiva e indiscriminada dos camarões desta família e que consequentemente causa a redução de algumas espécies. Apesar disso, essa família apresenta uma ampla distribuição geográfica, habitando regiões tropicais e subtropicais (Provenzano, 1985; Pérez-Jar *et al*., 2006), com distribuição representativa na costa sudeste e sul do Brasil (Branco, 2005; Dias Neto; Dornelles, 1996).

Popularmente conhecidos como siris, os decápodas da família Portunidae, tem sua ocorrência registrada em regiões de baixa profundidade a águas profundas, de áreas de estuários a regiões de alta salinidade, e são associados a fundos arenosos, lamosos, rochosos e com cascalhos (Mantelatto; Fransozo, 1999).

A representatividade das famílias Portunidae e Penaeidae está fundamentada principalmente pela predominância numérica das espécies *Xiphopenaeus kroyeri* (23%) e *Callinectes danae* (30%) (FIGURA 217). Trata-se de duas espécies de interesse comercial na região (Melo, 1996).

FIGURA 217 – ABUNDÂNCIA RELATIVA (N%) DAS ESPÉCIES DA CARCINOFAUNA AFERIDA NA ÁREA DE ESTUDO



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

De acordo com o índice de frequência de ocorrência, quatro espécies foram classificadas como constantes sendo registradas em pelo menos 50% das amostragens. Das demais espécies uma foi classificada como acessória e outras quatro como espécies de ocorrência acidental ou rara, conforme apresentado na TABELA 42.

TABELA 42 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA CONFORME DAJOZ (2005) PARA AS ESPÉCIES AFERIDAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR

Frequência de Ocorrência (DAJOZ, 2005)		
Constante	Acessória	Acidental ou Rara
Arenaeus cribrarius	*Penaeus paulensis*	*Achelous spinimanus*
Callinectes danae		*Callinectes ornatus*
Penaeus schmitti		*Charybdis (Charybdis) hellerii*
Xiphopenaeus kroyeri		*Hepatus pudibundus*

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

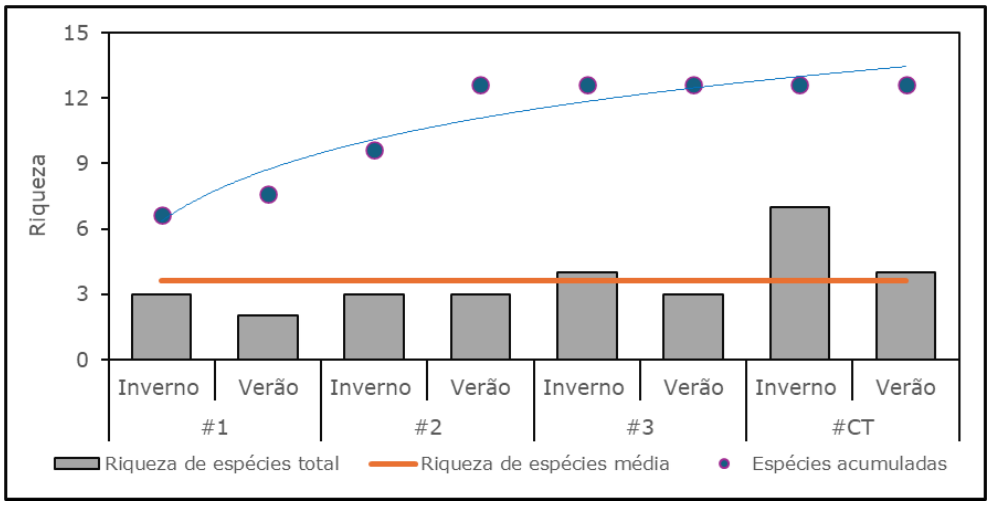
- Métricas Ecológicas – composição e estrutura

Quanto aos parâmetros estruturais pontuais, todos os pontos amostrais investigados, verificaram baixos valores de riqueza de espécies e abundância de indivíduos, representados na maioria por valores abaixo de quatro espécies e 30 indivíduos, exceto para o ponto controle (#CT) que verificou uma riqueza acima da média, sendo os maiores valores entre os pontos amostrais (FIGURA 218). Esse mesmo ponto também verificou os maiores valores para abundância de indivíduos, seguido do ponto #1, situado na praia Central. Os pontos #2, situado na praia de

Caieiras e #3, situado na Prainha, foram representados geralmente por valores abaixo da média calculada entre os pontos, estando este último ponto, também entre os menos abundantes (FIGURA 219). Quanto a média para riqueza de espécies, a maioria apresentou valores abaixo da média, exceto o ponto Controle (#CT) com valores acima, e o ponto #3 com valores abaixo, mas muito próximo a média (FIGURA 219).

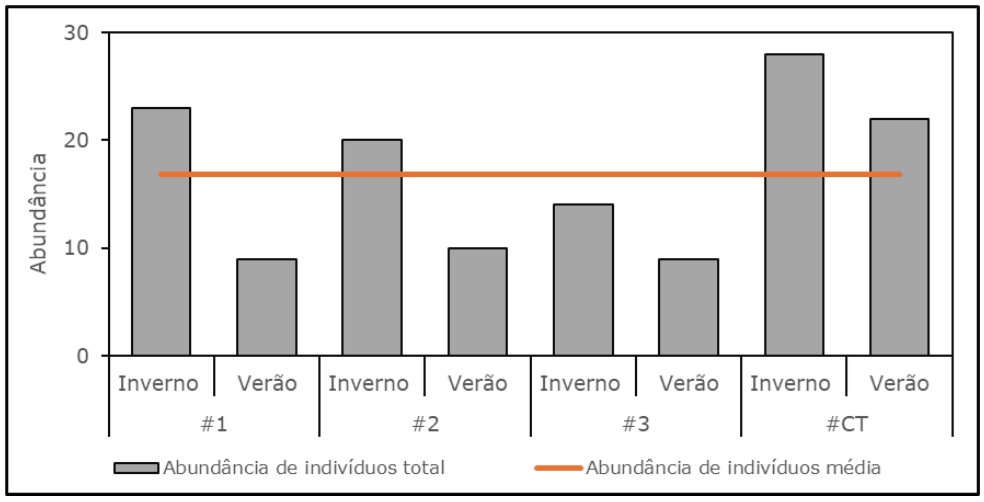
Esse mesmo padrão foi verificado para os índices de diversidade de Shannon, riqueza de Margalef, equitabilidade de Pielou e Dominância de Simpson, destacando novamente o ponto Controle (#CT) com os maiores valores (FIGURA 220).

FIGURA 218 – RIQUEZA DE ESPÉCIES POR PONTO AMOSTRAL INSERIDOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



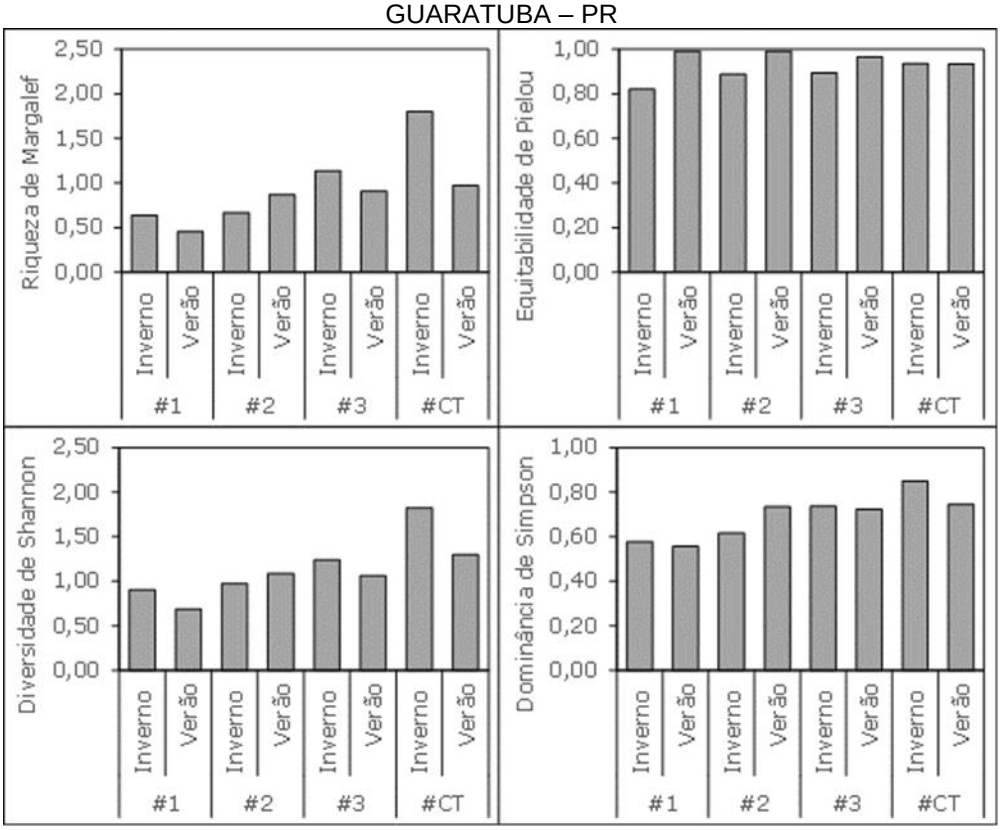
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 219 – ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS POR PONTO AMOSTRAL INSERIDOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 220 – RIQUEZA DE MARGALEF, ÍNDICES DE SHANNON, EQUITABILIDADE DE PIELOU, DOMINÂNCIA DE SIMPSON PARA OS PONTOS AMOSTRAIS INSERIDOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



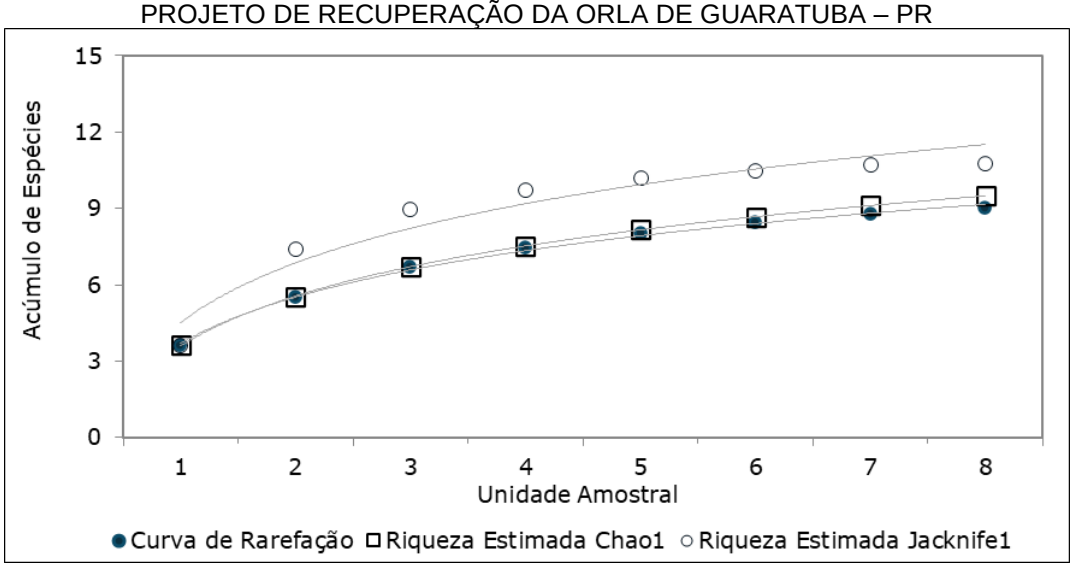
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Suficiência Amostral – Curva de Rarefação

Por fim, considerando os resultados de dados primários, a curva de rarefação de espécies por unidade amostral finalizou a diversidade observada em nove espécies. Superior a esse resultado, considerando-se o esforço de coleta até então empregado, foram estimadas 9.5 espécies pelo Índice de Chao1 e 10.8 pelo Índice de Jacknife1 (FIGURA 221). Nesse sentido, pode-se inferir que, nas condições em que o esforço de coleta foi empregado, foram capturadas 94% das espécies estimadas pelo Índice de Chao1 e 84% das espécies estimadas pelo Índice de Jacknife1.

Sistemas tropicais apresentam grande variedade de espécies, tratando-se de sistemas dinâmicos e organismos móveis, portanto, a ocorrência de novos registros de espécies é uma constante.

FIGURA 221 – CURVA DE RAREFAÇÃO DE ESPÉCIES OBSERVADA E CURVAS DE DIVERSIDADE ESTIMADA COM O ÍNDICE DE CHAO1 E ÍNDICE DE JACKNIF1 AFERIDAS PARA AS ESPÉCIES DIAGNOSTICADAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

c) Espécies Ameaçadas

Considerando os resultados obtidos nesse estudo de dados primários, das espécies registradas, a araia-ticonha *Rhinoptera bonasus*, apesar de não constar na lista Nacional (Brasil. Ministério do Meio Ambiente, 2023) de espécies ameaçadas de extinção, consta na Lista Internacional, classificada como Vulnerável (VU) (IUCN, 2025). Essa espécie foi representada por um indivíduo capturado no ponto controle #CT durante a campanha de novembro de 2023.

Das espécies representantes da carcinofauna, nenhuma consta nas referidas listas.

d) Espécies de Distribuição Restrita ou Exóticas

Das espécies representantes da ictiofauna aferidas neste estudo, nenhuma é considerada exótica à região, rara ou de distribuição restrita.

Das espécies representantes da carcinofauna aferidas neste monitoramento, apenas *Charybdis hellerii* é considerada exótica à região, sendo originária do Japão, Nova Caledônia, Austrália, Havaí, Filipinas e Oceano Índico. Essa espécie esteve representada por um indivíduo, sendo capturada no ponto #3 situado na Prainha.

e) Espécies de Interesse Econômico

Dentre as espécies que compõe a ictiofauna e carcinofauna coletadas neste estudo, algumas apresentam interesse econômico e são utilizadas como alimento, embora a abundância dos indivíduos não represente um estoque pesqueiro expressivo. Especialmente as espécies das famílias Carangidae, Centropomidae e Sciaenidae são muito apreciadas na pesca esportiva e na culinária local, assim como os siris da família Portunidae e os camarões da família Penaeidae, que são amplamente comercializados em regiões tropicais e subtropicais, verificando grande representatividade para a economia.

f) Espécies de Interesse Epidemiológico

Não foram encontradas espécies da ictiofauna e carcinofauna que possam ser consideradas de Interesse Epidemiológico

g) Espécies Bioindicadoras de Qualidade Ambiental

Os peixes e crustáceos têm sido representativos indicadores de qualidade ambiental, por meio de respostas biológicas destas biocenoses a fatores naturais e antropogênicos (Launois *et al*., 2011). Nesse sentido não seria plausível sugerir uma espécie específica para avaliar a qualidade ambiental dos trechos estudados como um todo, tratando-se de ambientes com complexidade estrutural e características fisiografias similares. Dessa forma, por meio de programas de monitoramento biológicos pode-se retratar a qualidade ambiental, aplicando-se diferentes protocolos de avaliação, índices biológicos, respostas as modificações da estrutura e composição destas biocenoses. Além disso, é interessante a utilização de análises periódicas de metais pesados em tecidos de indivíduos representantes da ictiofauna sensíveis a estes elementos, servindo assim como bioindicadores de acúmulo.

3.2.3.4.3. Considerações Finais

Com base nos resultados obtidos para as duas campanhas que compreendem o período sazonal inverno (setembro de 2023) e verão (dezembro de 2024), a riqueza de espécies das famílias de peixes Sciaenidae e Ariidae e, carcinofauna Penaeidae e Portunidae, apontadas nesse estudo, é comumente destacada em outros estudos realizados no Sul do Brasil. De uma maneira geral, considerando os resultados obtidos para ictiofauna e carcinofauna, as riquezas de espécies encontradas nos pontos estudados podem ser consideradas representativas, assim como a abundância de indivíduos, seguindo o padrão tipicamente encontrado em áreas próximas a intervenções urbanas. Os resultados obtidos refletem as condições naturais dos ambientes estudados, além da similaridade com resultados obtidos em outros estudos realizados na região Sul do Brasil, assim como o estudo elaborado por ACQUAPLAN (2024). Dessa forma, a consolidação de programas de monitoramento, assim como a realização de projetos que visem o levantamento da ictiofauna em uma escala espaço-temporal é de fundamental importância para diversas espécies de peixes e crustáceos consideradas importantes tanto ecológica como economicamente.

3.2.3.5. Tetrápodes Marinhos

O diagnóstico dos tetrápodes marinhos se concentrou no levantamento de dados secundários e primários de cetáceos e quelônios de ocorrência na área de estudo. Sendo que para a obtenção de dados primários foram aplicadas duas técnicas distintas (ponto fixo e transectos lineares), que serão descritas a seguir.

3.2.3.5.1. Cetáceos e Quelônios

Os quelônios são répteis pertencentes à ordem Testudines, que inclui tartarugas (marinhas), jabutis (terrestres) e cágados (água doce). Dentro da abrangência deste estudo ambiental, somente os quelônios marinhos (tartarugas marinhas) serão avaliados. No mundo, existem sete espécies de tartarugas marinhas, destas, cinco ocorrem no Brasil, são elas: tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga

de couro (*Dermochelys coreacea*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) e tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) (ICMBio, 2011).

Os cetáceos são animais completamente adaptados ao ambiente aquático. Possuem diversas adaptações evolutivas que lhes permitem sobreviver sob a água. Os representantes deste grupo são as baleias, os golfinhos e os botos.

Cetáceos e quelônios são considerados organismos-chave em ecossistemas marinhos devido às suas funções ecológicas. Eles desempenham papéis no controle das populações de outros organismos e na reciclagem de nutrientes, contribuindo para o equilíbrio dos ecossistemas (Roman *et al*., 2014; ICMBio, 2011).

No município de Guaratuba já foram registradas encalhes de quelônios marinhos para todas as cinco espécies distribuídas no Brasil (SIMBA, 2024). Quanto aos cetáceos, as espécies com provável ocorrência na região de estudo são baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), toninha (*Pontoporia blainvillei*), boto-cinza (*Sotalia guianensis*), golfinho-pintado-do-atlântico (*Stenella* frontalis) e golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) (Monteiro-Filho *et al*., 2013).

O município de Guaratuba compõe o litoral paranaense o qual desde a década de 70 vem apresentando um elevado crescimento, com desenvolvimento de comércios e aumento populacional (Gobbi, 2001). A intensificação da urbanização, o sistema de microdrenagem, somado a dinâmica costeira do local contribuíram para um processo erosivo de praias, como a praia Mansa (Lindroth, 1982; Gobbi, 1997; Soares; Angulo; Lessa, 1997). Devido a esses processos, objetiva-se recuperar a orla do município de Guaratuba.

O presente diagnóstico visa apresentar, portanto, dados sobre os cetáceos e quelônios marinhos presentes na região costeira de Guaratuba e fornecer subsídios para a gestão ambiental do projeto de recuperação da orla de Guaratuba. As obras têm potencial para gerar impactos nos cetáceos e quelônios marinhos presentes na região, devido à operação de dragagem, a geração de ruídos, o trânsito de embarcações e alteração da pluma de sedimentos. Cabe destacar que muitos desses impactos citados, já ocorrem continuamente devido a operação do ferry boat na região.

a) Materiais e Métodos

- Ponto Fixo

Para o desenvolvimento deste estudo foram selecionados quatro pontos fixos amostrais distintos, localizados nas praias Central, Caieiras e Prainha e mais um ponto chamado de controle, localizado em Matinhos (município vizinho a Guaratuba) (FIGURA 222). O levantamento foi executado tanto no período da manhã, quanto na tarde. As amostragens referentes à campanha de inverno de 2023 foram realizadas nos dias 13, 15, 18, 19 e 20 de setembro de 2023 (FIGURA 223), nos períodos matutinos e vespertinos. A campanha de verão foi realizada nos dias 09, 10, 11, 12, 13, 15, 29 e 30 de dezembro de 2024 (FIGURA 222), nos períodos matutinos e vespertinos.

FIGURA 222 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE OBSERVAÇÃO PARA OS LEVANTAMENTOS DE CETÁCEOS E QUELÔNIOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR

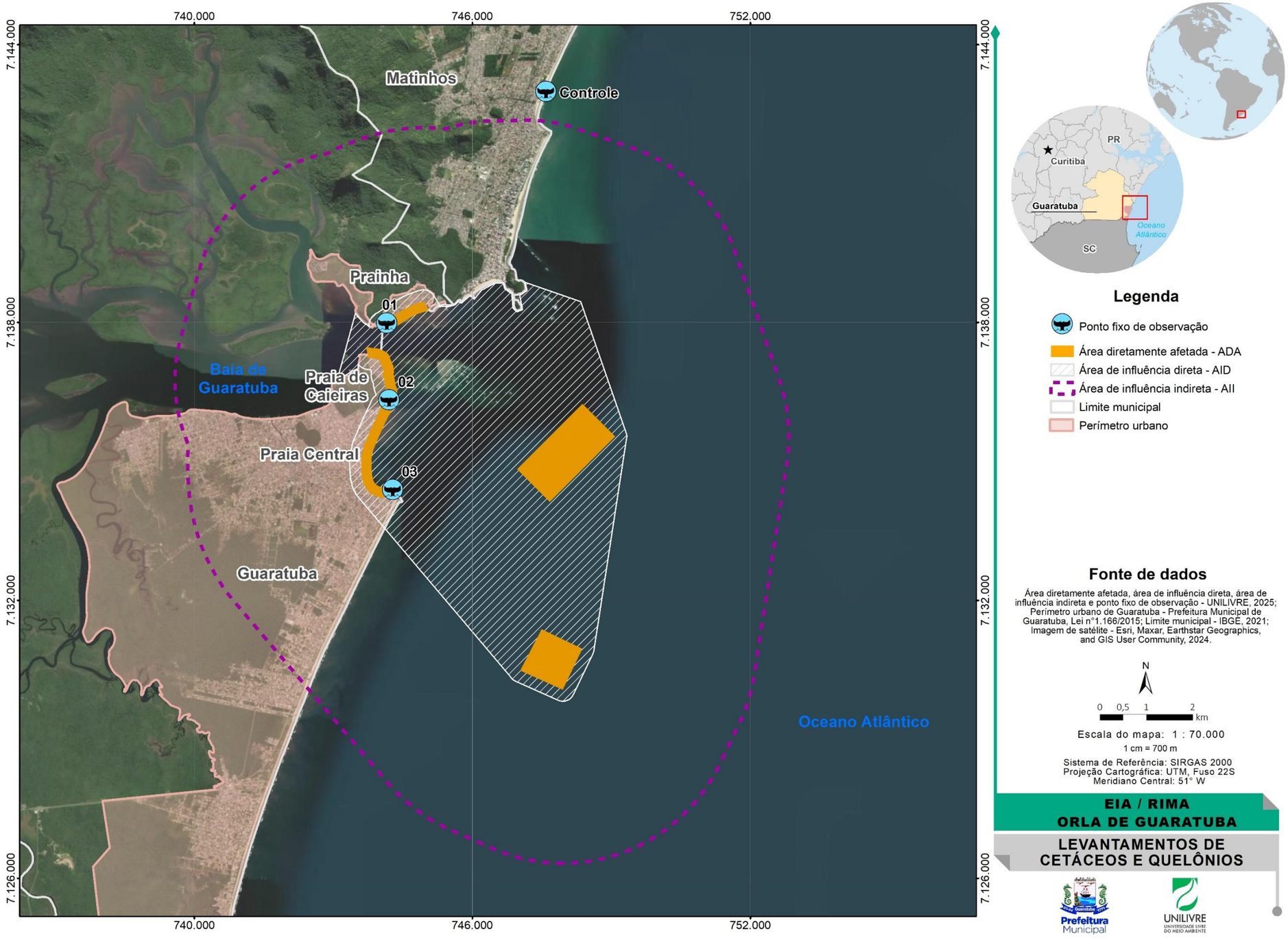
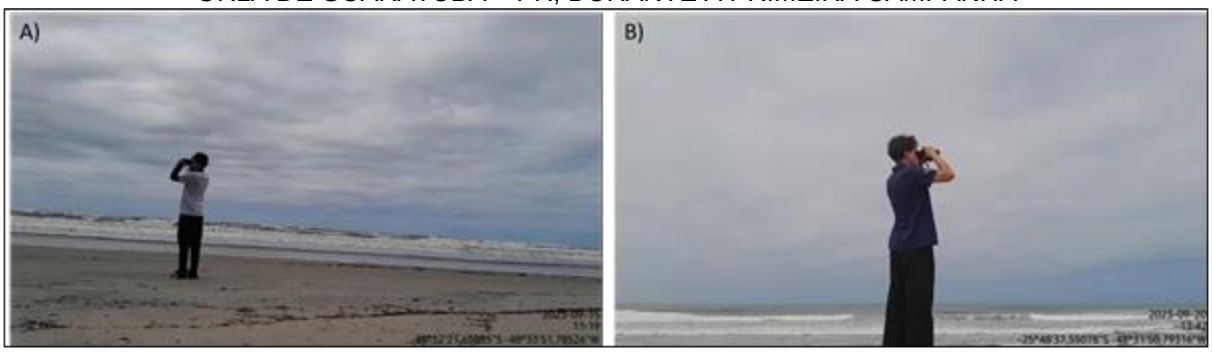
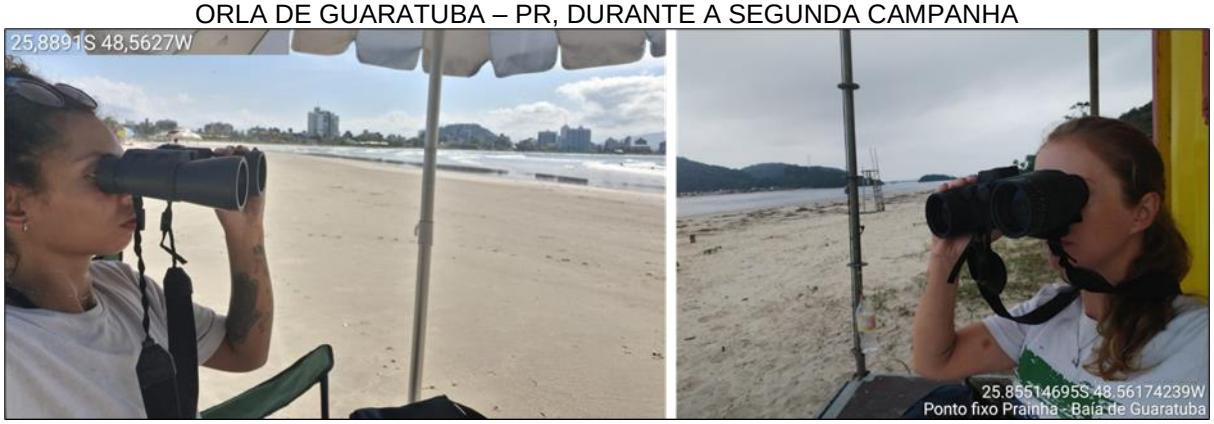


FIGURA 223 – EQUIPE DE CAMPO REALIZANDO O LEVANTAMENTOS NOS PONTOS FIXOS NA ORLA DE GUARATUBA – PR, DURANTE A PRIMEIRA CAMPANHA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 224 – EQUIPE DE CAMPO REALIZANDO O LEVANTAMENTO NOS PONTOS FIXOS NA ORLA DE GUARATUBA – PR, DURANTE A SEGUNDA CAMPANHA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

O levantamento em ponto fixo foi realizado por meio de busca visual de cetáceos (baleias, botos e golfinhos) e quelônios marinhos, utilizando observação a olho nu e com o auxílio de um binóculo 10x50 reticulado com bússola e um rangefinder a laser para estimar as distâncias dos animais. A área de busca abrangeu um raio de 1.000 metros ao redor de cada ponto fixo, com o objetivo de registrar as espécies presentes e documentar os comportamentos observados. Para animais avistados fora desse raio, apenas a identificação da espécie foi registrada, sem incluir informações sobre o comportamento.

As informações foram registradas em planilhas de campo. Sempre que um animal foi observado dados como: espécie avistada, composição do grupo, número de indivíduos no grupo, presença de filhotes, estado comportamental, localização do grupo, presença de aves, condições climáticas, presença de embarcações na área, foram registrados.

- Transectos Lineares

Os transectos lineares foram executados nos dias 12 e 13 de setembro de 2023 (FIGURA 225), e 09 e 10 de dezembro de 2024 (FIGURA 226). Esta metodologia emprega percursos lineares através da área avaliada, registrando a presença de cetáceos e quelônios (qualitativamente) (Burnham; Anderson; Laake, 1980; Buckland *et al*., 1993).

FIGURA 225 – EQUIPE DE CAMPO REALIZANDO A AMOSTRAGEM A PARTIR DOS TRANSECTOS LINEARES - EMBARCADA, EM SETEMBRO DE 2023, NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 226 – EQUIPE DE CAMPO REALIZANDO A AMOSTRAGEM EMBARCADA A PARTIR DOS TRANSECTOS LINEARES DA REGIÃO COSTEIRA DE GUARATUBA – PR, NA SEGUNDA CAMPANHA

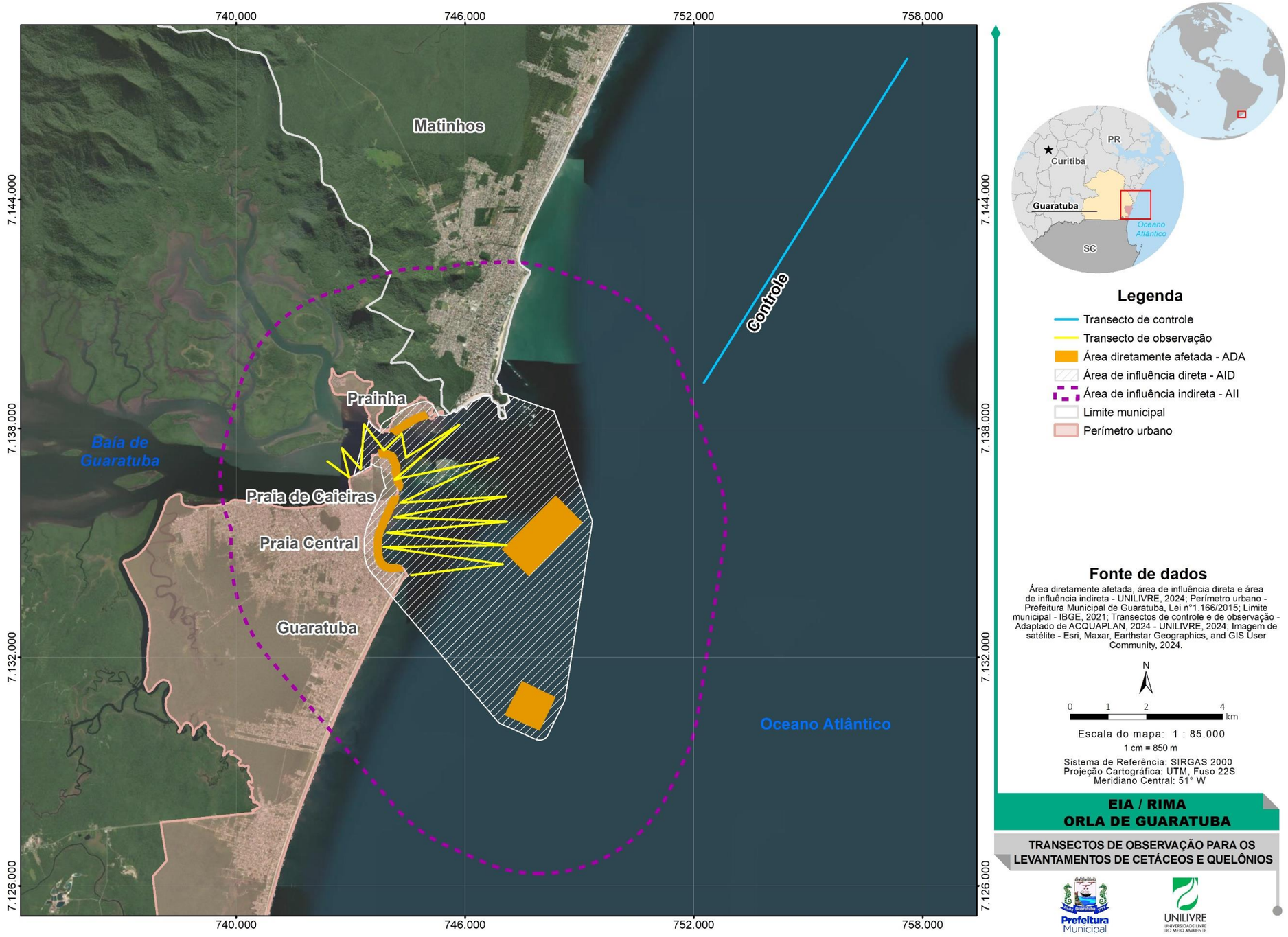


Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

A malha amostral corresponde a dois transectos pré-definidos e distintos, um com o intuito de observação da fauna da área diretamente afetada e outro chamado de controle (FIGURA 227) percorrido no município de Matinhos. Em caso de interrupção do percurso devido a mudanças de condições meteorológicas (estado do

mar > 2, chuva ou neblina), os dados foram descartados na sua totalidade, para não haver alterações no esforço amostral.

FIGURA 227 – LOCALIZAÇÃO DOS TRANSECTOS DE OBSERVAÇÃO PARA OS LEVANTAMENTOS DE CETÁCEOS E QUELÔNIOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



As observações visuais foram feitas por observadores, empregando esforço de avistagem em diferentes áreas. Cada observador realizou o levantamento a olho nu, utilizando de binóculos reticulados 7x50 (FIGURA 225) para fazer a contagem dos grupos e confirmação das espécies quando avistadas. Sempre que cetáceos ou quelônios marinhos foram avistados, foram anotados dados referentes a espécie avistada, número de indivíduos no grupo, presença de filhotes (em caso de cetáceos), presença de aves e/ou peixes em interação com o grupo, ângulo de avistagem (obtido com o *angle board*, medido em relação à proa da embarcação) e distância radial do grupo em relação a embarcação. A distância foi estimada visualmente, calibrando-se as estimativas da equipe utilizando um rangefinder a laser, em pontos próximos à embarcação. Além dos dados sobre os animais avistados, também foram registradas informações sobre as condições meteorológicas (direção e intensidade do vento, condições do mar seguindo a escala Beaufort) e reflexo na superfície, fatores que podem alterar as condições de detecção dos animais.

b) Resultados e Discussão

- Ponto Fixo

Os levantamentos a partir de ponto fixo ocorreram em setembro de 2023 e em dezembro de 2024. Ao todo, foram executados 19 dias de amostragem, totalizando um esforço de 137 horas e 57 minutos (TABELA 43).

TABELA 43 – DETALHAMENTO DO ESFORÇO AMOSTRAL AO LONGO DA CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE PONTO FIXO REALIZADA NO MÊS DE SETEMBRO DE 2023

Data	Ponto fixo	Esforço amostral	Avistagem
13/09/2023	P01	07:50:00	-
15/09/2023	P02	07:50:00	-
15/09/2023	P03	07:50:00	-
18/09/2023	Controle	07:55:00	-
18/09/2023	P01	07:50:00	1 *Caretta caretta*
19/09/2023	P02	07:50:00	-
19/09/2023	P03	07:55:00	-
20/09/2023	Controle	07:55:00	-
20/09/2023	P03	03:55:00	-
09/12/2024	Controle	08:32:00	1 *Chelonia mydas*
09/12/2024	P02	08:00:00	-
10/12/2024	P01	08:14:00	-
10/12/2024	P03	08:00:00	-

Data	Ponto fixo	Esforço amostral	Avistagem
11/12/2024	P01	02:36:00	-
12/12/2024	P02	04:45:00	-
13/12/2024	P03	04:35:00	-
15/12/2024	P02	08:00:00	-
29/12/2024	P01	08:15:00	-
30/12/2024	Controle	08:10:00	-
Total		**135:57:00**	**02**

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Os resultados serão discutidos a seguir de forma independente para cada grupo faunístico observado (quelônios e cetáceos).

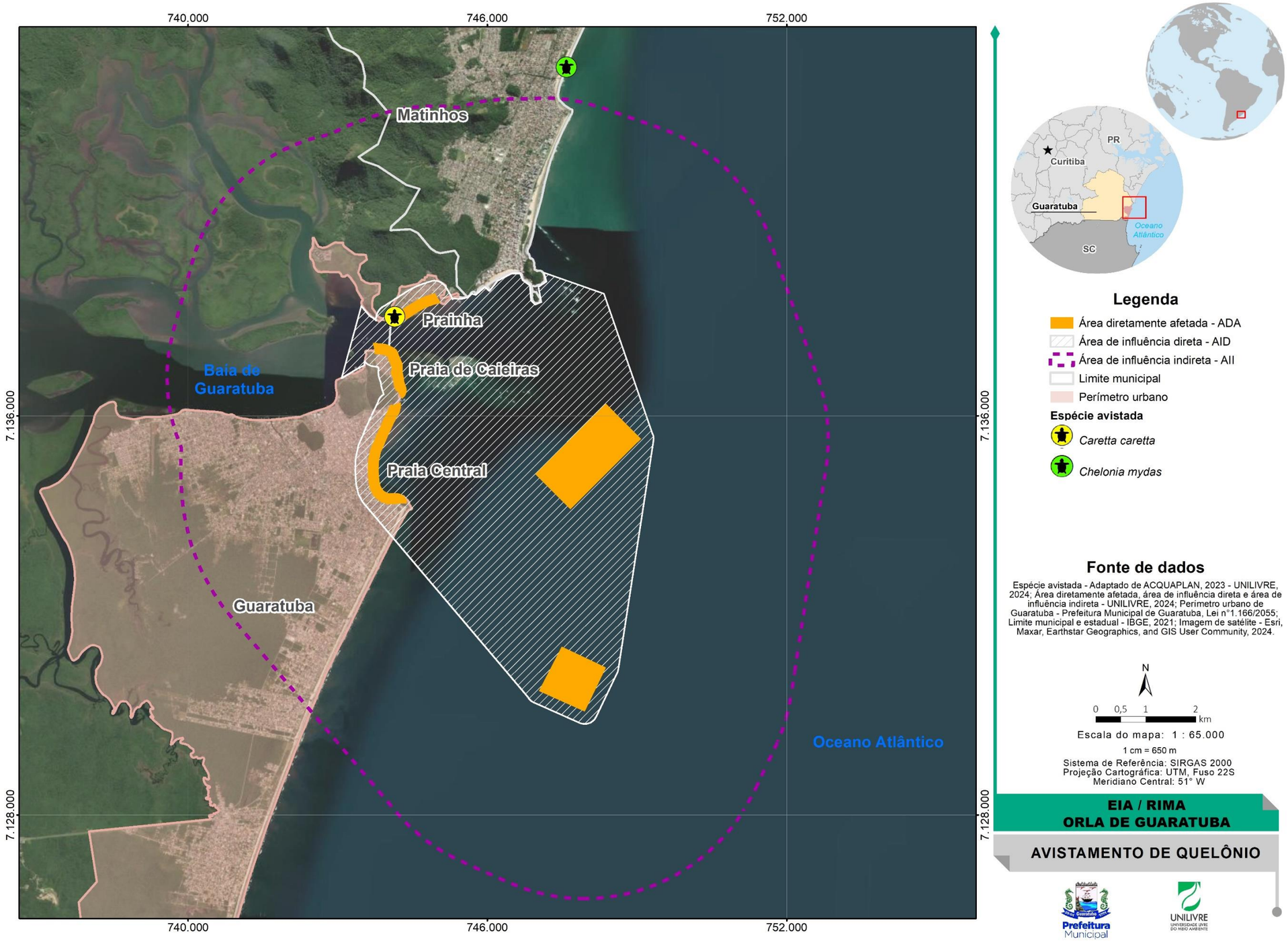
- Quelônios

Foram registradas duas avistagens de quelônios marinhos: uma tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) em setembro de 2023 e uma tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) em dezembro de 2024 (FIGURA 228).

As duas espécies utilizam a região sul do Brasil como área de alimentação em diferentes fases do ciclo de vida (Guebert; Santos; Monteiro-Filho, 2005). Apesar de não serem observadas durante o diagnóstico, as outras espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil, tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriácea*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivácea*), também podem ser observadas no estado do Paraná (Fonseca *et al*., 2024) (TABELA 44).

Destaca-se, que mesmo com o número reduzido de avistagens de quelônios marinhos, a região sul desempenha um papel significativo como área de alimentação para essas espécies. Na baía de Guaratuba, as operações do ferry boat, com emissão de ruídos subaquáticos e iluminação artificial, podem atuar como fatores de distúrbio, afastando as tartarugas e reduzindo sua frequência na região.

FIGURA 228 – MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DAS TARTARUGAS MARINHAS OBSERVADAS, DURANTE O LEVANTAMENTO REALIZADO NOS PONTOS FIXOS NA PRAINHA, GUARATUBA – PR E NO PONTO CONTROLE, EM MATINHOS – PR



A espécie *Chelonia mydas*, em sua fase juvenil, apresenta dieta predominantemente herbívora, alimentando-se principalmente de macroalgas, e está classificada como "quase ameaçada" de extinção no Brasil (Brasil, 2022). Já *Caretta caretta* possui hábitos alimentares carnívoros, consumindo crustáceos e moluscos, explorando amplamente a plataforma continental, áreas costeiras e estuarinas (Montinini, 2012). Atualmente, encontra-se categorizada como "vulnerável" à extinção (Brasil, 2022).

A proximidade com a costa durante boa parte de seu ciclo de vida as expõe a interações intensas com atividades humanas, principalmente a pesca, que é a principal ameaça à sua sobrevivência. Além disso, outros fatores antrópicos, como poluição por plásticos e perda de habitat de alimentação devido à degradação costeira, intensificam os riscos (Pupo; Dias; Andrade, 2006; Almeida *et al*., 2011). A ingestão de resíduos plásticos, por exemplo, já foi documentada em ambas as espécies e pode resultar em obstruções intestinais e outros problemas (Pupo; Dias; Andrade, 2006).

No estado do Paraná, as duas espécies apresentam elevadas taxas de encalhe. Para *Caretta caretta*, o maior número de encalhes é registrado entre indivíduos juvenis e fêmeas. Observa-se também uma sazonalidade nos eventos de encalhe, com picos durante a primavera e o inverno, possivelmente associados ao esforço intensivo de pesca de arrasto realizado nesses períodos (Fonseca *et al*., 2024). Estudos sugerem que práticas pesqueiras como o uso de redes de arrasto sem dispositivos excluidores de tartarugas (TEDs) aumentam significativamente a mortalidade incidental dessas espécies (Duarte, 2018).

A observação visual desses animais em ambiente natural, a partir da faixa de praia, apresenta desafios significativos. Suas rápidas e discretas emersões à superfície da água frequentemente passam despercebidas, especialmente em condições de alta ondulação e quebra de ondas. Além disso, esses animais permanecem longos períodos submersos, dificultando ainda mais sua detecção.

É importante destacar que o número reduzido de avistagens não necessariamente reflete a real abundância desses animais na área de estudo, mas sim, as limitações impostas pelas condições ambientais, pela metodologia e pelo comportamento da espécie.

Devido à complexidade envolvida no monitoramento de quelônios, grande parte das informações disponíveis para a região sul do Brasil é obtida a partir de espécimes encalhados nas praias. Em Guaratuba, encalhes de tartarugas marinhas são frequentemente registrados. De acordo com dados do Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA), que consolida informações do Projeto de Monitoramento de Praias (PMP), foram registrados 526 encalhes na região costeira do município desde 2019. O ano com maior incidência foi 2020, com 158 registros, seguido de 2023, com 137. As espécies mais frequentemente encontradas foram *Chelonia mydas*, com 405 registros, e *Caretta caretta*, com 105. Outras espécies, como *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata* e *Lepidochelys olivacea*, ocorreram em números menores.

Os dados do SIMBA referentes a 2024 ainda não estão disponíveis para consulta pública. No entanto, conforme relato de Camila Domit, coordenadora do PMP-BS/LEC-UFPR, entre outubro e novembro de 2024, foram encontradas 140 tartarugas mortas na região. Dentre essas, *Caretta caretta* apresentou o maior número de registros (n=82), e todas as demais espécies de ocorrência no Brasil também foram identificadas em Guaratuba.

TABELA 44 – INVENTÁRIO TAXONÔMICO DE TARTARUGAS MARINHAS QUE OCORREM EM GUARATUBA, DE ACORDO COM OS DADOS PRIMÁRIOS, SIMBA E DOCUMENTOS OFICIAIS COMO A LISTA ESTADUAL, NACIONAL E INTERNACIONAL DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO. *INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN)

Espécie	Nome-Comum	Ocorrência em campo	Grau Ameaça Estadual (PARANÁ, 2024)	Grau Ameaça Nacional (BRASIL, 2022)	Grau Ameaça Mundial - IUCN*
Chelonia mydas	tartaruga-verde	X	Vulnerável	Não consta	Em Perigo
Caretta caretta	tartaruga-cabeçuda	X	Vulnerável	Vulnerável	Vulnerável
Eretmochelys imbricata	tartaruga-de-pente		Dados deficientes	Em Perigo	Criticamente em Perigo
Lepidochelys olivacea	tartaruga-oliva		Vulnerável	Vulnerável	Vulnerável
Dermochelys coriacea	tartaruga-de-couro		Criticamente em Perigo	Criticamente em Perigo	Vulnerável

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Cetáceos

Em nenhuma das campanhas deste diagnóstico foi observado cetáceos pela metodologia de ponto fixo. Essa metodologia é amplamente utilizada para o monitoramento de cetáceos, especialmente em áreas costeiras e estuarinas. Essa abordagem permite a coleta sistemática de dados sobre a presença e comportamento dos animais ao longo do tempo a partir de locais estrategicamente escolhidos.

No entanto, apesar de ser uma metodologia com logística fácil e que oferece menos perturbações diretas aos animais, possui suas limitações, principalmente, associadas à visibilidade da área e dos animais. Os animais, não podem ser detectados se estiverem mergulhados ou em regiões mais distantes da costa. Além disso, a visibilidade pode ser afetada por neblina, chuva ou mar agitado.

A falta de avistagens de cetáceos não implica na inexistência destes animais na região. Em Guaratuba, não há populações residentes de cetáceos, logo, as avistagens de animais que estejam mais próximos à costa são oportunas. Mais detalhes sobre a ocorrência de espécies de cetáceos serão abordados a seguir, na sessão de transectos lineares e podem ser consultadas no inventário taxonômico para o grupo (TABELA 46).

- Transectos Lineares

A navegabilidade durante os transectos na baía de Guaratuba e áreas costeiras adjacentes, teve que ser adaptada. Pequenos desvios da rota pré-definida foram realizados, devido à baixa profundidade do local, em função da presença de bancos de areia. Além disso, nos transectos próximos aos bancos de areias, em função das quebras das ondas, o mar encontrava-se agitado, caracterizado como mar 3 na escala Beaufort. Dessa forma, a visibilidade sobre as possíveis avistagens de cetáceos, especialmente de quelônios na região, pode ter sido prejudicada.

Para o levantamento por transectos lineares foram realizados seis cruzeiros científicos na região da baía de Guaratuba e em Matinhos, como trajeto controle. Foi realizado um esforço amostral total embarcado de 19 horas e 30 minutos (TABELA 45), onde foi realizada a busca visual de quelônios marinhos e cetáceos. Durante os

levantamentos, cetáceos foram observados somente na primeira campanha, enquanto quelônios não foram observados em nenhuma campanha embarcada.

TABELA 45 – DETALHAMENTO DO ESFORÇO AMOSTRAL DAS CAMPANHAS AMOSTRAIS REALIZADAS (EM SET/2023 E DEZ/2024)) POR TRANSECTOS LINEARES (EMBARCADO) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR

Data	Transecto	Duração	Espécie	Nº animais
03/08/2023	Controle	2:51:00	*Sotalia guianensis*	32
12/09/2023	Transecto - Dia 1	3:03:00	-	-
13/09/2023	Transecto - Dia 2	3:07:00	-	-
09/12/2024	Controle	2:32:00	-	-
09/12/2024	Transecto - Dia 1	3:29:00	-	-
10/12/2024	Transecto - Dia 2	4:28:00	-	-
Total Esforço Amostral		**19:30:00**		**32**

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Quelônios

Em nenhuma das campanhas embarcadas foram registrados quelônios marinhos. Diversos fatores podem dificultar a detecção desses animais durante as campanhas, incluindo a turbidez da água, reflexos causados pela luminosidade, condições do mar e o comportamento natural dos quelônios marinhos, que permanecem submersos por longos períodos e realizam emersões rápidas e discretas à superfície da água. Adicionalmente, o ruído gerado pela embarcação pode afastá-los, reduzindo a probabilidade de avistagem.

No entanto, conforme destacado nos resultados obtidos a partir de observações em pontos fixos, há registros confirmados da presença de tartarugas marinhas na região de Guaratuba, da espécie *Chelonia mydas* e *Caretta caretta*, que utilizam a área costeira como habitat de alimentação. A ausência de avistagens durante as campanhas embarcadas não reflete a inexistência desses animais, mas sim as limitações inerentes ao método utilizado e a pontualidade dos levantamentos. Além disso, a análise de encalhes reportados na região serve como uma ferramenta importante para entender a ocorrência de espécies na região. Para mais detalhes sobre encalhes de quelônios, consultar a sessão de resultados de quelônios por ponto fixo.

- Cetáceos

Durante o transecto controle, realizado na região de Matinhos, foram feitas 18 avistagens de boto-cinza (*Sotalia guianensis*), que somam 32 animais. 69% (n=22) indivíduos foram observados se deslocando, enquanto 31% (n=10) estavam pescando.

Em Guaratuba, especificamente, não foram observados cetáceos. Contudo, a região apresenta potencial para a observação de algumas espécies, como o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e o boto-nariz-de-garrafa (*Tursiops* sp.) (Monteiro-Filho; Bonin; Rautemberg, 1999; Monteiro-Filho al., 2013). Historicamente, o boto-cinza era registrado ao longo de todo o ano dentro da baía, enquanto o boto-nariz-de-garrafa ocorria, principalmente, no inverno, quando adentrava o estuário para se alimentar de tainha (Monteiro-Filho; Bonin; Rautemberg, 1999). Além disso, essas duas espécies, juntamente com a toninha (*Pontoporia blainvillei*), já foram observadas no município vizinho, Matinhos (ACQUAPLAN, 2024).

A região marinha e costeira de Guaratuba, assim como a de Matinhos, não é um local com ocorrência constante de cetáceos, e diferente do que ocorre em algumas regiões, como o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) no litoral norte do Paraná e baía da Babitonga no litoral catarinense (Cremer; Simões-Lopes, 2005; Cremer, 2007), não há populações residentes que utilizam a área de forma regular. As avistagens de animais no município são potencialmente de botos-cinza que saem temporariamente do CEP. Assim como, a aproximação à costa de outras espécies, são em virtude da disponibilidade de alimento e de deslocamentos temporários. Sendo assim, a observação é altamente variável.

De acordo com os registros do Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA), que condensa as informações do Projeto de Monitoramento de Praias (PMP), de 2019 a 2023, 59 encalhes de cetáceos foram registrados na região costeira de Guaratuba, com representantes de seis espécies e outros dois animais que não puderam ser identificados a nível de espécie. Dentre as espécies registradas, a toninha (*Pontoporia blainvillei*) é o animal que mais encalha (n=28), seguido por boto-cinza (*Sotalia guianensis*, n=18), baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*, n=4), golfinho-pintado-do-Atlântico (*Stenella frontalis*, n=2), *Stenella* sp. (n=2), *Tursiops* sp. (n=2), *Mesoplodon* sp. (n=1), golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops*

truncatus, n=1) e golfinho-de-Lahille (*Tursiops truncatus gephreus*, n=1). Os dados de encalhe não permitem a localização exata do habitat de uma determinada espécie, mas dá indícios da sua distribuição e ocorrência na área.

As espécies costeiras, como a toninha, o boto-cinza e o golfinho-de-Lahille, estão fortemente associadas a estuários, o que as torna mais vulneráveis aos impactos antrópicos diretos. A toninha tem uma distribuição extremamente restrita, do Brasil até a Argentina. O boto-cinza é encontrado desde Honduras até o litoral norte de Santa Catarina, enquanto o golfinho-de-Lahille ocorre na costa sul do Brasil, Uruguai e Argentina, com sua maior população localizada na Lagoa dos Patos, no Rio Grande do Sul, composta por cerca de 90 indivíduos (Fruet *et al*., 2015).

A baleia-jubarte, uma espécie migratória, utiliza o litoral brasileiro durante os meses de inverno e primavera como área de reprodução e parto, com destaque para o Parque Marinho dos Abrolhos, que concentra a maior densidade da espécie no país. Durante sua migração, é comum avistá-las em regiões costeiras de outros estados, incluindo o sul do Brasil (Zerbini *et al*., 2006).

O gênero Mesoplodon, pertencente à família Ziphiidae (baleias-bicudas), é composto por seis (6) espécies, incluindo a baleia-bicuda-de-Blainville (*Mesoplodon densirostris*) e a baleia-bicuda-de-Gray (*Mesoplodon grayi*). Esses cetáceos oceânicos de grande porte e hábitos de mergulho profundo são raramente observados, resultando em informações limitadas sobre seu comportamento e distribuição.

Além dessas espécies, dados do Sistema de Apoio ao Monitoramento de Mamíferos Marinhos (SIMAMM) indicam que a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) foi observada próxima à costa, enquanto outras baleias do gênero Balaenopteridae, como baleia-minke, baleia-fin e baleia-de-bryde, foram registradas em áreas oceânicas do estado do Paraná. Esses registros reforçam a diversidade de cetáceos na região, apesar das dificuldades associadas ao monitoramento direto.

TABELA 46 – INVENTÁRIO TAXONÔMICO DOS CETÁCEOS REGISTRADAS NO ESTADO DO PARANÁ, DE ACORDO COM OS DADOS PRIMÁRIOS, SIMBA, SIMMAM, A LITERATURA E DOCUMENTOS OFICIAIS COMO A LISTA ESTADUAL, NACIONAL E INTERNACIONAL DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO. *INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN)

Espécie	Nome Comum	Ocorrência em campo	Grau Ameaça Estadual (PARANÁ, 2024)	Grau Ameaça Nacional (BRASIL, 2022)	Grau Ameaça Mundial - IUCN*
Megaptera novaeangliae	baleia-jubarte		Quase ameaçada	Não consta	Menos preocupante
Balaenoptera bonarensis	baleia-de-minke-antártica		Dados deficientes	Não consta	Dados deficientes
Balaenoptera acutorostrata	baleia-de-minke-anã		Dados deficientes	Não consta	Menos preocupante
Balaenoptera borealis	baleia-sei		Dados deficientes	Em Perigo	Em Perigo
Balaenoptera brydei	baleia-de-bryde		Dados deficientes	Não consta	Não consta
Balaenoptera musculus	baleia-azul		Dados deficientes	Criticamente Ameaçada	Em Perigo
Balaenoptera physalus	baleia-fin		Dados deficientes	Em Perigo	Vulnerável
Sotalia guianensis	boto-cinza	X	Em Perigo	Vulnerável	Quase ameaçado
Steno bredanensis	golfinho-de-dentes-rugosos		Dados deficientes	Não consta	Menos preocupante
Tursiops truncatus	golfinho-nariz-de-garrafa		Dados deficientes	Não consta	Menos preocupante
Stenella frontalis	golfinho-pintado-do-atlântico		Dados deficientes	Não consta	Menos preocupante
Orcinus orca	baleia-orca		Dados deficientes	Não consta	Dados Insuficientes
Pontoporia blainvillei	toninha/franciscana		Em Perigo	Criticamente Ameaçada	Vulnerável
Physeter macrocephalus	baleia-cachalote		Dados deficientes	Vulnerável	Vulnerável
Eubalaena australis	baleia-franca-austral		Em Perigo	Em Perigo	Menos preocupante

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

c) Considerações Finais

Apesar do esforço amostral empregado entre as campanhas, o levantamento de dados primários resultou em poucas avistagens de animais tanto do grupo de quelônios quanto de cetáceos. Portanto, as informações obtidas através de dados secundários do SIMBA e SIMMAM, ampliam o conhecimento sobre a fauna marinha para a região de Guaratuba.

Neste diagnóstico foram observadas algumas espécies ameaçadas de extinção como boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), além de uma outra espécie de quelônios, tartaruga-verde (*Chelonia mydas*). Mas segundo fontes secundárias de dados, outras espécies de golfinhos e baleias utilizam a área de forma ocasional.

As obras planejadas podem causar perturbações temporárias à fauna local, relacionada aos ruídos e vibrações, que podem afastar, desorientar e afugentar os quelônios e cetáceos. Além disso, a movimentação do sedimento pode impactar negativamente as fontes de alimento das tartarugas.

Como medidas de mitigação recomenda-se a presença de observador de bordo durante o período de dragagem, para executar o monitoramento visual de cetáceos e quelônios marinhos.

3.2.3.5.2. Avifauna Aquática

O litoral paranaense possui grande importância na biodiversidade de aves brasileira, inserido dentro do “Centro de endemismo da serra do mar”, abriga uma vasta quantidade de ambientes e contém organismos que ocorrem estritamente nessa faixa, sendo considerada uma área prioritária e de extrema importância para a fauna (Krul, 2004).

A realização do diagnóstico da diversidade da avifauna é uma etapa fundamental na elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), tendo em vista que os impactos podem afetar direta e indiretamente a espécies presentes nas áreas de intervenção e próximas ao empreendimento. A identificação da biodiversidade, bem como sua distribuição e abundância, garantem uma análise precisa dos impactos ambientais, permitindo a definição de medidas de mitigação, conservação e

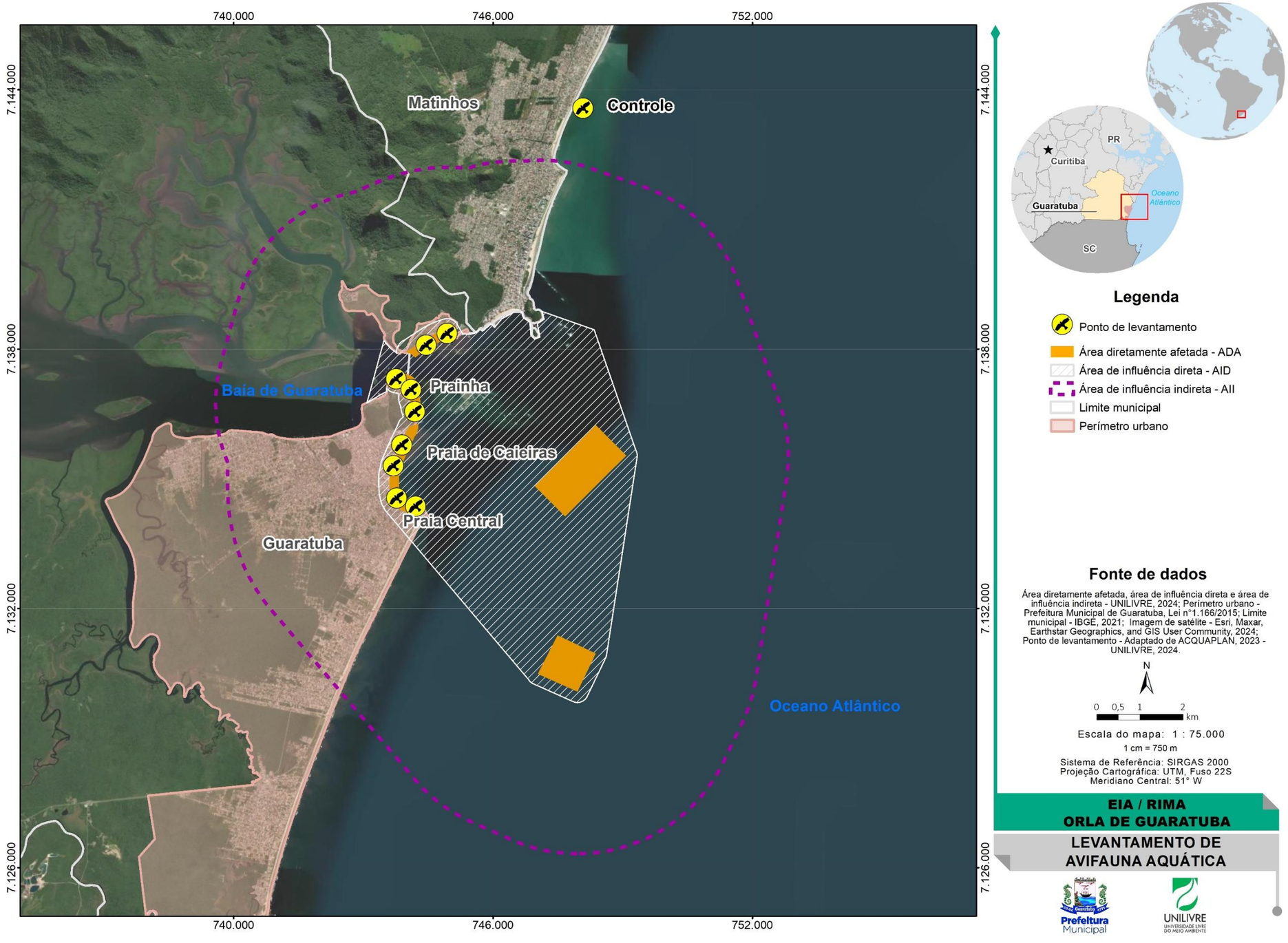
compensação adequadas. As aves, pelo fato de ser um grupo com um grande potencial de locomoção, e por habitarem diferentes ambientes, são consideradas de grande importância como bioindicadores da qualidade ambiental (Almeida, 2010).

Os objetivos do presente diagnóstico da avifauna são identificar e mapear a diversidade de espécies de aves presentes na área de estudo, determinando sua abundância, frequência e distribuição. Avaliar o status de conservação, identificar áreas de importância para a conservação da avifauna, identificar a presença de espécies invasoras ou exóticas. Avaliar a variação da composição avifaunística na área de estudo ao longo do tempo e dos ambientes estudados também são objetivos deste estudo.

a) Materiais e Métodos

A área a ser destinada para a realização das obras - Recuperação da Orla de Guaratuba, está inserida no Município de Guaratuba, localizado no litoral paranaense, apresentando ambientes florestais típicos do bioma mata atlântica, como a floresta ombrófila densa, manguezais e praias marinhas. A Área Diretamente Afetada (ADA) compreende as três praias de estudo (Praias Central, Caieiras e Prainha) onde serão realizadas as obras de Recuperação da Orla de Guaratuba. A Área de Influência Direta (AID) é delimitada no meio terrestre, pelas bacias hidrográficas que englobam as praias do estudo (Central, Caieiras e Prainha) e delimitadas pelo Instituto Água e Terra (IAT) (Área de Contribuição Direta). No meio aquático foi adotado um raio de 3,5 km, compreendendo, portanto, o entorno direto do empreendimento, onde irão ocorrer os impactos diretos das obras (FIGURA 228).

FIGURA 229 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE CONTAGEM EM RAIO FIXO PARA AS AMOSTRAGENS DE AVIFAUNA COSTEIRA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



- Dados Secundários

Para elaborar a lista de espécies com provável ocorrência na área de estudo, foram utilizados dados secundários adquiridos através de consultas bibliográficas na literatura técnica e científica disponível (Moraes; Krul, 1995, Mestre; Krul; Moraes, 2007 e Pelanda, 2007) e em banco de dados proveniente de ciência-cidadã em um raio de 50km da área diretamente afetada (Wikiaves, 2025). As espécies pertencentes a ordens de aves estritamente aquáticas foram selecionadas para compor a lista, a fim de contemplar apenas espécies de hábitos costeiros e marinhos.

A organização taxonômica, nomenclatura científica, nomenclatura vernacular e o status de ocorrência para o Brasil seguiram as informações propostas pelo Comitê Brasileiro de Registro Ornitológicos (Pacheco; Silveira; Aleixo; Agne; Bencke, 2021). Os graus de ameaça nos âmbitos estadual, nacional e global seguiram, respectivamente, Paraná (2024) (Decreto Estadual - Paraná nº 6040 de 05 de junho de 2024), Brasil, Ministério do Meio Ambiente (2022) (Portaria número 148, de 07/07/2022) e IUCN (2024) (www.iucnredlist.com).

- Dados Primários

Foram realizadas três campanhas amostrais de dez dias cada, sendo a primeira e a segunda realizadas no inverno (setembro de 2023 e de 2024) e a terceira na primavera (dezembro de 2024). As observações e registros da avifauna foram realizados com o auxílio de um binóculo Nikon® 10 x 42, câmera fotográfica Canon® 50d (lente 70 – 250 mm), *smartphone* Samsung S20 (usado para localização via GPS) e caderneta para anotação.

A identificação das espécies foi realizada predominantemente em campo através do conhecimento prévio do pesquisador. Quando não foi possível a identificação no local da amostragem, guias de identificação (Ridgely; Tudor, 2009; Van Perlo, 2009) e bancos de vocalizações (Xeno-Canto – http://www.xeno-canto.org, WikiAves – http://www.wikiaves.com.br) foram consultados.

- Levantamento Qualitativo

Durante os deslocamentos a pé entre pontos de contagem, bem como nos deslocamentos ao longo de toda a área de estudo, foi aplicado o método de busca ativa para encontrar o maior número de espécies possível, sendo todas as espécies observadas registradas para compor a riqueza local. Os registros ocasionais foram realizados quando carcaças de indivíduos foram encontradas durante as amostragens realizadas no presente diagnóstico e quando alguma espécie nova para listagem foi encontrada fora dos horários de amostragem.

- Levantamento Quantitativo

Pontos de contagem com raio fixo (Reynolds; Scott; Nussbaum, 1980; Wunderle, 1994; Bibby *et al*., 2000) foram utilizados para a realização do levantamento quantitativo de aves. Nos pontos em beira de praia, onde a visibilidade é ampla, um raio de 100 metros foi definido para a contagem dos indivíduos registrados. Cada ponto de amostragem foi visitado duas vezes por dia ao longo da campanha amostral, com a permanência do pesquisador no mesmo por 15 minutos, registrando todas as espécies e seus respectivos números de indivíduos identificados, dentro deste período e raio de contagem estipulado.

Os pontos de contagem foram realizados, preferencialmente, nas três primeiras horas depois do nascer do sol e nas últimas três horas antes do ocaso, períodos em que as aves se encontram em maior atividade de forrageio e defesa de território (Wunderle, 1994). A distância mínima entre duas unidades amostrais (ponto de contagem) foi de 200 metros, minimizando a chance de recontagem dos mesmos indivíduos.

Foram visitados dez pontos amostrais referentes a ambientes de beira de praia, compreendendo a ADA deste empreendimento (FIGURA 229). Todos os pontos foram repetidos pela manhã e pela tarde ao longo dos dez dias de amostragem, totalizando 3.000 minutos (50 horas) por campanha amostral e 9.000 minutos (150 horas) ao longo de todo o estudo.

- Análise dos Dados

Para a organização e manipulação dos dados brutos foi utilizada a planilha eletrônica pertencente ao pacote *Libreoffice*, como também o Google planilhas e o conjunto de pacotes *Tidyverse* do software R. A partir de uma matriz de presença e ausência das espécies registradas, a suficiência amostral foi medida e o número total de espécies foi estimado utilizando as funções *specaccum* e *specpool* do pacote *vegan* (*software* R), gerando uma curva de rarefação e o estimador de riqueza Jeckknife1, respectivamente. Através do levantamento quantitativo (ponto de contagem com raio fixo) foram calculados a Frequência de Ocorrência (FO = n_contatos/n_pontos) e Abundância Relativa (AR = n_ind./n_total_ind), onde 'n_contatos' é o número de pontos onde a espécie x foi registrada, .'n_pontos' é o número total de pontos realizados, 'n_ind.' é o número de indivíduos da espécie x contabilizados em todos os pontos e 'n_total_ind' é o número total de indivíduos de todas espécies registradas nos pontos.

Índices de diversidade foram calculados no *software* R (pacote vegan) para usar de métrica no teste da hipótese de que a diversidade de aves difere entre as áreas amostrais e estações climáticas. O Índice de Shannon dá maior peso para as espécies raras, quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade da população em estudo, expressando Riqueza e Uniformidade. Os dados foram testados quanto a sua normalidade através do teste Shapiro-Wilk. O teste não paramétrico para verificar diferença significativa entre tratamento foi o Mann-Whitney.

A similaridade entre áreas amostrais, em relação a diversidade de espécies, também foi avaliada utilizando série de Renyi, gerando um perfil de diversidade, uma generalização dos índices de diversidade. Em vez de trabalhar com índices de diversidade específicos, os quais dão pesos diferentes para riqueza de espécies e equitabilidade, a série de Renyi apresenta uma generalização dos índices, gerando um gradiente destes pesos ao longo do eixo x, onde, por exemplo, o valor 1 é equivalente ao índice de Shannon, o 2 ao índice de Simpson e o zero a riqueza (número de espécies) (Melo, 2008).

b) Resultados e Discussão

- Qualitativo

A partir das informações disponíveis nos dados secundários e registros feitos neste estudo, foram listadas 193 espécies de provável ocorrência para a área de estudo. Dessas, 50 estão listadas em algum grau de ameaçadas nos âmbitos global (IUCN = 10) (EN=2, VU=2, NT=6), nacional (MMA = 13) (EN=4 VU=9) e estadual (PR = 21) (CR=1 EN=6, VU=6, NT=8), 56 migratórias, seis endêmicas e três exóticas invasoras (ANEXO H).

Foram identificadas 105 espécies durante as três campanhas amostrais realizadas para este estudo, contemplando 55% da lista de provável ocorrência. O número absoluto de espécies registradas (C1 = 48, C2 = 83, C3 = 63) variou em relação as campanhas amostrais. A composição de espécies também variou, com oito espécies registradas apenas na C1, 33 espécies registradas apenas na C2, 13 espécies registradas apenas na campanha 3 e 36 espécies registradas em todas às campanhas. As 105 espécies identificadas estão distribuídas em 42 famílias e 17 ordens. As famílias Thraupidae (n = 10), Tyrannidae (n = 10), Ardeidae (n = 7) e Laridae (n = 4) foram as mais representativas em relação ao número de espécies. As ordens Passeriformes (n = 48), Charadriiformes (sp = 12), Pelecaniformes (n = 10) e Apodiformes (n = 6) foram as mais representativas em relação ao número de espécies (ANEXO H). Algumas espécies que possibilitaram o seu registro fotográfico durante as amostragens costeiras estão apresentadas na FIGURA 230 e FIGURA 231.

FIGURA 230 – ALGUMAS ESPÉCIES REGISTRADAS NA CAMPANHA 2



Legenda: A) *Ardea alba*, B), *Calidris melanotos*, C) *Charadrius semipalmatus*, D) *Columba livia*, E) *Coragyps atratus* e *Larus dominicanus*, F) *Egretta thula*, G) *Fregata magnificens*, H) *Nannopterum brasilianum*.

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 231 – ALGUMAS ESPÉCIES REGISTRADAS NA CAMPANHA 2



Legenda: A) *Nycticorax nycticorax*, B) *Phimosus infuscatus*, C) *Pluvialis dominica*, D) *Sterna trudeaui*, E) *Tringa flavipes*, F) *Tringa melanoleuca* e *T. flavipes*, G) *Vanellus chilensis*, H) *Zenaida auriculata*.

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Das 105 espécies registradas em campo, seis estão classificadas em algum grau de ameaça nos âmbitos global (*Sporophila falcirostris* - VU), nacional (*Sterna hirundinacea* – VU; *Thalasseus acuflavidus* – VU; *Sporophila falcirostris* - VU) e/ou estadual (*Ortalis squamata* – VU; *Sterna hirundinacea* – VU; *Sterna trudeaui* - NT; *Thalasseus acuflavidus* – NT; *Eudocimus ruber*– NT; *Sporophila falcirostris* - EN), seis são endêmicas do território brasileiro, 12 possuem algum status migratório e três são exóticas invasoras (TABELA 47).

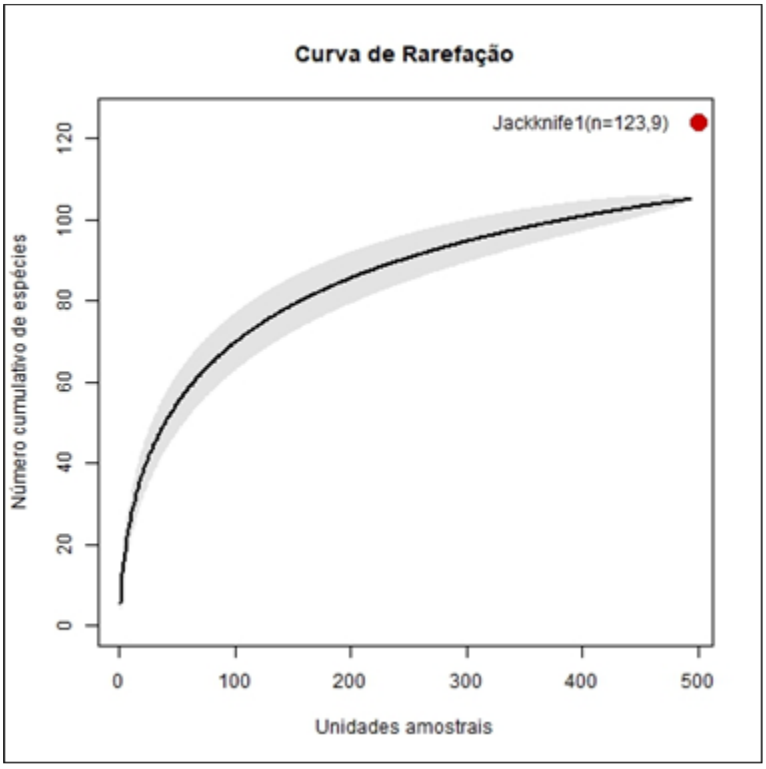
TABELA 47 – LISTA DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS, ENDÊMICAS, MIGRATÓRIAS E EXÓTICAS REGISTRADAS NAS AMOSTRAGENS DE CAMPO

Espécie	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça			Amostragem		
		PARANÁ	MMA	IUCN	C1	C2	C3
Ortalis squamata	BR, En	VU	LC	LC		1	
Columba livia	BR, In				1	1	1
Ramphodon naevius	BR, En					1	
Pluvialis dominica	VI (N)					1	
Charadrius semipalmatus	VI (N)					1	
Calidris melanotos	VI (N)					1	
Tringa melanoleuca	VI (N)				1	1	1
Tringa flavipes	VI (N)					1	
Sterna hirundinacea	BR	VU	VU	LC			1
Sterna trudeaui	BR	NT	LC	LC		1	
Thalasseus acuflavidus	BR, VI (S, N)	NT	VU	LC	1	1	1
Eudocimus ruber	BR	NT	LC	LC			1
Cathartes aura	BR, VA (N)				1	1	1
Elanoides forficatus	BR, VA# (N)					1	
Brotogeris tirica	BR, En				1	1	1
Todirostrum poliocephalum	BR, En					1	
Serpophaga subcristata	BR, VI (W)					1	
Pygochelidon cyanoleuca	BR, VI (S)				1	1	1
Hirundo rustica	VI (N)					1	
Cantorchilus longirostris	BR, En					1	
Mimus triurus	VI (S)				1		
Estrilda astrild	BR, In						1
Passer domesticus	BR, In				1	1	1
Ramphocelus bresilia	BR, En				1	1	1
Sporophila falcirostris	BR	EN	VU	VU		1	

Legenda: Status de Ocorrência: BR - Residente ou migrante reprodutivo (com evidências de reprodução no país disponíveis); VI - Visitante sazonal não reprodutivo do sul (S), norte (N), leste (E) ou oeste (W); VA - Vagante do sul (S), norte (N), leste (E) ou oeste (W), ou sem uma direção de origem definida; # - Status assumido, mas não confirmado; En - Espécie endêmica do Brasil; Ex - Espécie extinta no país (ou extinta na natureza); In - Espécie introduzida. Grau de ameaça: NT = Quase ameaçado; VU = Vulnerável, EN = Em perigo; CR = Criticamente ameaçado.
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Ao analisar o resultado gerado pela rarefação dos dados qualitativos, agrupados por unidades amostrais (FIGURA 232), uma curva levemente ascendente é observada, mostrando que são necessárias poucas amostragens para atingir a estabilidade e, consequentemente, a suficiência amostral. De acordo com o estimador de riqueza Jackknife1, é possível encontrar cerca de 124 espécies na área de estudo, das quais cerca de 84,7% já foram registradas.

FIGURA 232 – CURVA DE RAREFAÇÃO APRESENTANDO O ACÚMULO DE ESPÉCIES AO LONGO DAS UNIDADES AMOSTRAIS COSTEIRAS-AQUÁTICAS E ESTIMADOR DE RIQUEZA JACKNIFE1



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

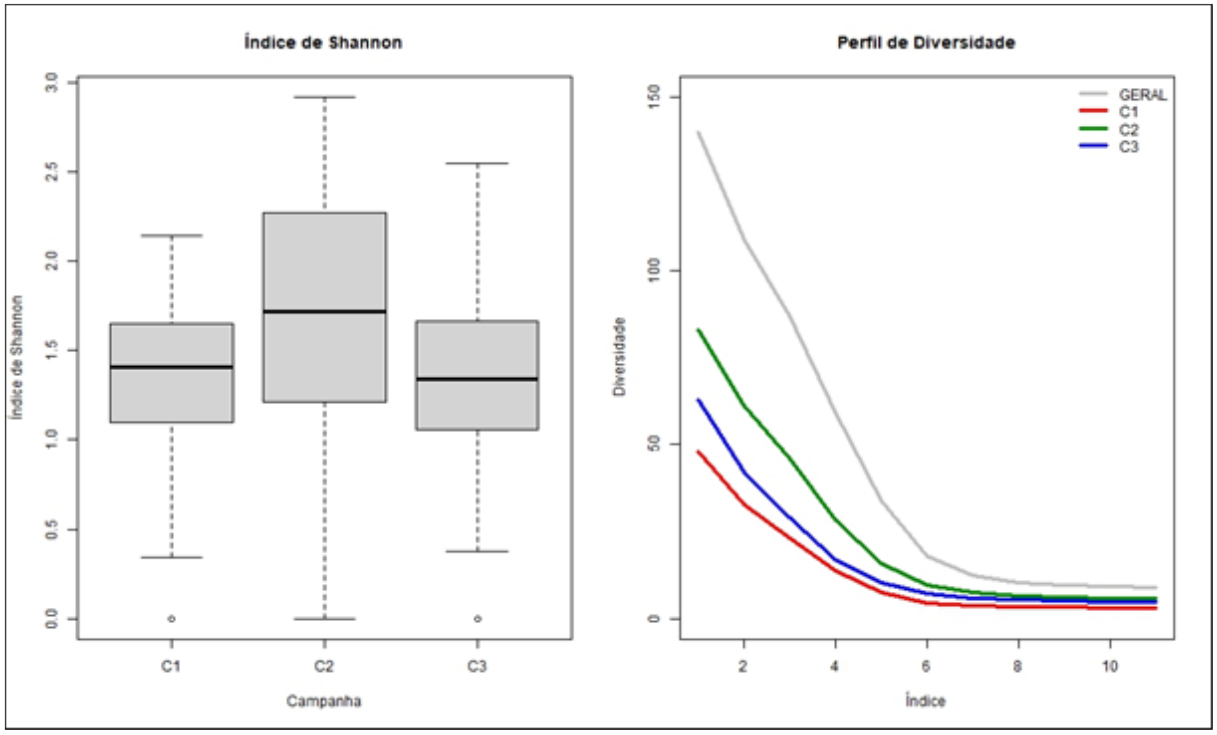
- Quantitativo

As espécies com presença em mais de 20% das unidades amostrais foram Fregata magnificens (62,88%), *Vanellus chilensis* (50,51%), *Pitangus sulphuratus* (49,29%), *Egretta thula* (45,64%), *Larus dominicanus* (40,16%), *Pygochelidon cyanoleuca* (36,51%), *Ardea alba* (27,38%), *Coragyps atratus* (25,56%) *Nannopterum brasilianum* (22,92%) e *Columba livia* (22,72%). Dezesseis espécies tiveram apenas um registro durante todas as campanhas amostrais, dentre elas uma com algum grau de ameaça (*Sporophila falcirostris* EN/PR, VU/BR, VU/IUCN), mostrando-se rara nas amostragens (ANEXO I)

Ao comparar o índice de diversidade de Shannon de cada uma das unidades amostrais (pontos fixos), entre as campanhas amostrais, foi observada diferença significativa ($p< 0.0005$), principalmente influenciada pela campanha 2 (set/2024) que apresentou valores mais discrepantes (FIGURA 233). Ao analisar a comunidade de aves em relação ao seu perfil de diversidade (FIGURA 233) comparando as campanhas amostrais, o resultado do teste anterior é corroborado, sendo possível

observar que as curvas referentes às campanhas amostrais não se cruzam ao longo do perfil, mostrando diferença significativa entre elas. É possível observar que a curva gerada com os dados referentes a campanha 2 apresentam valores superiores de diversidade ao longo de todo o perfil, em relação a campanha 3 (dez/2024), sendo a campanha 1 (set/2023), a menos diversa.

FIGURA 233 – VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON AO LONGO DAS UNIDADES AMOSTRAIS EM RELAÇÃO ÀS CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM DE CAMPO E PERFIL DE DIVERSIDADE GERADO ATRAVÉS DA SÉRIE DE RENYI COMPARANDO AS CAMPANHAS AMOSTRAIS



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

c) Considerações Finais

Devido à extensão dos projetos de reposição de praias e a mudança de habitat resultante, há interesse em avaliar o efeito da reposição nas comunidades de praia. Embora vários pesquisadores tenham investigado os efeitos dessas mudanças na fauna de praia, poucos estudos se concentraram em aves aquáticas, apesar da preocupação generalizada sobre os efeitos da alteração e perturbação do habitat em grupos selecionados de aves aquáticas (Grippo *et al*., 2007).

Perturbações associadas ao reabastecimento de praias, como dragagem, podem representar uma barreira adicional e potencialmente significativa para a

nidificação e o sucesso da nidificação (Elias; Fraser; Buckley, 2000). Também são preocupantes as perturbações em importantes áreas de alimentação costeira ao longo das rotas migratórias (Burger, 1984). Estudos de conjuntos de macroinvertebrados de praia sugerem que a reposição diminui a riqueza e a densidade de espécies, tornando os projetos de reposição uma perturbação potencial para recursos alimentares valiosos (Rakocinski *et al*., 1996; Reilly; Bellis, 1983). Porém, alguns estudos não apontam mudança significativa na abundância total de aves aquáticas e limícolas após o reabastecimento, sugerindo que o uso do habitat por aves aquáticas pode ter aumentado em praias reabastecidas (Grippo *et al*., 2007). O mesmo estudo também demonstrou que a transitoriedade das aves costeiras torna os impactos estruturais (por exemplo, riqueza e abundância) difíceis de avaliar e que o design de estudo idealizado para avaliar os impactos muitas vezes não é prático devido a restrições de tempo e monetárias.

O presente diagnóstico da avifauna apresentou uma diversidade significativa de espécies (n = 105), com a presença de espécies ameaçadas (n = 6), endêmicas (n = 6) e migratórias (n = 12). A área estudada desempenha um papel importante para a sobrevivência e o ciclo de vida das aves locais, funcionando como um importante ponto de alimentação e descanso.

Diante desses potenciais impactos e diversidade registrada neste diagnóstico, recomenda-se a implementação de medidas de mitigação que garantam a menor perturbação possível à fauna local. Entre as principais medidas, destacam-se: o monitoramento contínuo da avifauna antes, durante e após a obra, a fim de avaliar a resposta das espécies à intervenção e tomar ações corretivas, se necessário.

3.2.4. Diagnóstico de Águas Superficiais e de Sedimentos

Em complementação ao levantamento da biodiversidade aquática na área de estudo, foi realizado o diagnóstico das águas superficiais e de sedimentos, o qual será descrito a seguir.

3.2.4.1. Qualidade das águas superficiais

O levantamento de dados sobre a qualidade das águas superficiais em estudos ambientais fornece informações importantes para a gestão costeira e gestão de recursos hídricos, que são ecossistemas atualmente utilizados para diversas atividades antropogênicas. As alterações provocadas por meio de instalações civis, a exemplo das futuras obras de recuperação da orla de Guaratuba, modificam as características do ambiente. Dessa forma, se faz necessária a avaliação de qualidade de águas destinadas à recreação de contato primário, à proteção das comunidades aquáticas e à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana, que é o enquadramento estabelecido como padrão para classe 1 descrita pelo artigo 5° da Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005.

Como critérios de qualidade, utilizam-se parâmetros químicos, físicos e biológicos numéricos ou narrativos, estipulados através das diretrizes ambientais incluídas na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA Nº 357/2005. Estes indicadores de qualidade da água especificam concentrações e limites de alguns parâmetros que interferem na manutenção do ecossistema aquático e na proteção da saúde humana (Araújo; Melo, 2000). Esses padrões subsidiam a avaliação do impacto ambiental dos usos existentes e desejados da água, permitindo uma análise mais integrada do que aquela fornecida apenas por intermédio de aspectos químicos, influenciando sobremaneira os tomadores de decisão quando da designação dos usos futuros (Pizella; Souza, 2007).

O presente documento tem como objetivo avaliar, caracterizar e monitorar os parâmetros químicos, físico-químicos e microbiológicos das águas marinhas superficiais situadas na área de influência do futuro empreendimento "Recuperação da Orla de Guaratuba", no Estado do Paraná (PR). Os padrões de qualidade da água considerados seguem as diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA Nº 357/05.

3.2.4.1.1. Metodologia de Coleta e Análise

Para este diagnóstico, foram realizadas duas campanhas amostrais: uma no inverno de 2023 (setembro) e outra na primavera de 2024 (dezembro). Ambas as campanhas contemplaram a coleta de amostras de águas salinas, seguindo

rigorosamente os protocolos técnicos para garantir a caracterização ambiental da área.

A rede amostral foi delineada com base em critérios técnicos de representatividade ambiental e cobertura espacial, composta por sete pontos amostrais, onde seis pontos estão localizados na AID, voltados ao monitoramento dos impactos das atividades na região, e um ponto de controle, fora da AID, utilizado como referência para as análises comparativas.

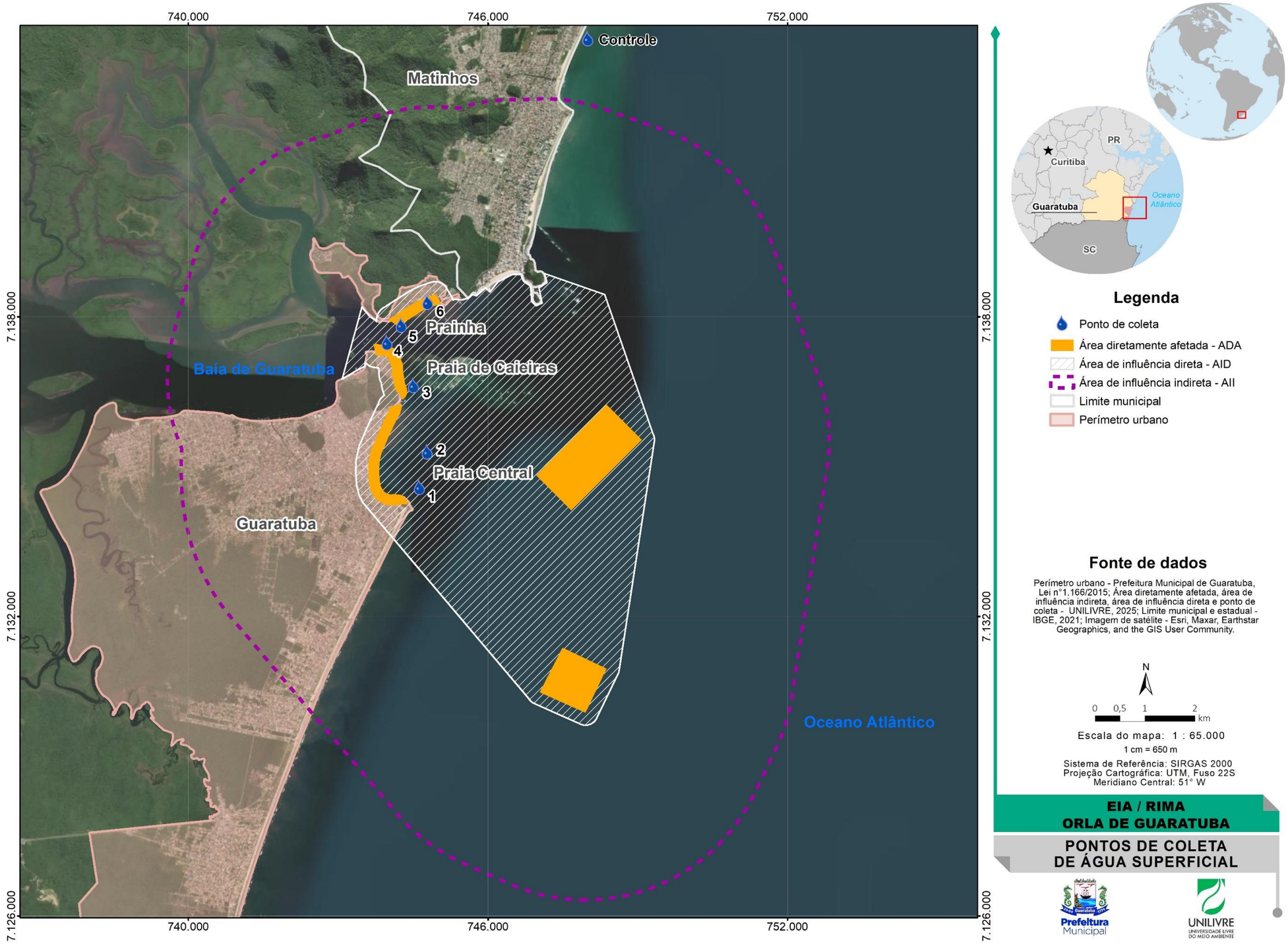
Os pontos amostrais foram georreferenciados em campo utilizando um GPS Garmin, modelo Etrex Legend, assegurando a precisão das coordenadas, conforme registrado na TABELA 48. A disposição espacial dos pontos amostrais está representada na FIGURA 234.

TABELA 48 – COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA SUPERFICIAL NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR (UTM 22J/SIRGAS 2000)

Ponto	UTM E (m)	UTM N (m)
#01	744627	7134590
#02	744784	7135300
#03	744509	7136630
#04	743979	7137490
#05	744266	7137840
#06	744795	7138300
Controle	748002	7143580

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 234 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA SUPERFICIAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO FUTURO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR



a) Parâmetros medidos *in situ*

Foram realizadas coletas de água para avaliar sua qualidade, utilizando uma garrafa amostradora do tipo Van Dorn. As amostras foram obtidas na superfície e no fundo dos pontos definidos e transferidas para frascos de vidro ou plástico (FIGURA 235), previamente higienizados e identificados com as informações do ponto amostral, parâmetros de análise, data e horário da coleta.

FIGURA 235 – COLETAS DE ÁGUA SUPERFICIAL COM GARRAFA AMOSTRADORA DO TIPO VAN DORN



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Simultaneamente, foram realizadas medições diretas *in loco* de parâmetros como pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez, temperatura, salinidade, sólidos totais dissolvidos e potencial de oxirredução, utilizando uma sonda multiparâmetros da marca Horiba, modelo U-50 (FIGURA 236).

FIGURA 236 – MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS *IN SITU* COM UTILIZAÇÃO DA SONDA HORIBA E COLETA DE ÁGUA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Os dados obtidos foram registrados em uma planilha memorial (ANEXO J), assegurando a rastreabilidade das informações. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em frascos devidamente etiquetados, armazenadas em caixas térmicas com gelo e, ao término das atividades, enviadas para análise química em laboratório acreditado e credenciado.

As análises laboratoriais para a determinação dos parâmetros químicos seguiram os procedimentos analíticos estabelecidos pela U.S. Environmental Protection Agency (ou metodologias equivalentes), em conformidade com a Resolução CONAMA Nº 357/2005. Os resultados das análises químicas estão apresentados na forma de laudos (está anexado junto ao processo).

Os resultados que apresentaram concentrações superiores aos limites de detecção foram comparados aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas salinas – Classe 1, permitindo uma avaliação criteriosa da conformidade ambiental.

3.2.4.1.2. Resultados e Discussão

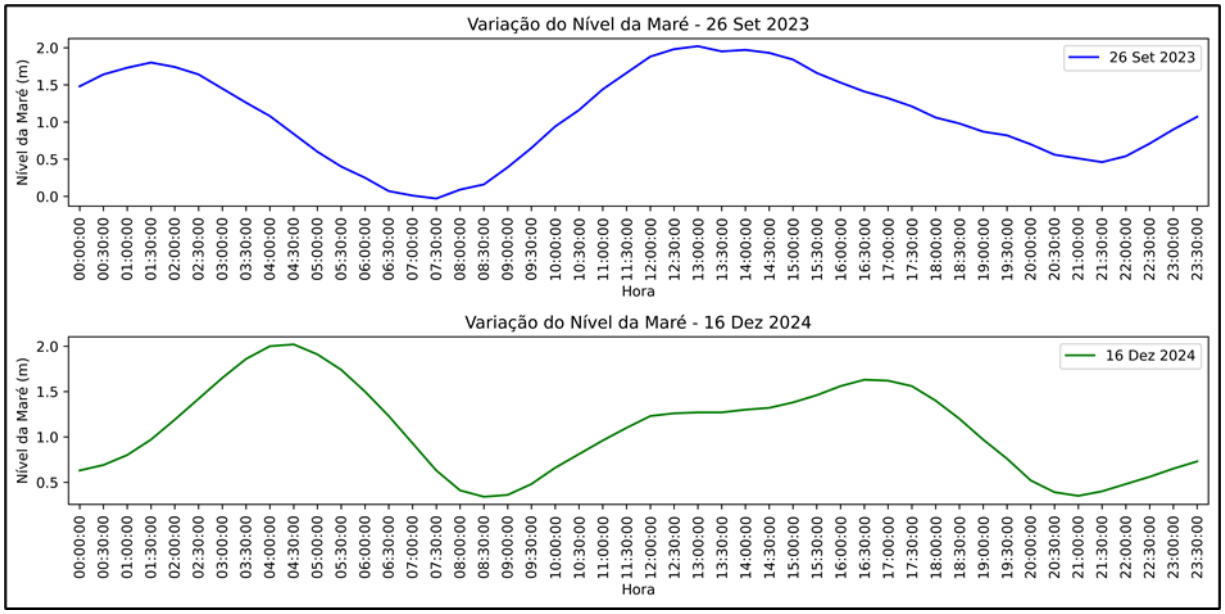
a) Condições Meteorológicas

As medições realizadas durante as campanhas de monitoramento indicaram variações nas condições atmosféricas regionais. Em 26 de setembro de 2023, as temperaturas registradas oscilaram entre 20°C e 25,5°C, com céu parcialmente nublado e precipitação pluviométrica leve, totalizando 0,05 mm. Em contraste, os dados de 16 de dezembro de 2024 apontaram um cenário distinto, com temperaturas mais elevadas, variando de 23,7°C a 31,5°C, sob céu nublado e sem ocorrência de precipitação. Esses registros evidenciam a variabilidade na área de estudo, com predominância de temperaturas amenas e precipitação leve no primeiro período, e temperaturas mais altas e ausência de precipitação no segundo.

A análise das séries temporais das marés para os dias 26 de setembro de 2023 e 16 de dezembro de 2024 revela um padrão semidiurno característico, definido por duas marés altas e duas baixas em um ciclo de aproximadamente 12 horas. A FIGURA 237 ilustra essas variações ao longo do tempo, destacando as diferenças entre os dois períodos analisados. A amplitude de maré, definida como a diferença

entre os níveis de maré alta e baixa, apresentou diferenças expressivas nos dois dias. Conforme evidenciado na FIGURA 237, no dia 26 de setembro, a amplitude máxima atingiu 1,23 metros, enquanto no dia 16 de dezembro, registrou-se 1,07 metros. Essas variações refletem a influência de fatores astronômicos e meteorológicos sobre os ciclos de maré.

FIGURA 237 – VARIAÇÃO DO NÍVEL DA MARÉ EM GUARATUBA, PR, NOS DIAS 26/09/2023 E 16/12/2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

b) Parâmetros Físico-Químicos

A análise comparativa dos dados de qualidade da água coletados na orla de Guaratuba, nas campanhas de setembro de 2023 e dezembro de 2024, revela variações significativas nos parâmetros físico-químicos, que refletem a dinâmica ambiental influenciada por fatores sazonais e locais.

Em setembro de 2023, os parâmetros apresentaram estabilidade - a temperatura da água manteve-se moderada, o pH foi levemente alcalino e os níveis de oxigênio dissolvido permaneceram dentro dos valores ideais para a sustentação da vida aquática. A condutividade e a turbidez refletiram a influência de processos naturais, como a ressuspensão de sedimentos devido ao movimento das ondas e a entrada de águas continentais, o que contribuiu para o aumento dos sólidos em suspensão. Esses dados estão consolidados na TABELA 49.

No mês de dezembro de 2024, foi identificado um aumento na temperatura da água, possivelmente associado à transição do inverno para a primavera. Em algumas localidades, o pH apresentou leve acidificação, enquanto o potencial de oxidação-redução (ORP) indicou condições mais oxidantes. A condutividade e a turbidez demonstraram variações atribuídas à influência das fontes de água e aos efeitos das marés de sizígia, que intensificaram a troca de água entre o ambiente marinho e os corpos d'água próximos. A movimentação e deposição de partículas sedimentares também contribuíram para essas alterações.

A elevação da temperatura influencia a redução nos níveis de oxigênio dissolvido, devido à menor solubilidade do gás em águas mais quentes, aumentando a demanda bioquímica de oxigênio, especialmente em áreas com alta atividade biológica. Reduções nos valores de sólidos totais dissolvidos (TDS) e na salinidade sugerem a influência de águas doces provenientes de chuvas ou descargas fluviais. Os dados detalhados estão apresentados na TABELA 49.

TABELA 49 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS MEDIDOS *IN LOCO* EM ÁGUAS SUPERFICIAIS, NOS DIAS 26 DE SETEMBRO DE 2023 E 16 DE DEZEMBRO DE 2024, COM O AUXÍLIO DE UMA SONDA MULTIPARÂMETROS

Parâmetros									
Campanha 26/09/2023									
Pontos	**Hora**	**Temp. (°C)**	**pH**	**ORP (mV)**	**Cond. (mS/cm)**	**Turb. (NTU)**	**OD (mg/L)**	**TDS (g/L)**	**Sal (ppm)**
#01	09:25	22,71	8,23	146	49,2	4,1	6,46	30	32,2
#02	09:02	22,62	8,23	146	51,5	3,6	6,72	30,9	33,8
#03	09:55	22,71	8,14	188	46,9	8,4	6,4	28,6	30,4
#04	07:52	22,27	8,17	187	46,2	7,5	5,68	28,2	29,9
#05	08:15	22,29	8,18	187	46,7	9,2	5,77	28,5	30,3
#06	08:36	22,29	8,19	186	47,1	7,05	5,92	28,7	30,6
#C	10:51	22,64	8,23	146	51,5	3,3	6,64	30,9	33,9
Campanha 16/12/2025									
#01	08:41	24,90	8,23	249	45,4	4,6	8,43	27,7	29,4
#02	08:58	24,53	8,29	246	47,7	7,5	7,29	29,1	31,0
#03	09:15	25,10	8,32	254	43,4	6,1	8,50	26,5	24,7
#04	07:35	24,70	7,63	230	28,3	3,3	7,29	17,5	17,4
#05	08:01	24,75	7,78	234	27,7	3,9	7,33	17,2	17,0
#06	09:31	25,17	8,28	259	37,0	4,9	7,70	22,6	23,4
#C	08:13	23,87	7,86	232	49,4	21,5	6,4	30,1	32,3

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

c) Parâmetros Químicos

Para a avaliação da qualidade da água de superfície, foram determinadas as concentrações de 82 substâncias químicas, detalhadas no ANEXO J.

A discussão incluída no tópico se concentrará na discussão dos parâmetros que apresentaram concentrações acima dos limites de detecção dos métodos analíticos empregados, no total 15 parâmetros foram detectados, entre eles sete substâncias apresentaram concentrações acima do limite incluído na norma vigente (TABELA 50). Os resultados dessas análises foram avaliados conforme as condições e padrões estabelecidos na Resolução do CONAMA N°357 de 2005.

Na campanha realizada em 26 de setembro de 2023 foi quantificado Alumínio Dissolvido, medido em mg/L, nos pontos #01 e #02, localizados mais ao sul da área de influência direta. As concentrações de 0,096 e 0,021 mg/L, entretanto, se mantiveram abaixo do valor limite da resolução de 1,5 mg/L. Ainda nas amostras coletadas durante a campanha de 26 de setembro, houve detecção de boro total (B), entretanto as concentrações variaram entre 2,922 e 4,564 mg/L, e portanto, estão dentro do limite máximo estipulado pela resolução: 5 mg/L. Outros parâmetros como pH, nitrito, nitrogênio total, sulfeto e fósforo total foram detectados pelos métodos quantitativos, mas foram representados por valores que se adequam aos limites da Resolução CONAMA N° 357/05 para Águas Salinas Classe 1 (TABELA 50).

TABELA 50 – PARÂMETROS ANALISADOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA EM QUE FORAM OBSERVADAS CONCENTRAÇÕES ACIMA DO LIMITE DE DETECÇÃO DOS MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZADOS. LIMITES ESTABELECIDOS PELA RESOLUÇÃO CONAMA N° 357/05 PARA ÁGUAS SALINAS CLASSE 1

Parâmetro	Un.	26/09/2023 Inverno							16/12/2024 Primavera							CONAMA N°357/2005
		#01	#02	#03	#04	#05	#06	#C	#01	#02	#03	#04	#05	#06	#C	
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,096	0,021	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	4,340	<0,050	2,856	1,333	<0,050	5,656	ND	≤1,5
Boro Total	mg/L	4,564	3,864	3,725	3,167	2,934	2,922	2,946	1,350	4,311	5,967	2,878	3,022	4,467	ND	≤5
Carbono Orgânico Total (TOC)	mg/L	2,3	2,1	2,4	2,6	3,3	2	2	2,3	3,1	4,0	3,9	3,9	3,8	3,0	≤ 3
Nitrito	mg/L	0,034	0,021	0,017	0,016	0,023	0,023	0,033	0,010	<0,006	0,010	0,008	<0,006	<0,006	<0,006	≤ 0,07
Nitrogênio total (NT)	mg/L	1,2	0,6	1,1	1	1,1	1	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-
Sulfeto	mg/L	0	0	0	0,01	0,011	0	0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	≤ 0,002
Fósforo Total	mg/L	0,004	0,277	0,249	0,245	0,185	0,223	0,241	<0,013	0,911	<0,013	1,567	<0,013	<0,013	0,480	≤0,062
Níquel Total	mg/L	0,048	0,049	0,042	0,042	0,044	0,043	0,038	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	≤ 0,025
Cloro Residual Total	mg/L	0,1	0,09	0,08	0,13	0,07	0,09	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	≤ 0,01
Cobre Dissolvido	mg/L	0,095	0,071	0,069	0,074	0,073	0,07	0,073	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0,005
Nitrato	mg/L	1,54	1,64	1,34	2,1	1,24	1,23	1,9	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	≤ 0,40
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,46	6,72	6,4	5,68	5,77	5,92	6,64	8,43	7,29	8,50	7,29	7,33	7,70	6,4	≥ 6
pH		8,23	8,23	8,14	8,17	8,18	8,19	8,23	8,23	8,29	8,32	7,63	7,78	8,28	7,86	6,5-8,5

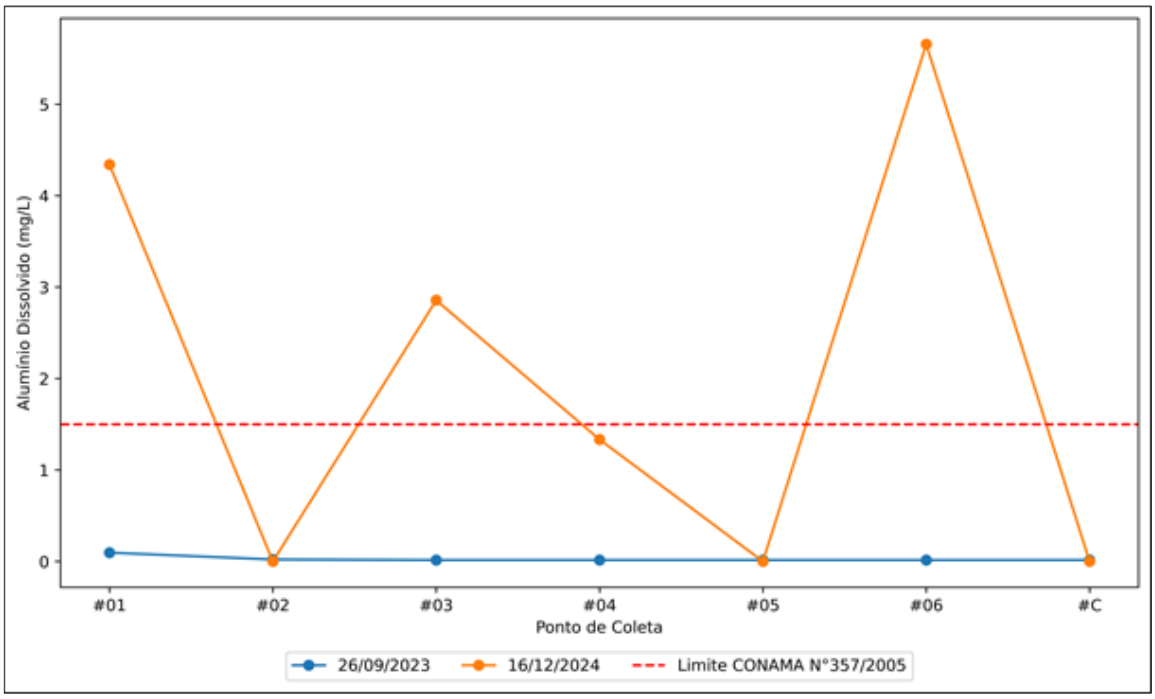
Legenda: ND – Não Detectado. Alumínio Dissolvido, Boro Total, Carbono Orgânico Total, Fósforo Total, Níquel Total, Cloro Residual Tota, Cobre Dissolvido, Nitrato e Oxigênio Dissolvido tiveram valores fora do padrão de referência estabelecido pela Resolução CONAMA N°357/2005.
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

A análise dos parâmetros, tanto *in situ* quanto em laboratório, será discutida com base nas informações apresentadas na tabela acima, referente às duas campanhas de amostragem realizadas. Serão enfatizados os parâmetros que apresentaram não conformidades em relação aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

- Alumínio Dissolvido

A presença de alumínio dissolvido nas amostras coletadas durante as duas campanhas de monitoramento, especialmente na segunda campanha realizada em dezembro de 2024, é uma preocupação significativa, pois os valores superaram o limite de 0,1 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Essa superação indica um risco potencial à qualidade da água e à saúde dos ecossistemas aquáticos (FIGURA 238).

FIGURA 238 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ALUMÍNIO DISSOLVIDO COM O LIMITE LEGAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

A solubilidade do alumínio é influenciada por fatores naturais, como a sazonalidade e as variações de temperatura. Durante a primavera, correspondente à segunda campanha, as temperaturas mais altas podem facilitar a liberação do

alumínio presente na matéria orgânica ou nos sedimentos para a coluna d'água. Esse fenômeno ocorre porque temperaturas elevadas aumentam tanto a atividade biológica quanto às reações químicas, favorecendo a dissolução do alumínio (Narcizo, 2009).

Além disso, a atividade microbiana intensificada durante a primavera pode contribuir para a degradação da matéria orgânica, liberando alumínio que estava adsorvido nos sedimentos ou associado a compostos orgânicos. A interação entre o aumento da temperatura e a atividade biológica cria um ambiente favorável ao aumento das concentrações de alumínio dissolvido (Oliveira; Souza; Bortocan, 2014).

A presença elevada de alumínio dissolvido pode ter efeitos adversos sobre a fauna aquática, causando toxicidade em peixes e invertebrados. O alumínio pode gerar estresse fisiológico nos organismos aquáticos e interferir em processos biológicos essenciais, como a reprodução e o crescimento (Kopáček; Marešova; Hejzlar, 2007). Por isso, é fundamental realizar o monitoramento contínuo dos níveis de alumínio e investigar suas fontes potenciais, a fim de mitigar os impactos ambientais associados.

- Fósforo Total

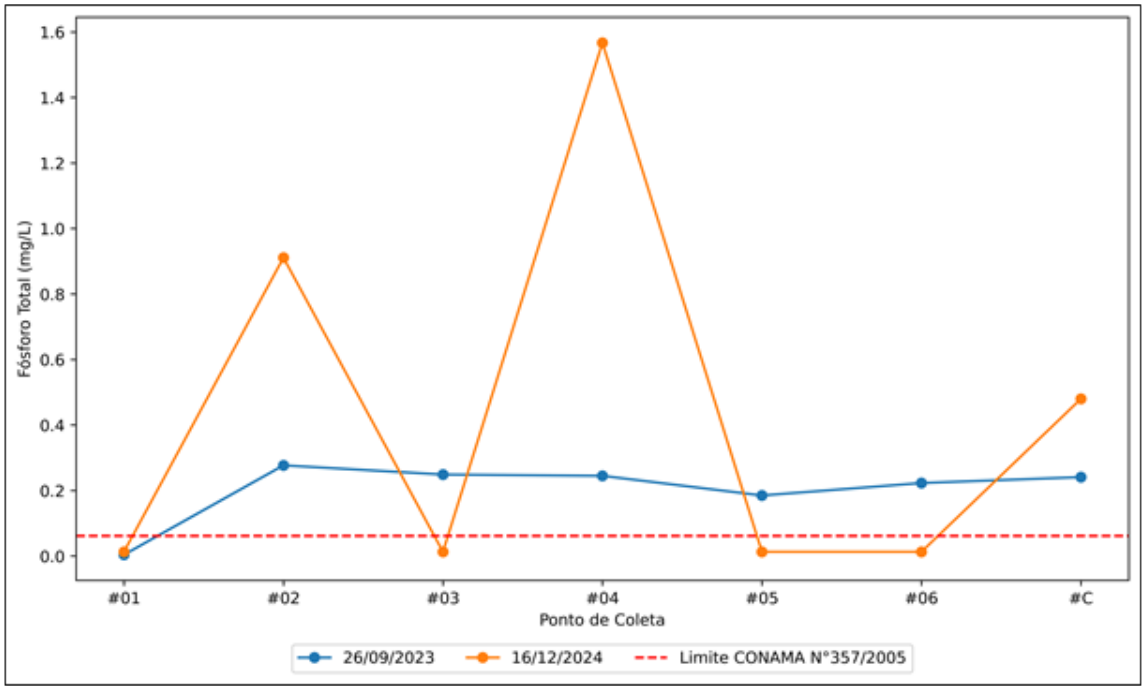
Os resultados do monitoramento do fósforo total conforme a Resolução CONAMA N° 357/2005, fornecem uma visão abrangente sobre a qualidade da água e os desafios associados ao manejo ambiental. A presença de nutrientes como o fósforo em águas salinas é crítica, pois concentrações elevadas podem levar a problemas ambientais significativos, como a eutrofização. Essa condição resulta no crescimento excessivo de algas, que consomem oxigênio e afetam a vida aquática.

Os dados indicam uma significativa variabilidade nas concentrações de fósforo total, que oscilaram entre valores abaixo do limite de quantificação (<0,013 mg/L) e picos elevados de 1,567 mg/L, conforme apresentado na FIGURA 239. Essa ampla oscilação é resultado da combinação de fatores naturais e atividades humanas que influenciam diretamente a qualidade da água.

Entre os fatores naturais, destacam-se o escoamento superficial, os processos de decomposição de matéria orgânica e a ressurgência de águas profundas, que enriquecem a superfície com nutrientes provenientes de camadas mais profundas do ambiente aquático. Paralelamente, às atividades antropogênicas

exercem um papel relevante no aumento das concentrações de fósforo, especialmente em áreas portuárias e regiões com intensa navegação. Descargas de efluentes provenientes de embarcações emergem como uma fonte significativa de poluição nesses locais. Tais efluentes incluem águas residuais, águas de lastro e o descarte de substâncias químicas, frequentemente contendo contaminantes orgânicos e inorgânicos. Conforme destacado por Brandão (2012), esses resíduos representam uma ameaça considerável para os corpos d'água, agravando as condições de qualidade ambiental e contribuindo para o acúmulo de fósforo e outros poluentes.

FIGURA 239 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL COM O LIMITE LEGAL



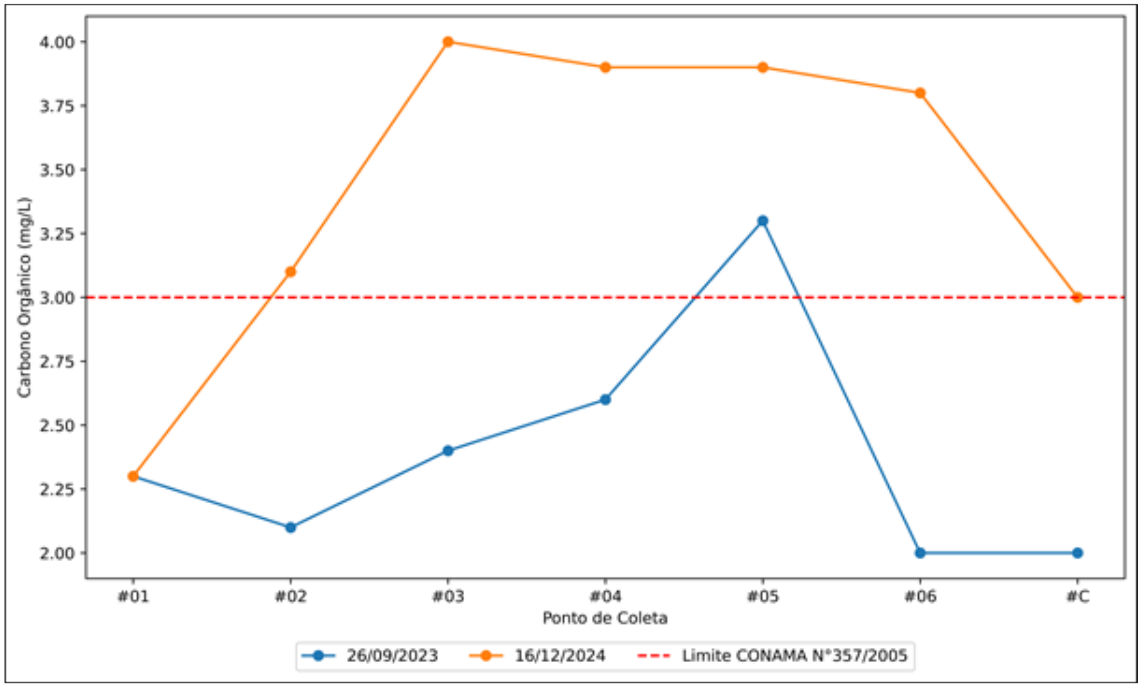
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Carbono Orgânico

A análise dos resultados de Carbono Orgânico Total (COT) nas duas campanhas amostrais revelou que a maioria dos valores encontrados está abaixo do limite estabelecido pela legislação, indicando que, de maneira geral, a qualidade da água em relação a esse parâmetro está dentro dos padrões exigidos. Esse resultado sugere que a área monitorada está apresentando boa saúde ambiental em relação ao COT (Libânio; Cunha; Costa, 2000).

Na segunda campanha, realizada em 16/12/2024, observou-se um aumento nas concentrações de COT, especialmente nos pontos #03, #04 e #05 (FIGURA 240). Esse aumento pode ser atribuído a fatores sazonais, como a elevação da temperatura e o aumento da atividade biológica durante a primavera e o início do verão, que favorecem o crescimento de plantas aquáticas e fitoplâncton. Esse crescimento resulta em uma maior produção de matéria orgânica, o que pode refletir em concentrações mais elevadas de COT (CMS Científica, 2023).

FIGURA 240 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL COM O LIMITE LEGAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

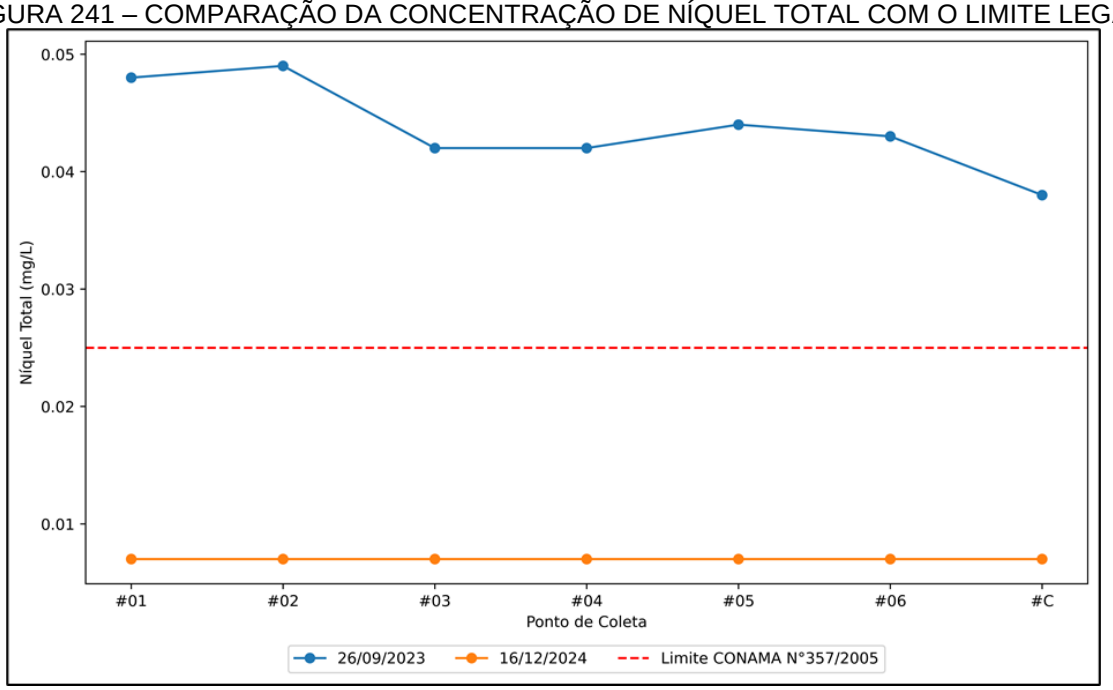
Além disso, a análise revelou uma certa variabilidade nos valores de COT entre os diferentes pontos de monitoramento, evidenciando a heterogeneidade espacial na distribuição da matéria orgânica na área estudada. Fatores locais, como a presença de vegetação aquática, podem influenciar essa distribuição. A vegetação aquática pode atuar como um reservatório de matéria orgânica, enquanto áreas mais impactadas por atividades humanas podem apresentar concentrações mais altas devido ao acúmulo de resíduos

- Níquel Total

Os resultados da análise de níquel total indicam que todas as amostras coletadas nos seis pontos amostrais localizados na Área de Influência Direta (AID) e no ponto de controle ultrapassaram o valor máximo permitido de 0,025 mg/L na primeira campanha. Essa situação pode ser associada a diversas fontes antropogênicas, como o tráfego de embarcações, que é conhecido por introduzir contaminantes nos corpos d'água (Barbosa; Lima; Silva, 2016). Outros fatores, como processos naturais de escoamento superficial, também podem contribuir para a contaminação, transportando metais pesados e contaminantes do solo para as águas (Kumar; Singh; Singh, 2020) (FIGURA 241).

Na segunda campanha, os resultados demonstraram uma clara melhoria na qualidade da água em relação ao parâmetro de níquel total. O aumento das temperaturas durante certas estações, como a primavera, pode atuar sobre a produtividade primária, promovendo um crescimento acelerado de fitoplâncton e outras formas de vida aquática. Essa densidade de biomassa pode alterar a dinâmica dos nutrientes e reduzir a concentração de metais pesados na água, uma vez que organismos aquáticos são conhecidos por acumular metais e nutrientes, potencialmente diminuindo a disponibilidade de níquel em meio aquático (Harrison; Waters; Kelsey, 2018).

FIGURA 241 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NÍQUEL TOTAL COM O LIMITE LEGAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Cloro Residual

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 O limite máximo permitido de cloro residual total para águas salinas de Classe 1, é de 0,01 mg/L (CONAMA, 2005). Na campanha de setembro de 2023, as concentrações do parâmetro variaram entre 0,07 mg/L e 0,13 mg/L, excedendo o limite estabelecido. Já na campanha de dezembro de 2024, todas as medições apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação (<0,01 mg/L), atendendo aos padrões regulamentares.

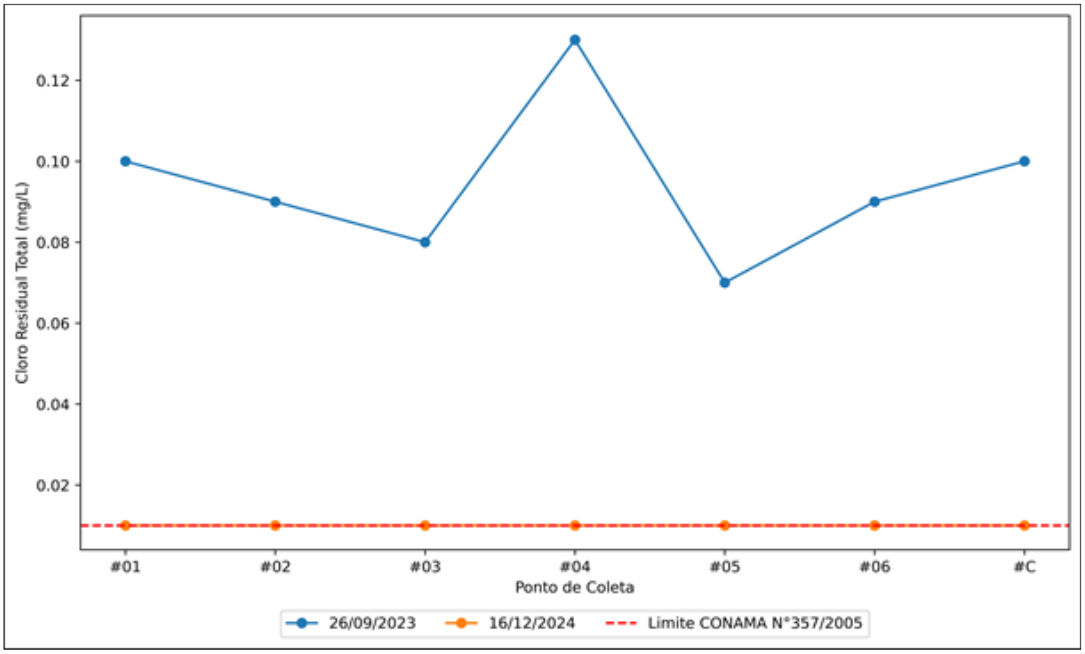
A persistência do cloro residual em ambientes aquáticos é afetada por fatores como temperatura e salinidade. O aumento da temperatura, por exemplo, pode acelerar a decomposição do cloro, reduzindo sua eficácia (Derisio, 2016). Durante a campanha de setembro de 2023, a temperatura da água variou entre 22,27°C e 22,71°C, enquanto em dezembro de 2024, os valores oscilaram entre 23,68°C e 25,17°C.

Apesar do aumento da temperatura em dezembro, as concentrações de cloro residual foram mais baixas, possivelmente devido à maior atividade microbiana ou fotodegradação, conforme apontado por Santos (2018). A salinidade também variou entre as campanhas, de 29,9 ppm a 33,9 ppm em setembro de 2023, e de 17,0 ppm a 34,3 ppm em dezembro de 2024. Essas variações podem influenciar a estabilidade

do cloro na água, dependendo de fatores como a presença de matéria orgânica e outros compostos químicos (Brungs, 1973).

A FIGURA 242 apresenta o gráfico comparativo das concentrações de cloro residual total nas duas campanhas, destacando a redução significativa dos níveis de cloro em dezembro de 2024 em relação a setembro de 2023. Essa diminuição reflete possíveis mudanças sazonais, nas condições ambientais ou nas fontes de cloro na área costeira estudada.

FIGURA 242 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CLORO RESIDUAL TOTAL COM O LIMITE LEGAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

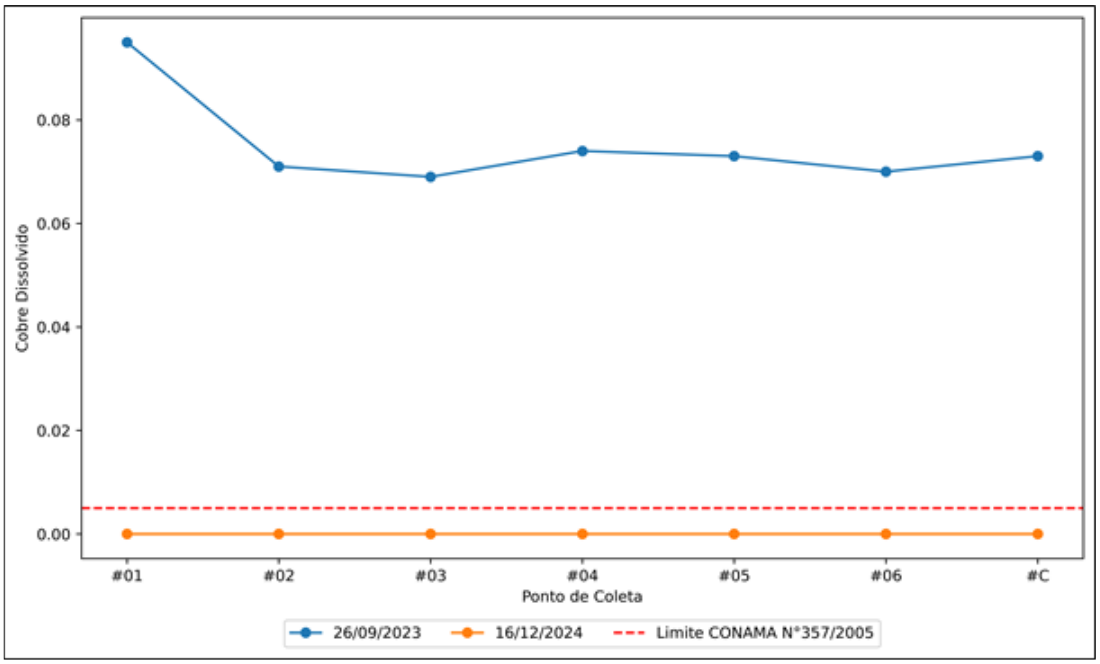
- Cobre Dissolvido

Na primeira campanha de monitoramento, as concentrações de cobre dissolvido excederam consistentemente o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salinas (que é de 1,0 mg/L), em todos os pontos analisados. Esses resultados indicam a presença de contaminação por cobre na área monitorada, representando um potencial impacto ambiental que requer investigação detalhada. A exposição a concentrações elevadas de cobre pode comprometer a fauna aquática e, em casos extremos, afetar a saúde humana (Gonçalves; Silva; Almeida, 2019). Entre os fatores que podem contribuir para esse aumento, destaca-se o tráfego de embarcações, que pode liberar metais pesados, incluindo cobre,

devido ao desgaste de componentes metálicos e ao escoamento superficial de resíduos.

Na segunda campanha, a ausência de detecção de cobre em todos os pontos analisados impediu a comparação direta com os resultados anteriores, limitando a avaliação da evolução das concentrações ao longo do tempo. Essa lacuna de informações reforça a necessidade de um monitoramento contínuo, indispensável para identificar tendências, compreender dinâmicas ambientais e determinar potenciais fontes de contaminação na região (FIGURA 243).

FIGURA 243 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COBRE DISSOLVIDO COM O LIMITE LEGAL



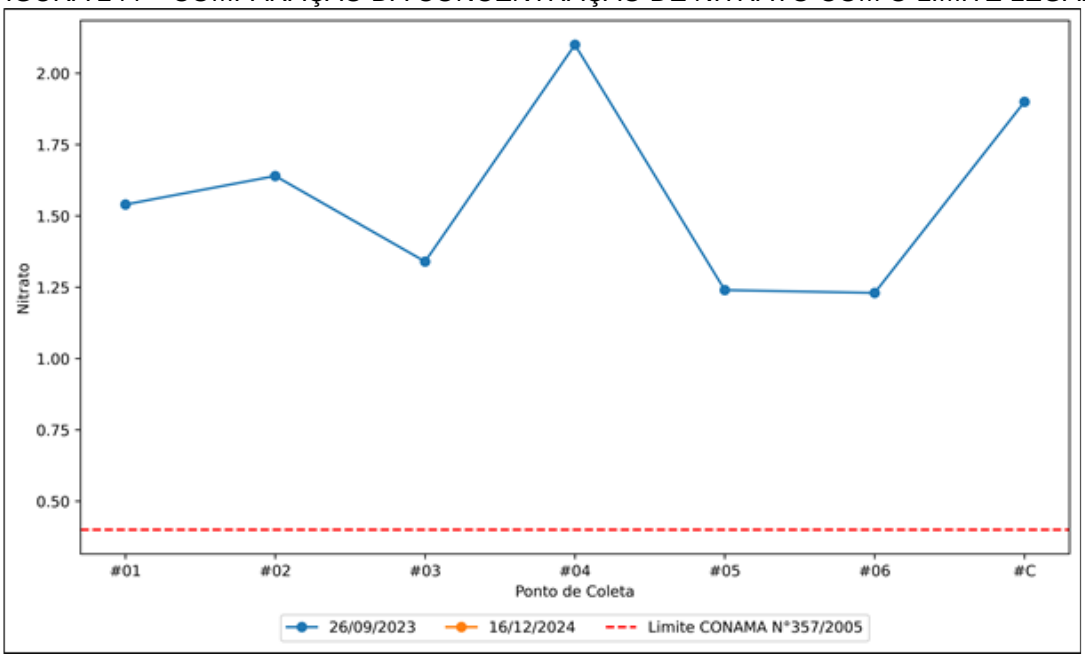
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Nitrato

Os resultados indicam uma melhoria significativa na qualidade da água em relação às concentrações de nitrato entre as duas campanhas de monitoramento. As amostras coletadas em setembro de 2023 apresentaram níveis preocupantes de nitrato, excedendo o limite de 1 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salinas (FIGURA 244). Em contrapartida, as amostras de dezembro de 2024 apresentaram níveis indetectáveis de nitrato. Essa redução pode ser atribuída a possíveis ações de manejo sustentável, redução de fontes poluidoras

ou condições ambientais mais favoráveis, que contribuíram para a diminuição dos níveis de nitrato (Silva; Oliveira; Santos, 2022).

FIGURA 244 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO COM O LIMITE LEGAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Concentrações elevadas de nitrato em águas salinas são preocupantes devido aos seus efeitos ambientais, como a eutrofização. Esse fenômeno pode resultar na proliferação excessiva de algas, reduzindo a qualidade do habitat marinho e impactando negativamente os ecossistemas costeiros (Cavalcante, 2018).

- Boro Total

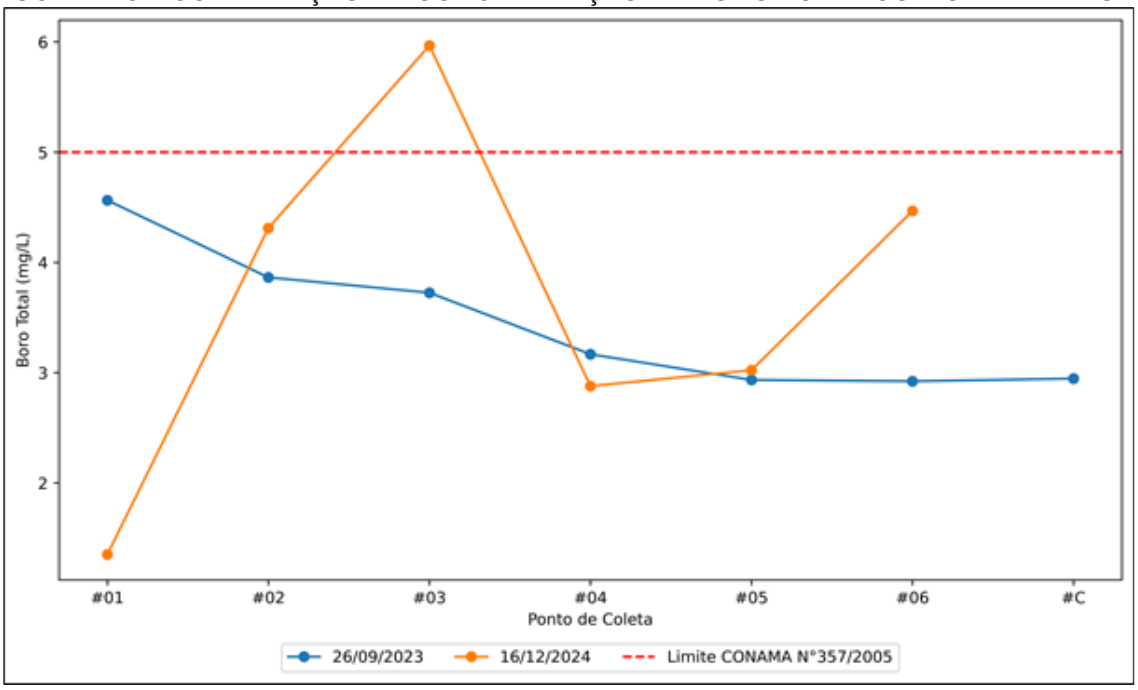
Os dados obtidos nas campanhas de monitoramento revelam uma considerável variabilidade nas concentrações de boro total, que oscilaram entre 1,35 mg/L e 5,967 mg/L. Essa heterogeneidade reflete a distribuição desigual do elemento na área de estudo, resultante de influências tanto naturais quanto antrópicas (Bertini; Fadel; Montalvão, 2021).

Ao comparar esses resultados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005, observa-se que o limite máximo permitido para boro total em águas salinas da Classe 1 é de 5,0 mg/L. A maior parte das amostras analisadas apresentou concentrações dentro ou abaixo desse limite, indicando que, de um modo

geral, a qualidade da água em relação ao boro está em conformidade com a classe de uso. No entanto, algumas amostras ultrapassaram ligeiramente o limite estabelecido, o que requer atenção especial, especialmente em áreas sensíveis ou de uso intensivo.

Com relação às tendências, não foi possível identificar padrões claros de aumento ou diminuição das concentrações ao longo do tempo. Essa ausência de uma tendência definida pode ser atribuída à complexidade dos processos que controlam a dinâmica do boro em sistemas aquáticos, assim como à quantidade limitada de dados analisados até o momento. Além disso, a presença de valores não detectados (ND) em algumas amostras indica que, em certos locais, as concentrações de boro estavam abaixo do limite de detecção do método analítico utilizado.

FIGURA 245 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE BORO TOTAL COM O LIMITE LEGAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

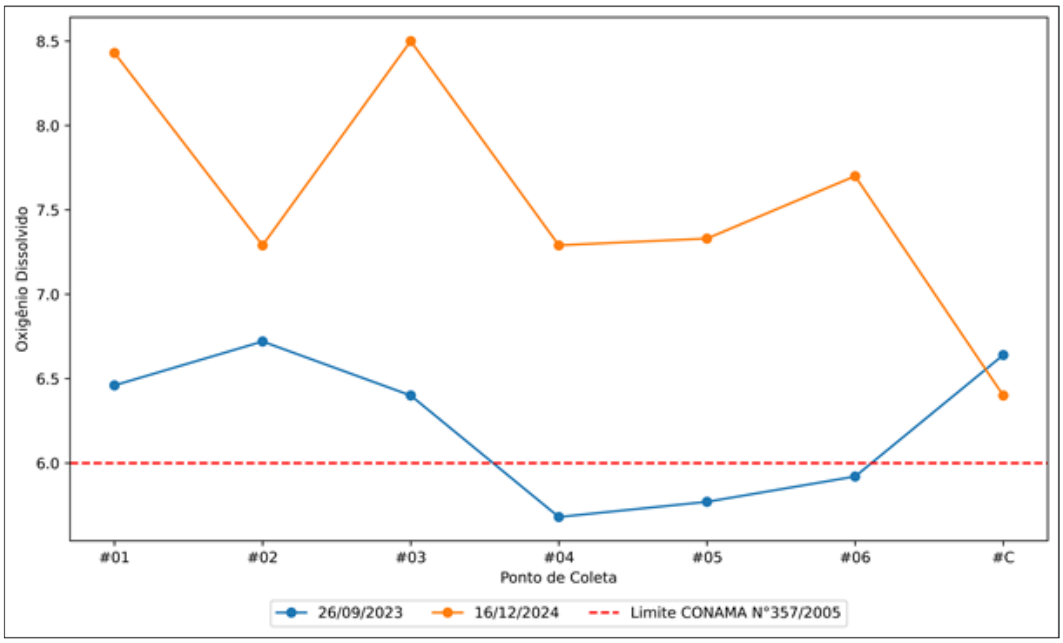
A variabilidade observada pode ser explicada por uma combinação de fatores naturais e antropogênicos. Entre os fatores naturais, destacam-se a geologia da região, a composição dos sedimentos, a presença de fontes termais e a influência das marés, que podem redistribuir o boro na coluna d'água (Nascimento; Lima; Ferreira, 2018). Por outro lado, atividades humanas, como processos industriais e o descarte de efluentes, também podem contribuir significativamente para as concentrações presentes no ambiente monitorado (Tolêdo, 2022).

- Oxigênio Dissolvido

Na campanha de setembro de 2023 (inverno), as concentrações de oxigênio dissolvido variaram entre 5,68 mg/L e 6,72 mg/L. Embora algumas amostras, como a amostra #04 (5,68 mg/L), tenham ficado abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação, a maioria das amostras permaneceu próxima a esse limite. Os níveis relativamente baixos de oxigênio dissolvido podem ser atribuídos às baixas temperaturas típicas do inverno, que, embora favoreçam a solubilidade do oxigênio, também podem ser influenciadas pela decomposição da matéria orgânica e pela atividade biológica, que consomem oxigênio (Mortari *et al*., 2010; Nozaki; Pedron; Mendes, 2014).

Já na campanha de dezembro de 2024 (primavera), observou-se um aumento significativo nas concentrações de oxigênio dissolvido, variando entre 6,40 mg/L e 8,50 mg/L. Todas as amostras apresentaram valores acima do limite mínimo estabelecido, indicando uma boa oxigenação da água. Esse aumento pode ser atribuído à maior atividade fotossintética, que ocorre devido à temperatura mais elevada e maior disponibilidade de luz solar, favorecendo o crescimento de fitoplâncton e plantas aquáticas, resultando em uma maior produção de oxigênio (Pellacani, 2005; Fiorucci; Benedetti Filho, 2015) (FIGURA 246).

FIGURA 246 – COMPARAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO COM O LIMITE LEGAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

O oxigênio dissolvido (OD) é influenciado por diversos fatores ambientais. A temperatura é um fator importante que influencia a solubilidade do oxigênio na água. Durante o inverno, com temperaturas mais baixas, a solubilidade do oxigênio é maior, o que pode resultar em concentrações mais altas de OD. No entanto, a atividade biológica também desempenha um papel crucial: durante a primavera, a fotossíntese aumenta, elevando os níveis de oxigênio dissolvido. A decomposição da matéria orgânica também afeta os níveis de oxigênio dissolvido, consumindo oxigênio durante o processo; embora a atividade de decomposição seja menor no inverno devido às baixas temperaturas (Faccin, 2014). Além disso, a circulação da água, promovida por ventos ou correntes, pode influenciar as concentrações de OD ao facilitar a troca gasosa entre a água e a atmosfera (Pereira, 2014).

3.2.4.1.3. Considerações Finais

As campanhas de monitoramento da qualidade da água forneceram dados essenciais sobre o estado ambiental da área monitorada. Embora a maioria dos parâmetros esteja dentro dos limites legais, alguns resultados exigem atenção. A concentração elevada de alumínio dissolvido, especialmente na campanha de dezembro de 2024, ultrapassou os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, indicando um risco significativo para os ecossistemas aquáticos. Além disso, as variações nas concentrações de fósforo nos pontos #01 e #03 sugerem fontes adicionais de poluição, possivelmente relacionadas ao aumento do escoamento superficial e à maior atividade biológica na primavera.

Parâmetros como carbono orgânico total (COT), nitrato e oxigênio dissolvido estão diretamente ligados à ação humana e à biologia marinha. Fatores como escoamento superficial e decomposição de matéria orgânica desempenham um papel importante na variação desses parâmetros. A investigação de fontes de emissão de compostos como níquel, cloro residual e cobre dissolvido é necessária, uma vez que podem estar relacionados a atividades industriais e ao tráfego de embarcações. A falta de padrão claro de dispersão desses compostos sugere múltiplas fontes de emissão, o que reforça a necessidade de um monitoramento contínuo.

A melhoria nos níveis de oxigênio dissolvido e a redução nos níveis de nitrato indicam uma possível recuperação da qualidade da água. Contudo, algumas

limitações, como a ausência de detecção de cobre na segunda campanha e a necessidade de monitoramento frequente, devem ser consideradas.

Com base nos resultados, é fundamental intensificar as ações de gestão ambiental e implementar políticas públicas que visem à redução das fontes de poluição, principalmente nas áreas rotas de tráfego de embarcações. A adoção de práticas sustentáveis e o monitoramento contínuo são essenciais para a preservação da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos.

3.2.4.2. Qualidade dos Sedimentos

A zona costeira sofre mudanças naturais e/ou antrópicas constantemente. Essas mudanças refletem a complexidade de uma área que é influenciada constantemente por processos marinhos e terrestres, que interagem entre si através de variáveis físicas, químicas, biológicas, climáticas e antrópicas, tentando estabelecer uma condição de equilíbrio. Uma praia é composta por depósitos sedimentares que estão sujeitos à direção da deriva litorânea responsável por redistribuir os componentes sedimentares de diversas composições e granulações. A granulação dos sedimentos apresenta um padrão de distribuição, fazendo com que haja direções preferenciais no seu transporte e também em sua posterior deposição. Os fatores hidrodinâmicos como ondas, correntes e marés influenciam a erosão, o transporte e a deposição destes sedimentos.

O município de Guaratuba está localizado no litoral sul do estado do Paraná às margens da baía de Guaratuba e faz divisa com o estado de Santa Catarina. Apresenta a característica predominante de sedimentos arenosos, com transporte sedimentar paralelo à costa e orientado para os quadrantes de Norte. O litoral dos estados do Paraná e de Santa Catarina localiza-se em um arco estrutural da Bacia Sedimentar de Santos, que foi alimentada pela elevação da serra do Mar e possui uma cobertura sedimentar que chega a 8 quilômetros de espessura (Angulo; Souza; Lessa, 2009).

A recuperação de praias que sofrem processos erosivos vem sendo cada vez mais frequentes nos estados do litoral brasileiro, principalmente aqueles em que o turismo é uma das principais atividades econômicas. A orla do município de

Guaratuba vem sofrendo processos erosivos e está inserida no contexto de forte apelo turístico, principalmente nos meses de verão. Por este motivo, o Termo de Referência protocolo nº 20.557.868-4 apresentado pelo Instituto Água e Terra do estado do Paraná apresenta os pontos a serem abordados na elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do empreendimento Recuperação da Orla de Guaratuba.

O presente estudo caracterizou os sedimentos da orla do município de Guaratuba através da análise granulométrica, dos percentuais de matéria orgânica e dos percentuais de carbonato de cálcio e também avaliou a qualidade dos sedimentos coletados em frente as praias Central, Caieiras e Prainha. Os parâmetros químicos para a avaliação da qualidade dos sedimentos seguiu as diretrizes da Resolução CONAMA 454/2012.

O objetivo do presente estudo foi caracterizar e avaliar a qualidade dos sedimentos da orla do município de Guaratuba, PR, a fim de subsidiar o licenciamento ambiental para a execução da obra de recuperação da orla de Guaratuba.

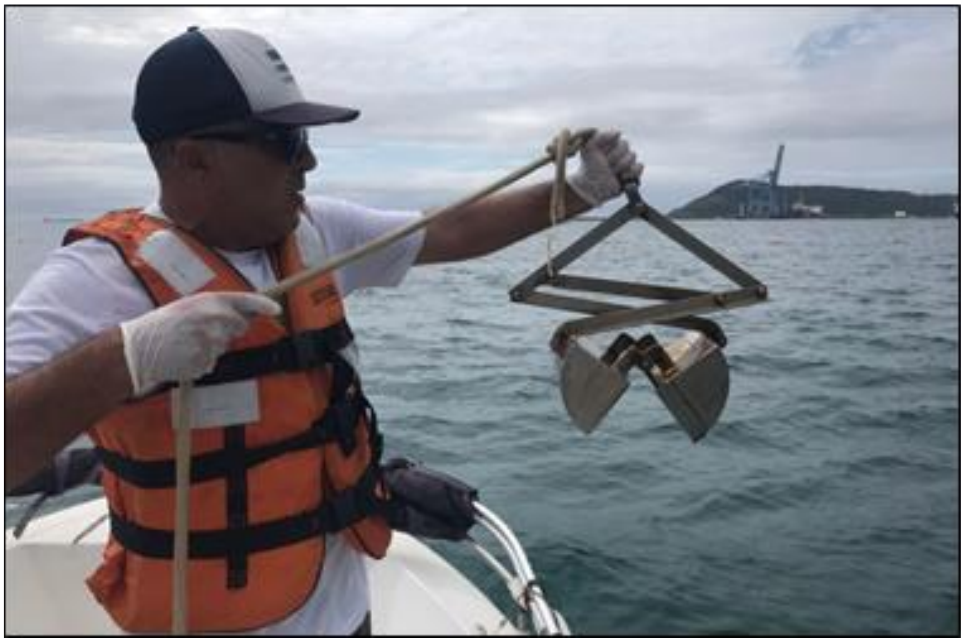
3.2.4.2.1. Metodologia de Coleta e Análise

a) Qualidade dos Sedimentos

As coletas do material sedimentar superficial foram realizadas em seis pontos de coleta - com uma draga busca-fundo do tipo Van Veen confeccionada em aço inoxidável com volume de 4,5 L (FIGURA 247). A localização e as coordenadas dos pontos de coleta estão apresentadas na FIGURA 249 e TABELA 51. A campanha foi realizada na estação inverno em setembro de 2023.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos (FIGURA 248) e armazenadas em caixas térmicas devidamente refrigeradas, sendo posteriormente encaminhadas ao laboratório responsável pelas análises químicas.

FIGURA 247 – AMOSTRADOR TIPO VAN VEEN UTILIZADO PARA A COLETA DE AMOSTRAS DE SEDIMENTO



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 248 – COLETA E ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO EM FRASCOS PLÁSTICOS DEVIDAMENTE IDENTIFICADOS



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 249 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE SEDIMENTO SUBAQUÁTICO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR

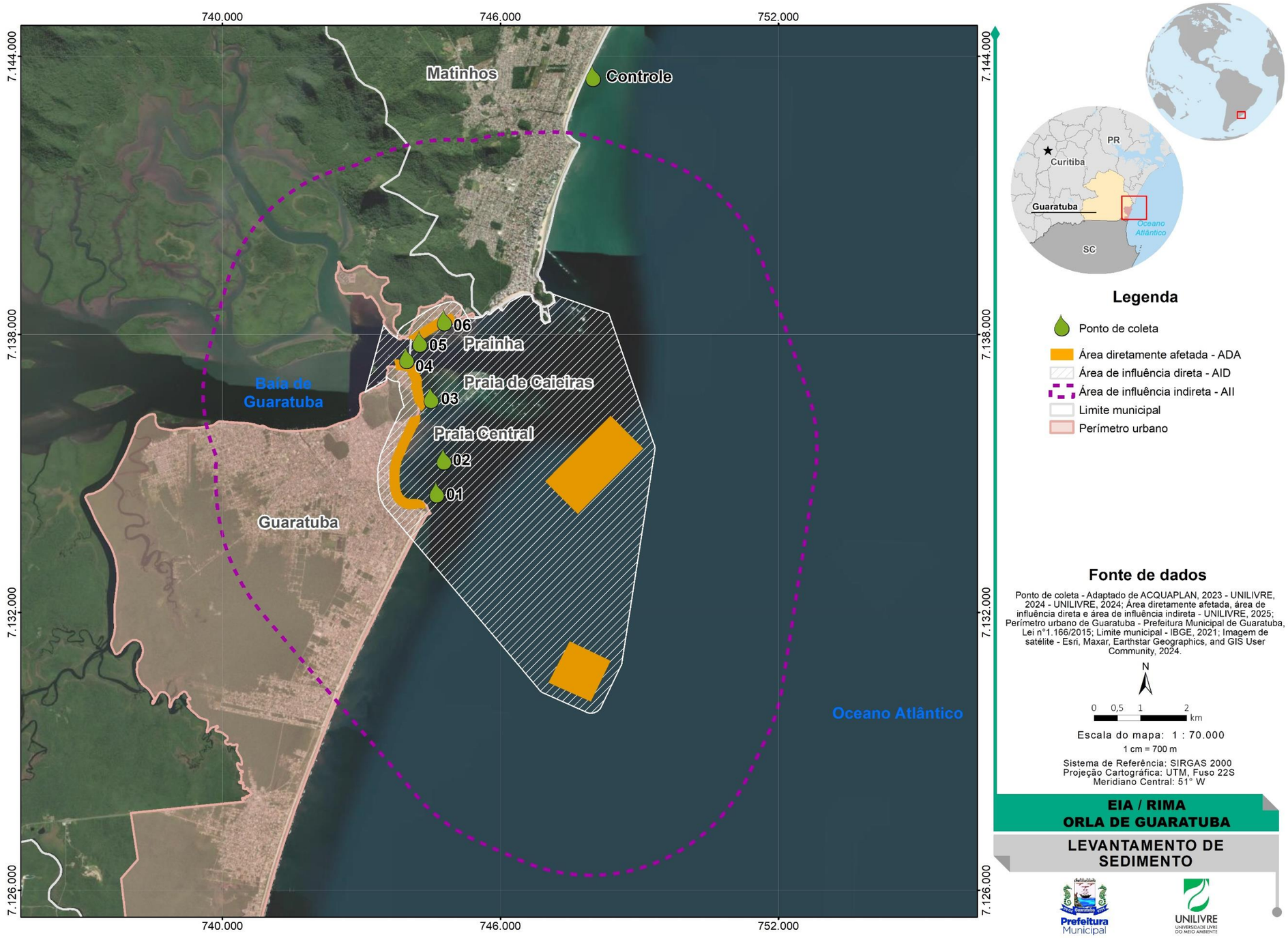


TABELA 51 – IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO, DATA DA AMOSTRAGEM E LOCAL DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBAQUÁTICO CONSIDERADAS PARA A CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DOS SEDIMENTOS DA ORLA DE GUARATUBA, PR

Amostra	X	Y	Data Amostragem	Local
#01	744627	7134590	21/09/2023	Guaratuba
#02	744784	7135300	21/09/2023	Guaratuba
#03	744509	7136630	21/09/2023	Guaratuba
#04	743979	7137490	21/09/2023	Guaratuba
#05	744266	7137840	21/09/2023	Guaratuba
#06	744795	7138300	21/09/2023	Guaratuba
Controle	748002	7143580	21/09/2023	Guaratuba

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

As análises de metais pesados nos sedimentos requerem cuidados especiais durante a amostragem, para tanto, foram utilizadas subamostras que não tiveram contato com a parte metálica do amostrador, a fim de evitar possível contaminação das mesmas quando da determinação dos metais pesados.

As amostras de sedimento foram devidamente acondicionadas de acordo com o parâmetro a ser analisado e encaminhadas ao laboratório, levando em consideração os parâmetros definidos pela Resolução CONAMA N° 454/2012. As análises laboratoriais para determinação dos parâmetros químicos seguiram os procedimentos analíticos da *U.S. Environmental Protection Agency* (ou equivalentes), atendendo ao disposto da Resolução CONAMA Nº 454/2012.

b) Determinação dos Parâmetros Granulométricos dos Sedimentos

A determinação dos parâmetros granulométricos foi realizada nas amostras coletadas nos pontos amostrais apresentados na FIGURA 249 (sedimento subaquático) e também no sedimento praial dos pontos amostrais apresentados na FIGURA 250.

Foram realizadas duas campanhas amostrais: uma na estação inverno em setembro de 2023 e outra na estação outono em abril de 2024.

Para a coleta do sedimento praial foram estabelecidos, em conjunto com a bentofauna praial, 12 transectos perpendiculares à linha de costa, onde as coletas ocorreram nos diferentes estratos de maré (supralitoral, mesolitoral e supralitoral), distribuídos nas praias Central, Caieiras e Prainha, em Guaratuba, PR (FIGURA 250 e TABELA 52). Em cada uma das campanhas (inverno/2023 e outono/2024) foram

coletadas 39 amostras, considerando também o ponto controle localizado no município de Matinhos, PR. As amostras foram obtidas através de um corer de PVC - 15 x 15 cm (FIGURA 251) e foram acondicionadas em frascos plásticos devidamente identificados. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas ao laboratório para processamento e determinação da granulometria e percentuais de matéria orgânica e carbonato de cálcio.

FIGURA 250 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DO SEDIMENTO PRAIAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA – PR

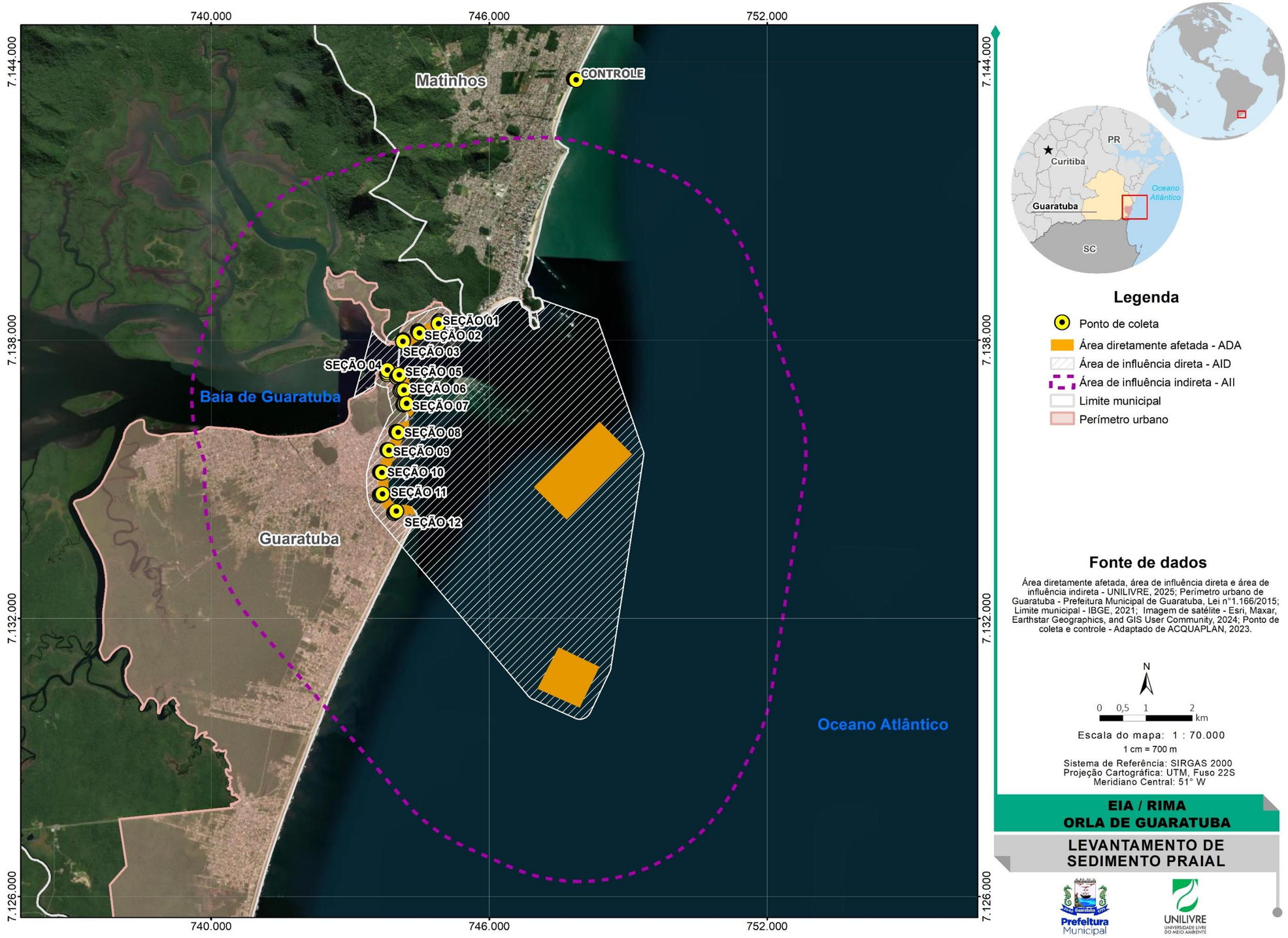


TABELA 52 – IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO, DATA DA AMOSTRAGEM E LOCAL DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL CONSIDERADAS PARA A CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DOS SEDIMENTOS DA ORLA DE GUARATUBA, PR

Amostra	X	Y	Data Amostragem	Local
BP01_SUPRA	744922	7138410	21/09/2023	Guaratuba
BP01_MESO	744918	7138380	21/09/2023	Guaratuba
BP01_INFRA	744911	7138350	21/09/2023	Guaratuba
BP02_SUPRA	744463	7138190	21/09/2023	Guaratuba
BP02_MESO	744480	7138170	21/09/2023	Guaratuba
BP02_INFRA	744495	7138150	21/09/2023	Guaratuba
BP03_SUPRA	744147	7138000	21/09/2023	Guaratuba
BP03_MESO	744144	7137980	21/09/2023	Guaratuba
BP03_INFRA	744142	7137970	21/09/2023	Guaratuba
BP04_SUPRA	743801	7137260	21/09/2023	Guaratuba
BP04_MESO	743801	7137300	21/09/2023	Guaratuba
BP04_INFRA	743805	7137350	21/09/2023	Guaratuba
BP05_SUPRA	744011	7137200	21/09/2023	Guaratuba
BP05_MESO	744037	7137230	21/09/2023	Guaratuba
BP05_INFRA	744059	7137250	21/09/2023	Guaratuba
BP06_SUPRA	744086	7136910	21/09/2023	Guaratuba
BP06_MESO	744124	7136920	21/09/2023	Guaratuba
BP06_INFRA	744164	7136920	21/09/2023	Guaratuba
BP07_SUPRA	744149	7136610	21/09/2023	Guaratuba
BP07_MESO	744178	7136620	21/09/2023	Guaratuba
BP07_INFRA	744220	7136630	21/09/2023	Guaratuba
BP08_SUPRA	743996	7136020	21/09/2023	Guaratuba
BP08_MESO	744018	7136020	21/09/2023	Guaratuba
BP08_INFRA	744039	7136010	21/09/2023	Guaratuba
BP09_SUPRA	743805	7135630	21/09/2023	Guaratuba
BP09_MESO	743822	7135620	21/09/2023	Guaratuba
BP09_INFRA	743840	7135620	21/09/2023	Guaratuba
BP10_SUPRA	743646	7135150	21/09/2023	Guaratuba
BP10_MESO	743665	7135140	21/09/2023	Guaratuba
BP10_INFRA	743685	7135140	21/09/2023	Guaratuba
BP11_SUPRA	743642	7134650	21/09/2023	Guaratuba
BP11_MESO	743674	7134660	21/09/2023	Guaratuba
BP11_INFRA	743702	7134680	21/09/2023	Guaratuba
BP12_SUPRA	743951	7134270	21/09/2023	Guaratuba
BP12_MESO	743978	7134290	21/09/2023	Guaratuba
BP12_INFRA	744000	7134310	21/09/2023	Guaratuba
CONTROLE	747832	7143630	21/09/2023	Guaratuba
CONTROLE	747855	7143620	21/09/2023	Guaratuba
CONTROLE	747878	7143610	21/09/2023	Guaratuba

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 251 – AMOSTRADOR DE PVC (15 X 15 CM) UTILIZADO NA PRAIA ARENOSA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Neste estudo, como pode ser observado na FIGURA 252, foi considerado como: (1) infralitoral - a região permanentemente submersa, (2) mesolitoral - a região sujeita a flutuação da maré, submersa durante a maré alta e exposta durante a maré baixa e (3) supralitoral - região permanentemente exposta ao ar, alcançada apenas pelo “spray” das ondas.

FIGURA 252 – REPRESENTAÇÃO DOS ESTRATOS NOS PERFIS REALIZADOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRAIS NA PRAIA: 1 – INFRALITORAL, 2 - MESOLITORAL E 3 - SUPRALITORAL



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Após as coletas, as amostras de sedimentos destinados à análise granulométrica passaram pelo processamento, iniciando-se com sucessivas lavagens utilizando água destilada para a retirada total de sais. Após a remoção dos sais, as

amostras foram secas em estufa a 40°C (FIGURA 253), para manter a estrutura dos argilominerais e evitar endurecimento excessivo dos sedimentos finos.

FIGURA 253 – PROCESSO DE SECAGEM E MACERAÇÃO DOS SEDIMENTOS



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Depois da secagem completa, as amostras foram homogeneizadas através de maceração e, posteriormente, quarteadas para a obtenção de uma alíquota representativa. Dessa alíquota foram pesadas aproximadamente 40 gramas de amostra que, por via úmida, foram passadas por uma peneira de 0,062 mm. Com esse procedimento, os sedimentos grosseiros permanecem sobre a peneira, enquanto os finos passam pela mesma, sendo coletados em uma proveta de 1.000 mL. Após a secagem da porção resultante de sedimentos grosseiros (>0,062 mm), estes foram pesados e a análise granulométrica desta fração foi realizada através da técnica de peneiramento, sugerida em Suguio (1973).

Essa técnica consiste em passar a amostra por um conjunto de peneiras com malhas de diferentes aberturas (FIGURA 254). As peneiras são dispostas em grão-decrescência, ou seja, as malhas de maior abertura em cima e as de menor abertura na parte inferior do conjunto. São utilizadas as peneiras entre 2 e 0,062 mm que correspondem a -1 a 4Φ (phi).

FIGURA 254 – AGITADOR E PENEIRAS UTILIZADAS PARA O PENEIRAMENTO, DANDO SUPORTE A ANÁLISE GRANULOMÉTRICA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Após a agitação das amostras por tempo determinado, as frações retidas em cada peneira foram individualmente pesadas. A determinação dos sedimentos finos (<0,062 mm), coletados na proveta de 1000 mL, foi realizada pelo método de pipetagem (FIGURA 255), baseado na velocidade de decantação das partículas, expressa na lei de Stokes. Através desse procedimento foram quantificados os sedimentos pertencentes às classes granulométricas silte e argila.

FIGURA 255 – MÉTODO DE PIPETAGEM, UTILIZADO PARA DETERMINAR O TAMANHO DOS GRÃOS NAS FRAÇÕES LAMOSAS



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

c) Determinação de Matéria Orgânica e Carbonatos

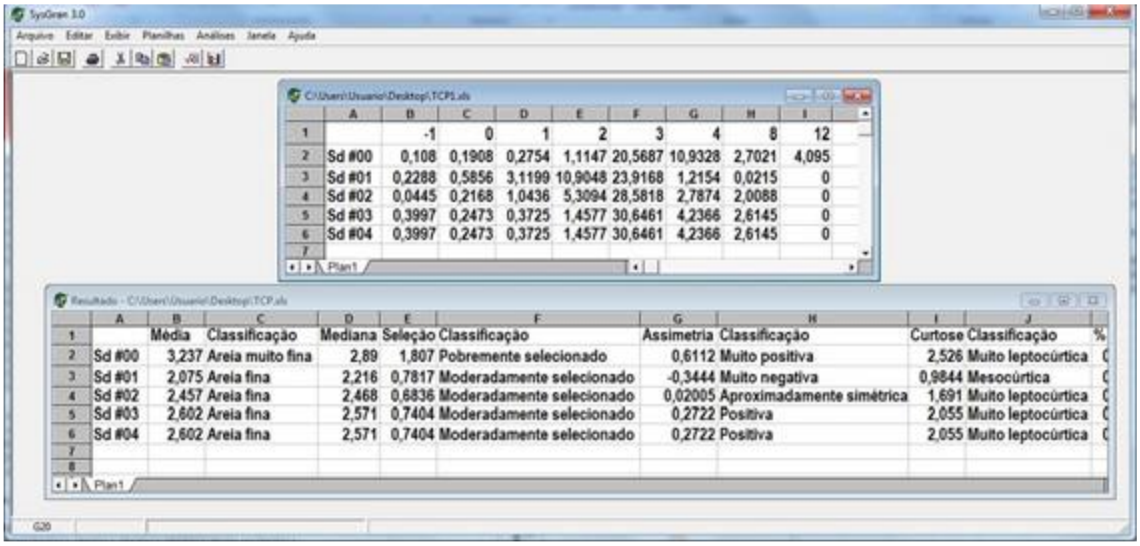
A matéria orgânica é determinada de acordo com Dean (1973), em cujo método uma fração de cada amostra de sedimento é exposta a temperatura de 550°C em forno mufla para queima total do material orgânico. O teor de matéria orgânica foi determinado por diferença de peso.

Após a queima da matéria orgânica, as amostras de sedimentos foram submetidas a 1.000 ºC, novamente em forno mufla, para determinação de carbonato de cálcio. Os teores de CaCO3 foram então obtidos por diferença de peso, segundo metodologia descrita por Dean (1973).

d) Análise Estatística

Após a quantificação das frações granulométricas em laboratório, os dados foram analisados estatisticamente, a fim de obter a caracterização sedimentológica das amostras, a qual está baseada na metodologia de Folk e Ward (1957). Os dados estatísticos de granulometria (tamanho médio do grão, seleção, assimetria, curtose) foram obtidos através do *software* SysGran® 3.0 (FIGURA 256).

FIGURA 256 – LAYOUT DO SOFTWARE SYSGRAN 3.0, UTILIZADO PARA O TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS DE GRANULOMETRIA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Os resultados apresentados a seguir são referentes aos parâmetros químicos e granulométricos dos sedimentos dos pontos amostrais submersos (sedimentos

superficiais) e aos parâmetros granulométricos dos sedimentos coletados nos pontos amostrais emersos – sedimento praial da orla do município de Guaratuba (PR).

3.2.4.2.2. Resultados e Discussão

Os resultados apresentados a seguir, caracterizam através dos parâmetros granulométricos, dos percentuais de matéria orgânica e dos percentuais de carbonato de cálcio, os sedimentos superficiais (seis pontos amostrais) coletados na Área de Influência Direta (AID) e os sedimentos praiais (36 pontos amostrais) coletados na Área Diretamente Afetada (ADA) da obra de Recuperação da Orla de Guaratuba. Os parâmetros químicos elencados na Resolução CONAMA 454/2012 foram utilizados para caracterizar as amostras de sedimento superficial coletadas em setembro de 2023 (inverno) e dezembro de 2024 (primavera).

a) Parâmetros Químicos dos Sedimentos

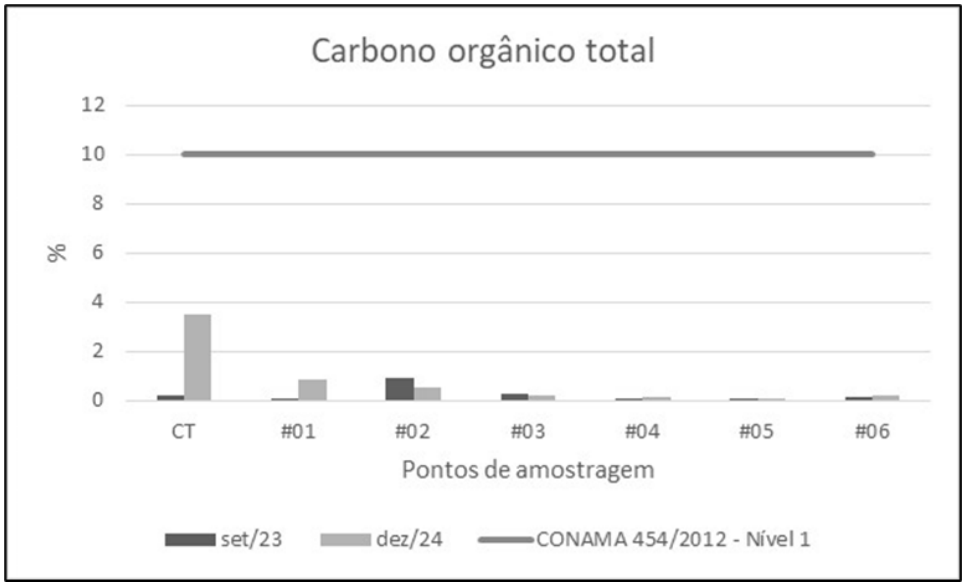
Os sedimentos submersos (superficiais) amostrados nas campanhas realizadas em setembro de 2023 e dezembro de 2024 foram avaliados considerando todos os parâmetros elencados na norma ambiental (CONAMA Nº 454/2012), os quais, em sua maioria, estiveram presentes em concentrações não detectáveis ou inferiores aos métodos utilizados para determiná-los.

A campanha realizada em setembro de 2023, assim como a campanha de dezembro de 2024, não apresentou concentrações quantificáveis dos parâmetros TBT, Pesticidas Organoclorados, PCBs e HPAs, assim como os metais Cádmio e Mercúrio de acordo com as normas nacionais e internacionais reconhecidas. Em todas as seis amostras e ponto controle, os resultados apresentaram-se abaixo do limite de quantificação (LQ). O parâmetro Arsênio apresentou a concentração de 2,17 mg/kg somente no ponto #02 em dezembro de 2024.

O Carbono Orgânico Total (COT) apresentou baixos percentuais em todas as amostras, como pode ser observado na Figura 25. Na campanha de setembro/23, as menores porcentagens (0,100%) foram encontradas nas amostras #01 e #05, e a maior porcentagem (0,917%) na amostra #02. Para a campanha de dezembro/24, o

menor percentual de COT foi observado no ponto #05 (0,06%) e o maior percentual no ponto #CT (3,5%) . O limite elencado pela Resolução CONAMA 454/12 é de 10%.

FIGURA 257 – CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBMERSO DA ORLA DE GUARATUBA



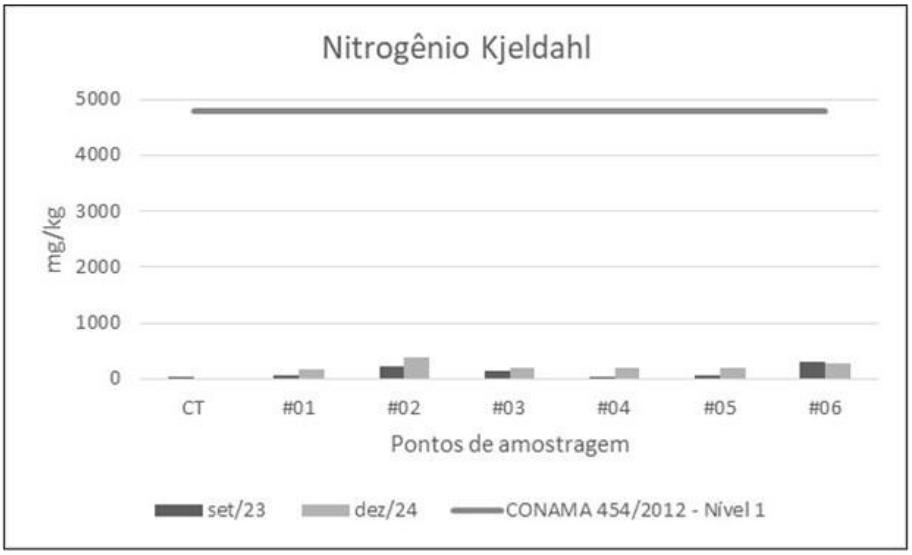
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Em relação às concentrações de nitrogênio Kjeldahl total (FIGURA 258), não foi identificada concentrações expressivas entre os pontos amostrais, estando todos os valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 454/2012. As concentrações apresentaram-se entre 21,26 mg/kg a 310,18 mg/kg em setembro/23 e 180,07 mg/kg e 380,47 mg/kg em dezembro/24. Da mesma forma apresentaram-se as concentrações de Fósforo Total, com baixas concentrações variando de 24,26 mg/kg a 85,81 mg/kg em setembro/23 e de não detectadas (abaixo do limite de quantificação do método) nos pontos #03 e #05 até 157,303 mg/kg no ponto #CT em dezembro/24 (FIGURA 259).

De acordo com Acquaplan (2024) o monitoramento de Matinhos quantificou o parâmetro nitrogênio total nas amostras de sedimento enquanto em Guaratuba, foi analisado o Nitrogênio Kjeldahl. As concentrações de nitrogênio total apresentaram entre 36,90 mg/kg e 923,98 mg/kg em fevereiro de 2024 e 518,17 mg/kg e 1077,45 mg/kg em novembro de 2024. Já as concentrações de fósforo total nos sedimentos do município de Matinhos apresentaram-se entre 25,58 mg/kg e 124,64 mg/kg em fevereiro de 2024 e 108,061 mg/kg e 157,303 mg/kg em novembro de 2024 (ACQUAPLAN, 2024). Tais concentrações também apresentaram-se abaixo dos

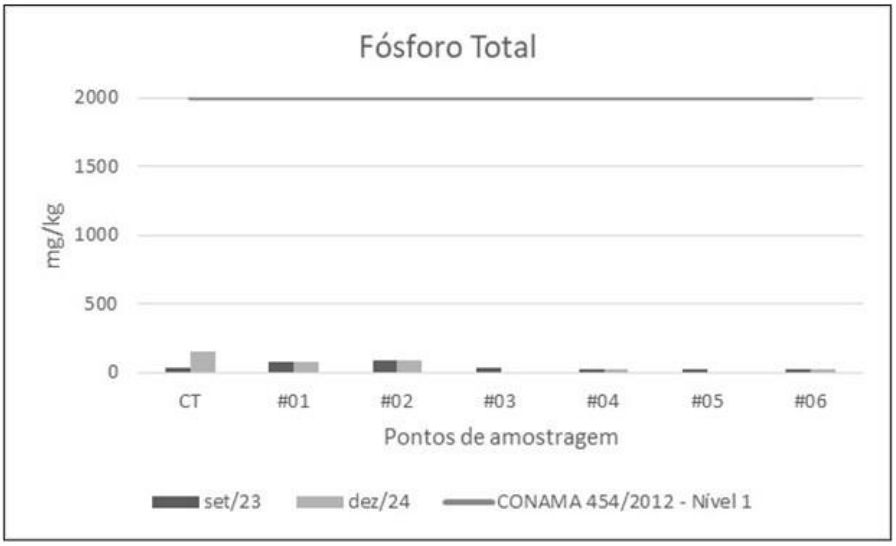
limites estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 454/2012 – Nível 1, assim como em Guaratuba. Quando comparadas, às concentrações de fósforo total em Matinhos apresentaram-se um pouco mais elevadas em relação as concentrações encontradas em Guaratuba, sendo possivelmente influenciadas pela hidrodinâmica local.

FIGURA 258 – CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO KJELDAHL NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBMERSO DA ORLA DE GUARATUBA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 259 – CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBMERSO DA ORLA DE GUARATUBA

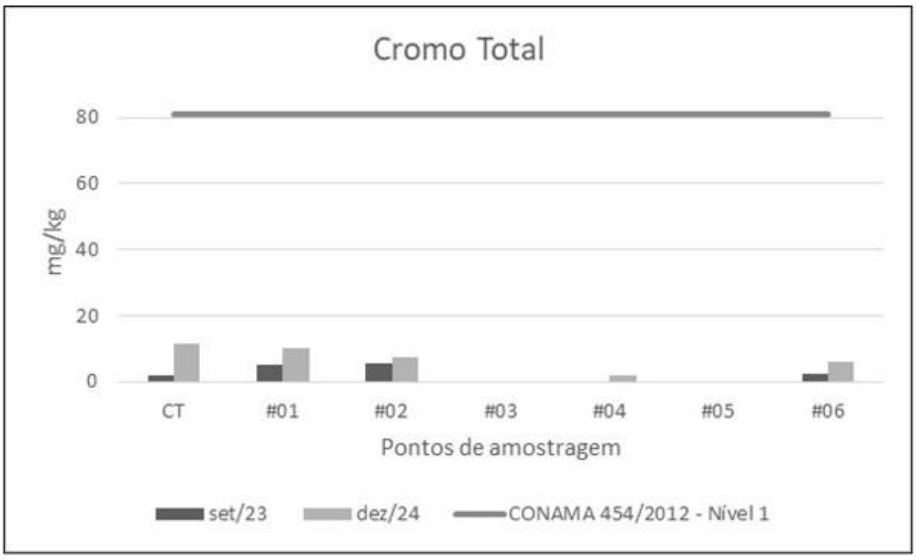


Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Em setembro/23, o ponto amostral #02 apresentou a concentração de 1,907 mg/kg do metal níquel, sendo esta uma concentração baixa, próxima ao limite de quantificação (LQ) que é de 1,847 mg/kg e abaixo do elencado na Resolução

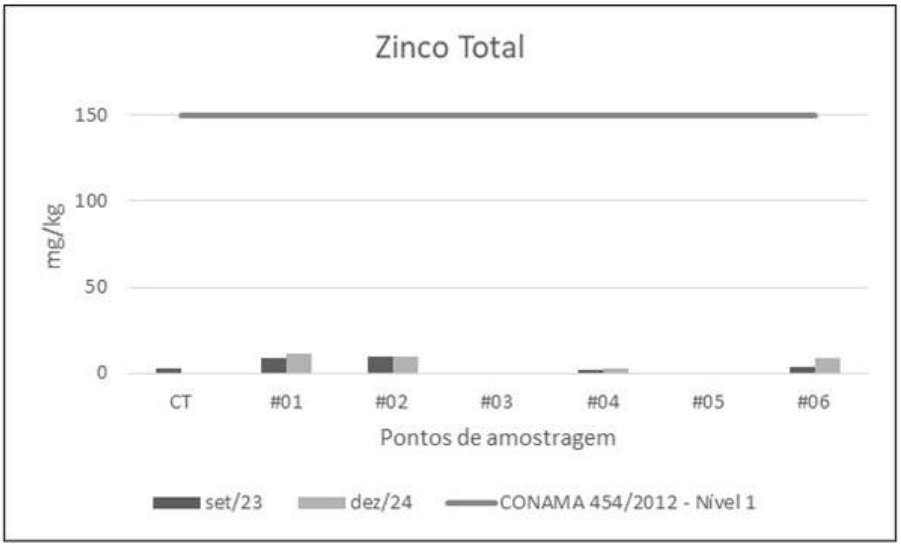
CONAMA 454/2012 (20,9 mg/kg). Além do níquel, foram quantificados os metais cromo e zinco total, como pode ser observado na FIGURA 260 e FIGURA 261. As maiores concentrações em setembro/23 apresentaram-se nos pontos amostrais #01 e #02 com valores de 5,037 e 5,467 mg/kg para cromo e 9,214 e 9,662 mg/kg para zinco, respectivamente. Já em dezembro/24, os metais cromo total e zinco total apresentaram baixas concentrações, com valores máximos de 10,224 mg/kg e de 11,724 mg/kg, ambas no ponto #01, respectivamente. Já nos dados obtidos no monitoramento de Matinhos, as concentrações de cromo total estiveram entre 2,10 mg/kg e 7,43 mg/kg em fevereiro de 2024 e 6,84 mg/kg e 11,75 mg/kg em novembro de 2024 (ACQUAPLAN, 2024).

FIGURA 260 – CONCENTRAÇÃO DE CROMO TOTAL NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBMERSO DA ORLA DE GUARATUBA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 261 – CONCENTRAÇÃO DE ZINCO TOTAL NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUBMERSO DA ORLA DE GUARATUBA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Já os metais chumbo, cobre e níquel apresentaram concentrações quantificáveis nos pontos #01, #02 e #06 na campanha de dezembro de 2024, o que não havia acontecido na campanha de setembro de 2023. No ponto #01, os metais chumbo, níquel e cobre apresentaram as concentrações de 4,166 mg/kg, 3,473 mg/kg e 1,812 mg/kg, respectivamente. No ponto #02, os mesmos metais apresentaram as concentrações de 1,760 mg/kg, 2,361 mg/kg e 0,914 mg/kg. E no ponto #06, 2,353 mg/kg, 2,421 mg/kg e 2,817 mg/kg foram as concentrações detectadas de chumbo, níquel e cobre, respectivamente. Os pontos #03, #04 e #05 não apresentaram concentrações detectáveis desses três metais, ficando abaixo do limite de quantificação do método de análise utilizado pelo laboratório em dezembro de 2024.

Os pontos #01, #02 e #06, que apresentaram concentrações de chumbo, cobre e níquel em dezembro de 2024, estão localizados em frente as áreas mais urbanizadas de Guaratuba (Praia Central e Prainha) além de estarem em área de menor hidrodinâmica quando comparados com os pontos #03, #04 e #05, que não apresentaram concentrações quantificáveis desses metais e ficam localizados na desembocadura da baía de Guaratuba (pontos #04 e #05) e em frente a Praia de Caieiras (ponto #03).

Os metais arsênio, cádmio, mercúrio analisados no sedimento da orla de Matinhos-PR não apresentaram concentrações quantificáveis, assim como as bifenilas policloradas (PCBs) (ACQUAPLAN, 2024). Além desses, o parâmetro chumbo total foi detectado em todos os pontos amostrais coletados em novembro de

2024, apresentando concentrações que estiveram entre 2,778 mg/kg e 4,075 mg/kg, e somente no ponto amostral #PL1 em fevereiro de 2024 (2,949 mg/kg) (ACQUAPLAN, 2024). Assim como os outros parâmetros, chumbo total também apresentou concentrações que estiveram abaixo do limite de 46,7 mg/kg estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 454/2012 – Nível 1.

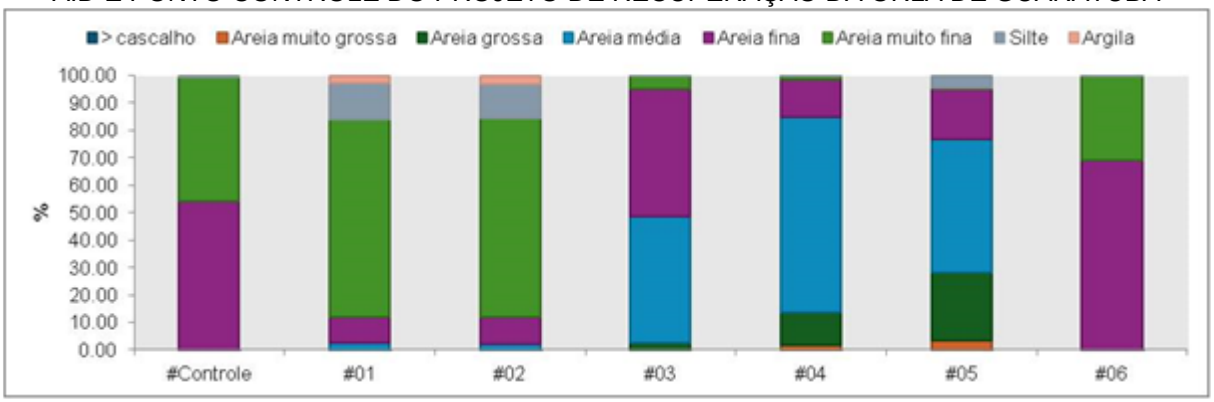
b) Parâmetros Granulométricos, Percentuais de Matéria Orgânica e Percentuais de Carbonato de Cálcio nos Sedimentos

A fim de facilitar a compreensão, os parâmetros granulométricos e os percentuais de matéria orgânica e carbonato de cálcio dos sedimentos superficiais e praiais são apresentados a seguir de acordo com as campanhas amostrais: setembro de 2023 e abril de 2024.

- Campanha de setembro de 2023

Em relação às amostras coletadas para a avaliação dos sedimentos superficiais submersos da Área Diretamente Afetada e da Área de Influência Direta, os resultados obtidos através da análise granulométrica demonstraram o predomínio de sedimentos arenosos (areia grossa, média, fina e muito fina). O ponto amostral #01 apresentou a maior porcentagem da classe argila entre todos os pontos com 13,23%, seguido pelo ponto #02 com 12,10%. E o ponto amostral #05 apresentou 24,79% de areia grossa, seguido pelo ponto #04 com 12,04%. A FIGURA 262 apresenta os percentuais de cada classificação para os seis pontos amostrais e o ponto controle.

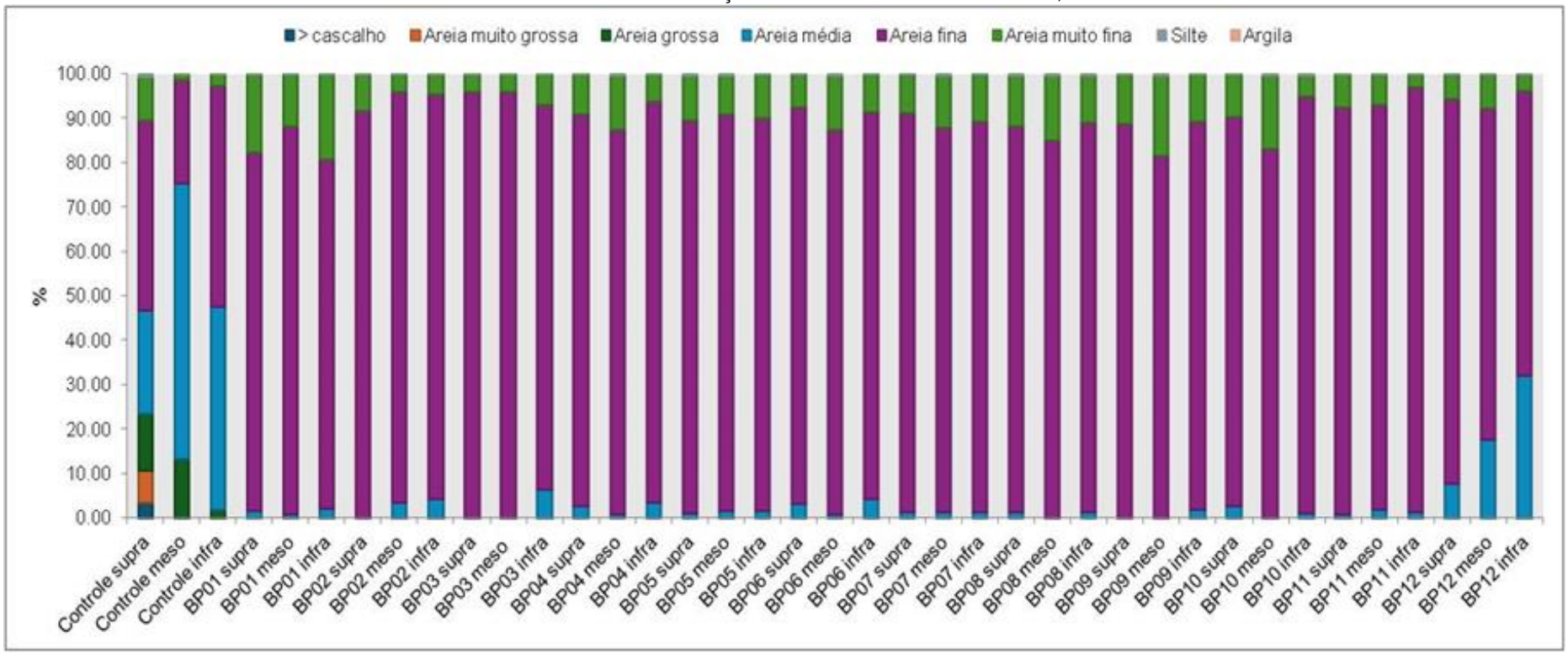
FIGURA 262 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES GRANULOMÉTRICAS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS LOCALIZADOS NA AID E PONTO CONTROLE DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Com exceção do ponto controle que apresentou comportamento específico devido a sua localização, todos os pontos amostrais de sedimento praial nos 12 transectos apresentaram a mesma característica com o predomínio da classe areia fina. Os percentuais de areia fina variaram entre 64,21 e 95,95%, como pode ser observado na FIGURA 263. O ponto controle, localizado no município de Matinhos, apresentou as maiores porcentagens entre as classes areia média e areia fina, chegando a 62,12% de areia média no ponto #Controle meso.

FIGURA 263 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES GRANULOMÉTRICAS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, SETEMBRO DE 2023



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

A distribuição das classes granulométricas foi mais heterogênea entre as amostras de sedimento superficial quando comparada com as amostras de sedimento praial, evidenciando a influência dos processos hidrodinâmicos que atuam ao longo dessa região, dependendo da inclinação da linha de costa e direção predominante da incidência de ondas (pontos mais abrigados x pontos mais expostos).

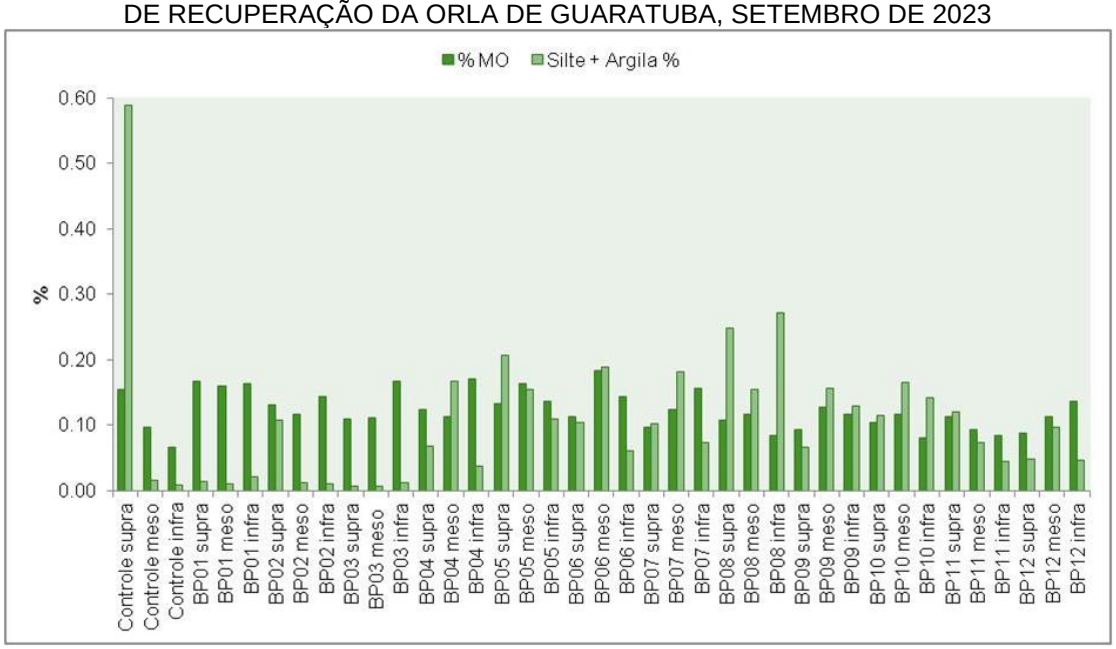
Os percentuais de matéria orgânica apresentados nas FIGURA 264 e FIGURA 265 apresentam, de forma geral, valores baixos em todos os pontos amostrais. As variações estiveram entre 0,14% e 0,87% nos pontos amostrais #03 e #01 dos sedimentos superficiais enquanto os sedimentos praiais estiveram entre 0,07% e 0,18% nos pontos amostrais Controle infra e BP06 meso, respectivamente. Os baixos percentuais de matéria orgânica refletem a característica da região de sedimentos arenosos. O maior valor observado, de 0,87%, foi no ponto #01, onde a quantidade de sedimentos finos (silte + argila) foi maior (15,90%), quando comparada com os outros pontos amostrais.

FIGURA 264 – PERCENTUAIS DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E SILTE + ARGILA NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS LOCALIZADOS NA AID E POTO CONTROLE DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, SETEMBRO DE 2023



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 265 – PERCENTUAIS DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E DE SILTE + ARGILA NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, SETEMBRO DE 2023

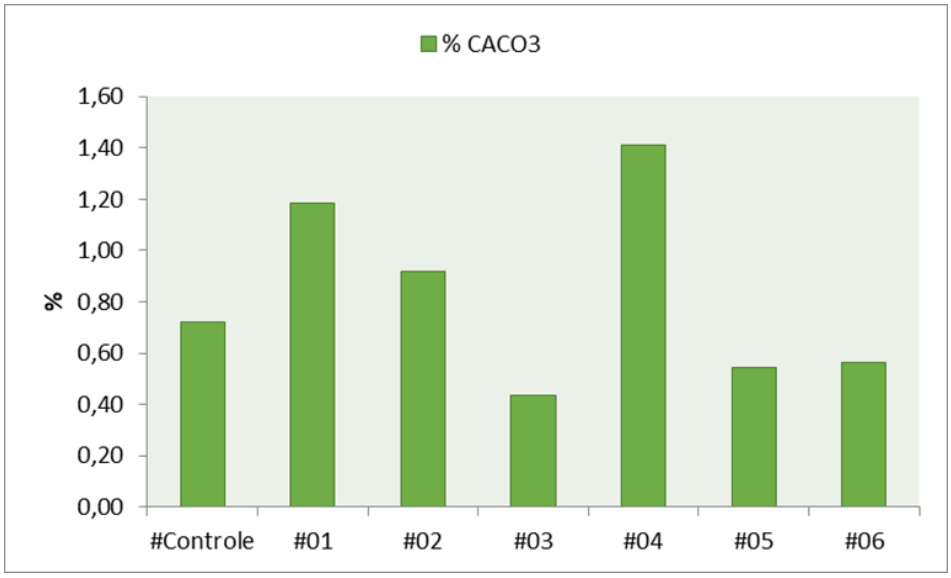


Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Já os percentuais de carbonato de cálcio, apresentam-se um pouco mais elevados nos sedimentos superficiais quando comparados com os sedimentos praiais (FIGURA 266 e FIGURA 267). Nos sedimentos superficiais, os percentuais de CaCO3 estiveram entre 0,44% e 1,41%, enquanto os sedimentos praiais apresentaram valores entre 0,02% e 1,36%. O ponto amostral Controle supra foi o único que apresentou porcentagem maior que 1%, enquanto todos os outros estiveram mais próximos 0,20%.

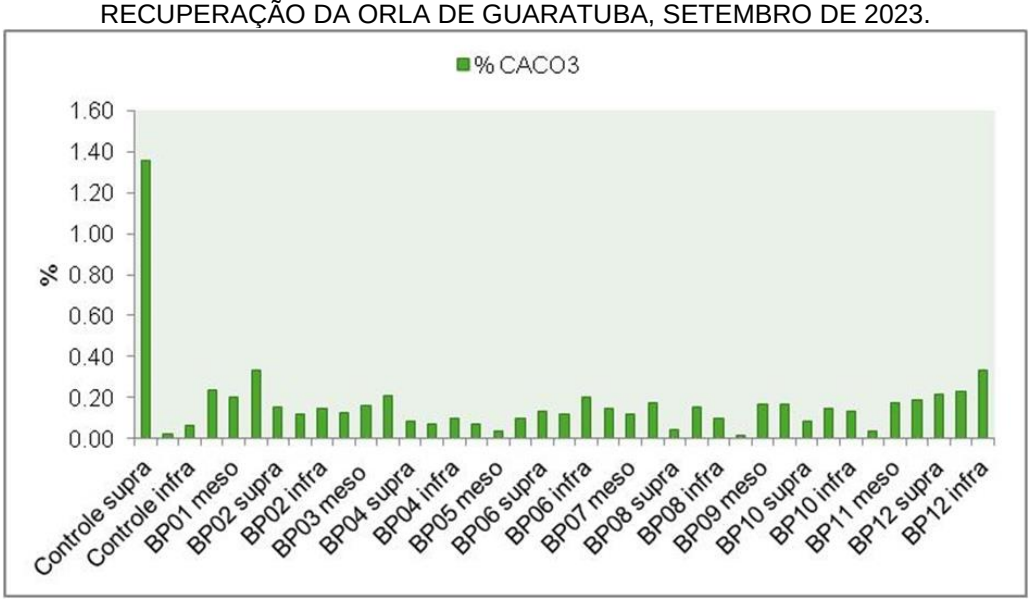
Assim como na classificação granulométrica e na determinação da matéria orgânica, os sedimentos praiais apresentaram menor variação entre os pontos amostrais, com exceção do ponto Controle. Importante destacar que, embora os sedimentos praiais tenham sido coletados em três diferentes locais, praia Central, Caieiras e Prainha, sendo que a Prainha fica localizada ao norte do canal da baía de Guaratuba, as características dos sedimentos apresentaram bastante similaridade entre as três praias.

FIGURA 266 – PERCENTUAIS DE CARBONATO DE CÁLCIO (CACO3) NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS LOCALIZADOS NA AID E PONTO DE CONTROLE DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, SETEMBRO DE 2023.



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

FIGURA 267 – PERCENTUAIS DE CARBONATO DE CÁLCIO (CACO3) NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, SETEMBRO DE 2023.



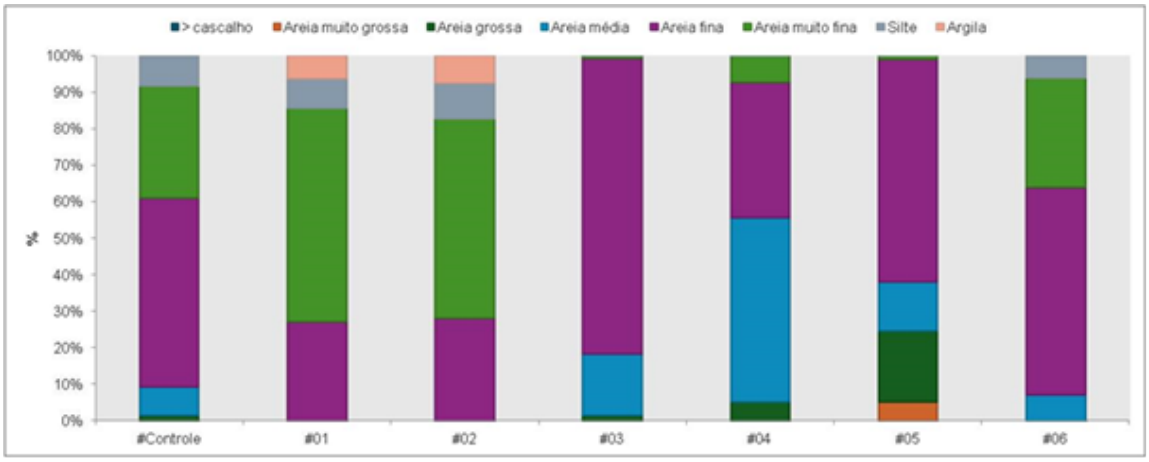
Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

- Campanha de abril de 2024

A campanha realizada em abril de 2024, durante a estação outono, demonstrou também o predomínio do tamanho de grão na classificação das areias, com percentuais mais elevados para as classes areia média, areia fina e areia muito

fina, como pode ser observado na FIGURA 268 e FIGURA 269. Os sedimentos superficiais com menor tamanho de grão (classe silte) foram encontrados nos pontos amostrais #Controle, #01, #02 e #06, com percentuais variando de 6,12% a 9,77%. Para a classe argila, os pontos #01 e #02 apresentaram 6,35% e 7,55% respectivamente. Comparando com a campanha realizada em setembro de 2023, os sedimentos superficiais coletados em abril de 2024 apresentaram tendência para percentuais levemente maiores da classe dos finos (silte + argila), o que pode estar relacionado com a época do ano em que os mesmos foram coletados, em condições hidrodinâmicas de menor energia.

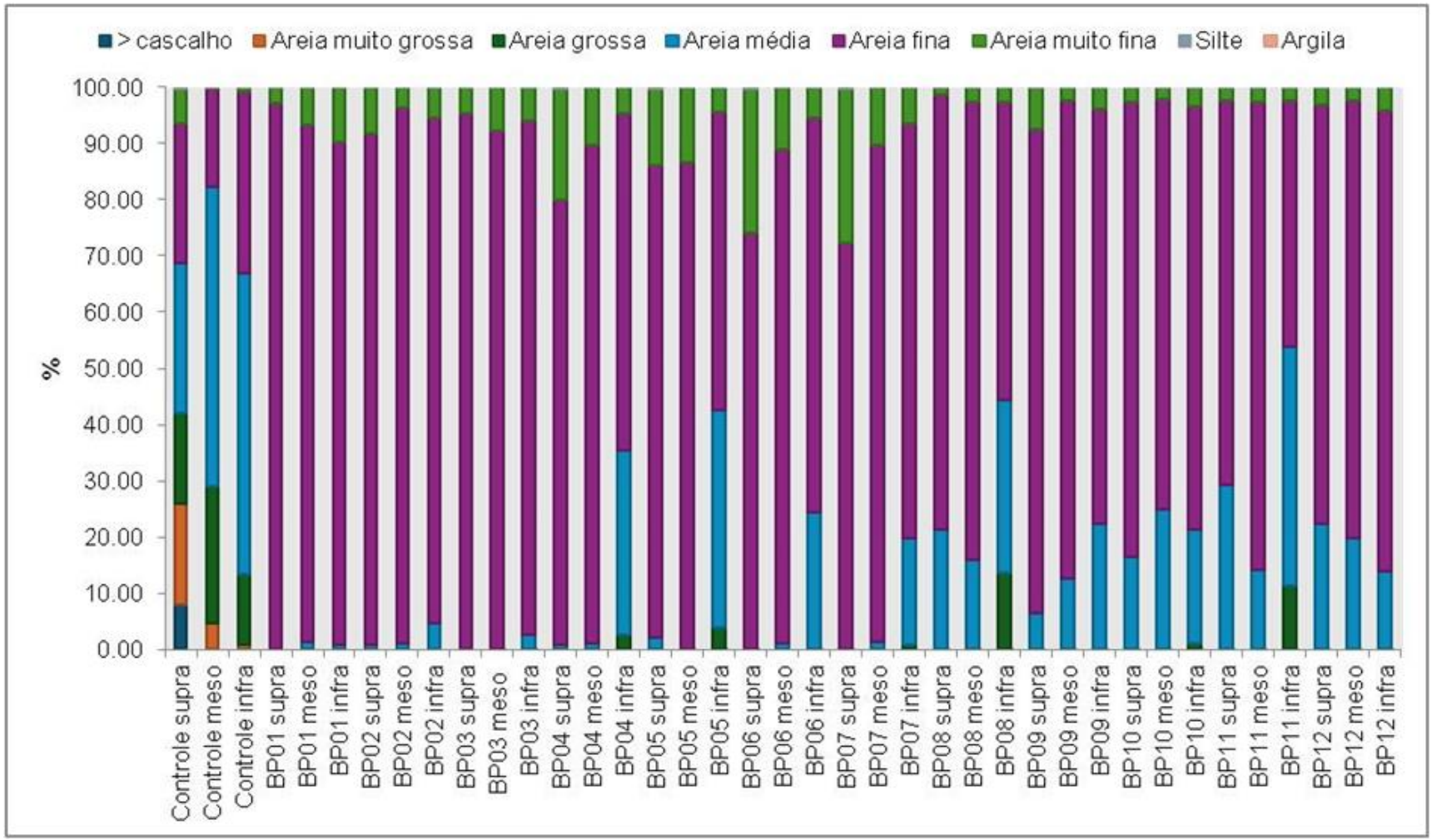
FIGURA 268 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES GRANULOMÉTRICAS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Assim como na campanha de setembro de 2023, os sedimentos praiais coletados ao longo da orla de Guaratuba em abril de 2024 (FIGURA 269) apresentaram a classe areia fina como predominante em todos os pontos amostrais, com exceção do ponto controle. Os percentuais de areia fina estiveram entre 43,95% e 96,39%. Os maiores percentuais desta classe (acima de 90%) foram encontrados nos pontos amostrais #01, #02 e #03, localizados na Prainha. Os outros pontos amostrais, de #04 a #12 apresentaram percentuais elevados entre as classes areia fina e também areia média. Os sedimentos finos, silte e argila, apresentaram baixos percentuais, com valores menores que 1% em todas as amostras. O ponto controle, localizado em Matinhos, apresentou distribuição entre as classes areia grossa, areia média e areia fina, demonstrando comportamento característico de outra região, como foi também observado na campanha de setembro de 2023.

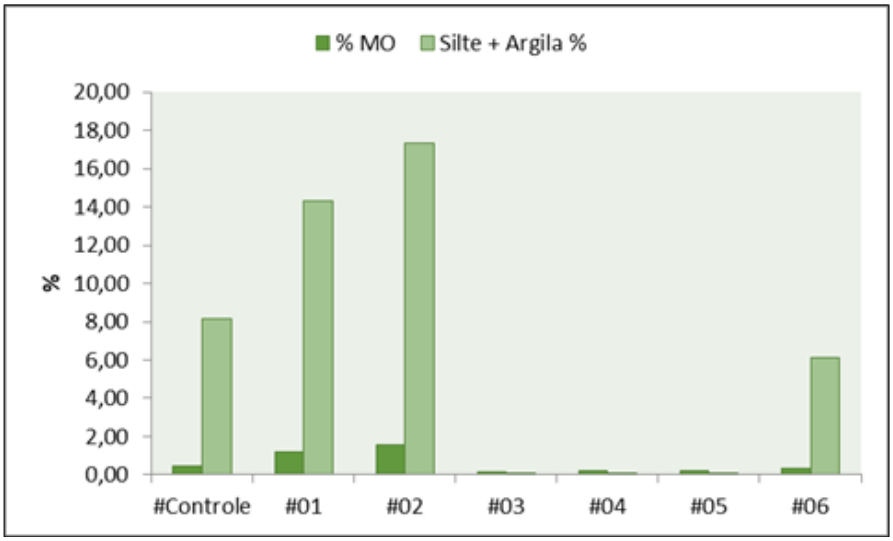
FIGURA 269 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES GRANULOMÉTRICAS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

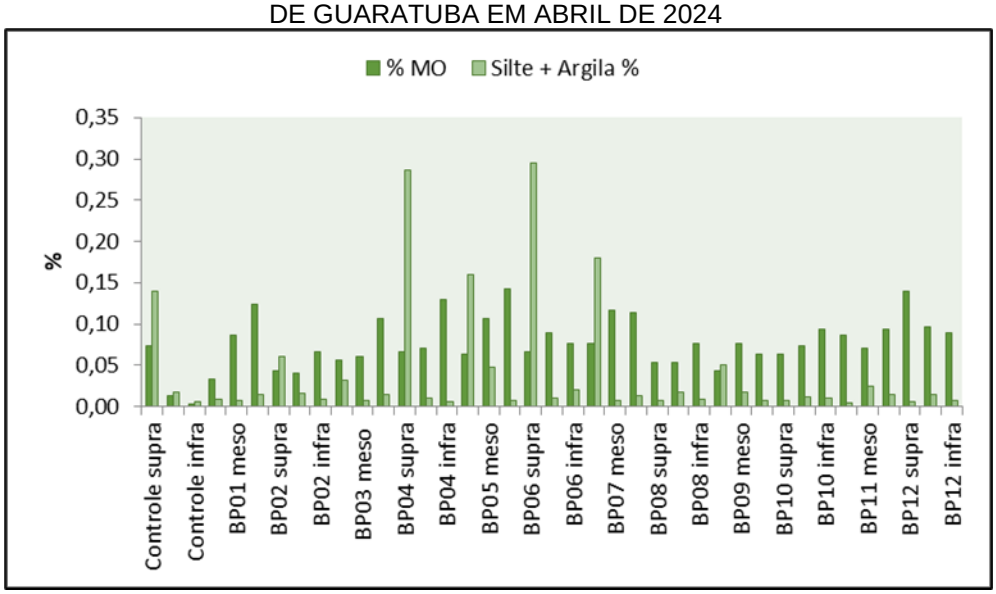
Os percentuais de matéria orgânica observados na campanha de abril de 2024 apresentaram de forma geral, valores baixos, variando de 0% a 1,53% em todos os pontos amostrais (FIGURA 270 e FIGURA 271). Os maiores valores observados, de 1,17% a 1,53%, estiveram nos pontos amostrais #01 e #02 (FIGURA 270), acompanhando os maiores percentuais de silte + argila, 14,30% e 17,32% observados nesta campanha.

FIGURA 270 – PERCENTUAIS DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E SILTE + ARGILA NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

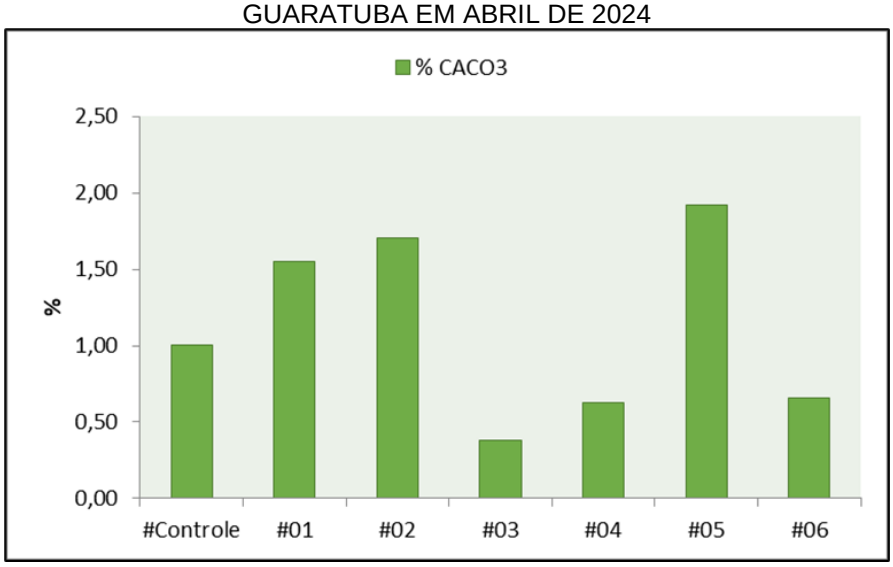
FIGURA 271 – PERCENTUAIS DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E DE SILTE + ARGILA NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

O carbonato de cálcio apresentou percentuais entre 0,15% e 1,92% entre todos os pontos amostrais (sedimentos superficiais e praiais) coletados na campanha de abril de 2024, como apresenta-se na FIGURA 272 e FIGURA 273.

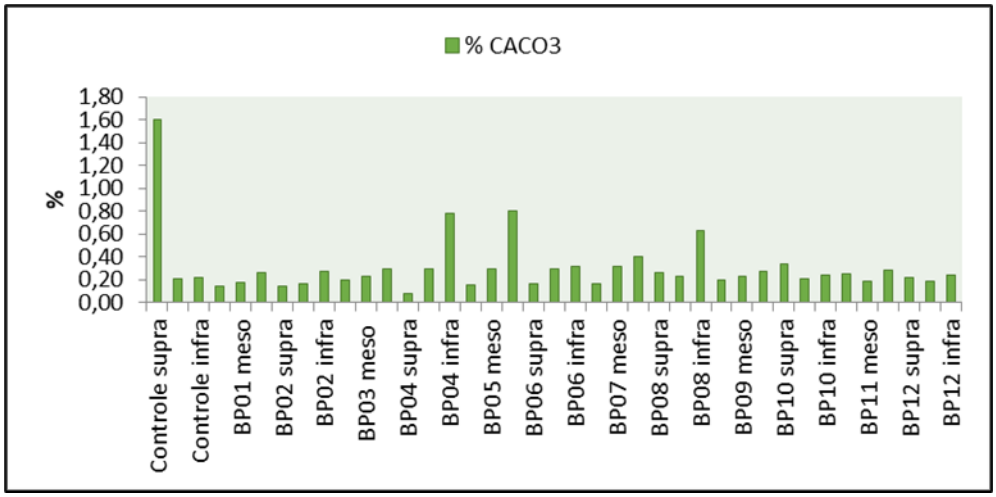
FIGURA 272 – PERCENTUAIS DE CARBONATO DE CÁLCIO ($CACO_3$) NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Os maiores valores observados foram nos pontos amostrais #05 e #Controle supra, com percentuais de 1,92% e 1,60%, respectivamente. Os maiores valores de carbonato de cálcio observados estão ligados aos pontos amostrais com menores percentuais de matéria orgânica e também com maiores tamanho de grão predominantes. Na campanha anterior (setembro de 2024), os maiores valores estiveram presentes nos pontos amostrais #04 e #Controle supra, com percentuais entre 1,41% e 1,36%, respectivamente.

FIGURA 273 – PERCENTUAIS DE CARBONATO DE CÁLCIO ($CACO_3$) NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM ABRIL DE 2024



Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

c) Parâmetros Estatísticos: média, seleção, assimetria, curtose

Os parâmetros estatísticos auxiliam nas interpretações sedimentológicas acerca da dinâmica dos ambientes de deposição (Felix; Horn Filho, 2020), o que é bastante importante na compreensão do ambiente para tomadas de decisão sobre as obras de engordamento de praia. A medida de tendência central expõe o caráter de competência do transporte, quanto maior a média granulométrica, maior a competência (Felix; Horn Filho, 2020). Isso indica que é necessário maior energia para que o transporte de sedimentos aconteça.

A TABELA 53 e TABELA 54 apresentam as classificações dos parâmetros estatísticos média, seleção, assimetria e curtose, classificando cada ponto amostral de acordo com sua característica.

A classificação da média calculada para as amostras de sedimento superficial, tanto para a campanha de setembro de 2023, quanto para a campanha de abril de 2024, apresentou as classes areia média para os pontos amostrais #04 e #05, areia fina para #Controle, #03 e #06 e areia muito fina para #01 e #02. Já para os sedimentos praiais, que apresentaram maior homogeneidade entre os pontos amostrais, a classe areia fina foi predominante.

Para a seleção, a classificação dos sedimentos superficiais apresentou as classificações moderadamente selecionadas e pobremente selecionadas, com todos os pontos classificados como moderadamente selecionados na campanha de

setembro de 2023. Já para os sedimentos praiais, a classificação apresentou maior variação entre os pontos amostrais, desde pobremente selecionado até muito bem selecionado

TABELA 53 – CLASSIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO SUPERFICIAL COLETADAS NOS SEIS PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM SETEMBRO DE 2023 E ABRIL DE 2024

Pontos amostrais	Média		Seleção		Assimetria		Curtose	
	Setembro 2023	Abril 2024	Setembro 2023	Abril 2024	Setembro 2023	Abril 2024	Setembro 2023	Abril 2024
#Controle	Areia fina	Areia fina	Moderadamente selecionado	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Positiva	Platicúrtica	Mesocúrtica
#01	Areia muito fina	Areia muito fina	Moderadamente selecionado	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Aproximadamente simétrica	Muito leptocúrtica	Muito leptocúrtica
#02	Areia muito fina	Areia muito fina	Moderadamente selecionado	Pobremente selecionado	Aproximadamente simétrica	Positiva	Muito leptocúrtica	Muito leptocúrtica
#03	Areia fina	Areia fina	Moderadamente selecionado	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Negativa	Platicúrtica	Leptocúrtica
#04	Areia média	Areia média	Moderadamente selecionado	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Positiva	Leptocúrtica	Platicúrtica
#05	Areia média	Areia média	Moderadamente selecionado	Pobremente selecionado	Aproximadamente simétrica	Muito negativa	Mesocúrtica	Platicúrtica
#06	Areia fina	Areia fina	Moderadamente selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Positiva	Platicúrtica	Mesocúrtica

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Em setembro de 2023, a assimetria classificou os sedimentos superficiais como aproximadamente simétricos, do ponto #Controle até o ponto #05. Para o ponto #06, a classificação foi positiva. Já para abril de 2024, a classificação variou bastante entre os pontos, desde positiva até muito negativa. Os sedimentos praiais apresentaram, em setembro de 2023, simetria de aproximadamente simétrica até muito positiva, com exceção do ponto BP12 infra, que foi classificado como negativa. A campanha de abril de 2024 também apresentou as mesmas classificações, porém a classificação negativa foi encontrada em 17 dos 39 pontos amostrais coletados.

Com relação a curtose, os sedimentos superficiais apresentaram classificação de platicúrtica até muito leptocúrtica, em ambas as campanhas (setembro de 2023 e abril de 2024). Somente os pontos amostrais #01 e #02 não mudaram a classificação de uma campanha para outra, como pode ser observado na TABELA 53. Já para os sedimentos praiais, a curtose apresentou classificação desde platicúrtica até extremamente leptocúrtica, porém a maior parte dos pontos amostrais foi classificada como mesocúrtica, em ambas as campanhas amostrais (TABELA 54).

TABELA 54 – CLASSIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO PRAIAL COLETADAS NOS 12 PONTOS AMOSTRAIS DA ORLA DE GUARATUBA EM SETEMBRO DE 2023 E ABRIL DE 2024

	Média		Seleção		Assimetria		Curtose	
	set/23	abr/24	set/23	abr/24	set/23	abr/24	set/23	abr/24
Controle supra	Areia média	Areia média	Moderadamente selecionado	Pobremente selecionado	Positiva	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica	Platicúrtica
Controle meso	Areia fina	Areia média	Muito pobremente selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica	Mesocúrtica
Controle infra	Silte grosso	Areia média	Pobremente selecionado	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Aproximadamente simétrica	Extremamente leptocúrtica	Mesocúrtica
BP01 supra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Muito bem selecionado	Positiva	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica	Platicúrtica
BP01 meso	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP01 infra	Areia fina	Areia fina	Moderadamente selecionado	Bem selecionado	Positiva	Positiva	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP02 supra	Silte grosso	Areia fina	Pobremente selecionado	Bem selecionado	Aproximadamente simétrica	Positiva	Leptocúrtica	Mesocúrtica
BP02 meso	Silte grosso	Areia fina	Pobremente selecionado	Muito bem selecionado	Positiva	Aproximadamente simétrica	Muito leptocúrtica	Platicúrtica
BP02 infra	Silte grosso	Areia fina	Pobremente selecionado	Bem selecionado	Positiva	Aproximadamente simétrica	Muito leptocúrtica	Platicúrtica
BP03 supra	Silte médio	Areia fina	Pobremente selecionado	Muito bem selecionado	Muito positiva	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica	Platicúrtica
BP03 meso	Areia fina	Areia fina	Pobremente selecionado	Bem selecionado	Muito positiva	Positiva	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP03 infra	Areia fina	Areia fina	Pobremente selecionado	Bem selecionado	Muito positiva	Aproximadamente simétrica	Leptocúrtica	Platicúrtica
BP04 supra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Positiva	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP04 meso	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Positiva	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP04 infra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Negativa	Platicúrtica	Platicúrtica
BP05 supra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Positiva	Mesocúrtica	Mesocúrtica

	Média		Seleção		Assimetria		Curtose	
	set/23	abr/24	set/23	abr/24	set/23	abr/24	set/23	abr/24
BP05 meso	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Positiva	Mesocúrtica	Leptocúrtica
BP05 infra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Negativa	Mesocúrtica	Platicúrtica
BP06 supra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Positiva	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP06 meso	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Positiva	Leptocúrtica	Mesocúrtica
BP06 infra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Negativa	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP07 supra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Positiva	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP07 meso	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Positiva	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP07 infra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Negativa	Mesocúrtica	Leptocúrtica
BP08 supra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Negativa	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP08 meso	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Negativa	Leptocúrtica	Mesocúrtica
BP08 infra	Areia fina	Areia média	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Negativa	Mesocúrtica	Platicúrtica
BP09 supra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP09 meso	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Negativa	Leptocúrtica	Mesocúrtica
BP09 infra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Negativa	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP10 supra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Negativa	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP10 meso	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Negativa	Leptocúrtica	Mesocúrtica
BP10 infra	Areia fina	Areia fina	Muito bem selecionado	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Negativa	Platicúrtica	Mesocúrtica

	Média		Seleção		Assimetria		Curtose	
	set/23	abr/24	set/23	abr/24	set/23	abr/24	set/23	abr/24
BP11 supra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Positiva	Negativa	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP11 meso	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Bem selecionado	Positiva	Negativa	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP11 infra	Areia fina	Areia média	Muito bem selecionado	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Aproximadamente simétrica	Platicúrtica	Platicúrtica
BP12 supra	Areia fina	Areia fina	Bem selecionado	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Negativa	Mesocúrtica	Mesocúrtica
BP12 meso	Areia fina	Areia fina	Moderadamente selecionado	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Negativa	Leptocúrtica	Mesocúrtica
BP12 infra	Areia fina	Areia fina	Moderadamente selecionado	Bem selecionado	Negativa	Negativa	Platicúrtica	Mesocúrtica

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

3.2.4.2.3. Considerações Finais

O presente estudo utilizou as orientações da Resolução CONAMA Nº 454/2012 para realizar a caracterização dos sedimentos da área de influência direta do Projeto Recuperação da Orla de Guaratuba.

Considerando todos os pontos amostrais coletados, as duas campanhas amostrais realizadas apresentaram os maiores percentuais na classe das areias, sendo o sedimento superficial representado pelas classes areia média, areia fina e areia muito fina na coleta de setembro de 2023, enquanto a classe areia fina e areia muito fina predominou na campanha realizada em abril de 2024. Já para os sedimentos praiais, ambas as campanhas apresentaram a classe areia fina como predominante em todas as amostras, com exceção do ponto controle (localizado no município vizinho). Os percentuais de matéria orgânica e de carbonato de cálcio foram baixos em todos os pontos amostrais (superficiais e praiais) em ambas as coletas, ficando sempre abaixo de 2%.

As concentrações de carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total e de fósforo total apresentaram valores inferiores aos respectivos níveis de limite definidos pela Resolução CONAMA 454/2012 (10%, 4.800 mg/kg e 2.000 mg/kg, respectivamente) em todas as amostras analisadas.

Os elementos pesticidas organoclorados, bifenilas policloradas, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e TBT, não apresentaram valores detectáveis nos sedimentos superficiais dos seis pontos amostrais localizados na Área de Influência Direta, sendo estas concentrações inferiores ao nível 1 para águas salinas e salobras de todas das substâncias analisadas.

As concentrações dos metais e semimetais mantiveram-se abaixo dos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012 para o nível 1 (limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota) em águas salinas/salobras em todas as amostras analisadas. Dos nove metais e semimetais exigidos pela Resolução (arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco) apenas cinco (cobre, cromo, níquel, chumbo e zinco) apresentaram concentrações detectadas e quantificadas pelo método analítico, enquanto os demais estiveram abaixo do limite de quantificação. Cobre, níquel e chumbo foram detectados somente na campanha de dezembro de 2024.

Os resultados das análises granulométricas e químicas atestam a qualidade dos sedimentos da Orla de Guaratuba, apresentando todas as concentrações das substâncias químicas indicadas pela Resolução CONAMA 454/2012 abaixo do Nível 1, demonstrando baixa probabilidade de efeitos adversos à biota local e ausência de motivos que sejam impeditivos de realizar o engordamento da Orla de Guaratuba no que se refere à qualidade ambiental dos sedimentos.

3.3. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

As Unidades de Conservação (UCs), são áreas naturais em que ocorre a preservação da biodiversidade e ecossistemas local, com o objetivo de diminuir os riscos de extinção das espécies que ali vivem e a preservação de recursos ambientais. Para a criação dessas UCs existem um conjunto de leis e normas instituído como Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC) declarando a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. O SNUC define se será uma Unidade de Conservação com instância municipal, estadual ou federal.

A Lei nº 9.985 possui fins como proteção integral, onde ocorre o mínimo de interferência humana para a conservação dos recursos naturais, esses que poderão servir apenas para o uso indireto e uso sustentável, onde apesar o uso direto dos recursos será garantido o uso de maneira ecológica e consciente mantendo a biodiversidade. Estação Ecológica (ESEC), Reserva Biológica (REBIO), Parque Nacional (PARNA), Monumento Natural (MN) e Refúgio de Vida Silvestre (REVIS), são categorias que fazem parte do grupo de proteção integral, enquanto Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA), Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Fauna (REFAU), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), fazem parte do grupo de uso sustentável (Brasil, 2000).

Em todo o estado do Paraná existem um total de 90 Unidades de Conservação, sendo elas 18 federais e 72 estaduais (QUADRO 28).

QUADRO 28 – LISTA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO PRESENTES NO PARANÁ

Unidades de Conservação no Paraná	Quantidade	Área total (ha)
UC FEDERAL		
Área de Proteção Ambiental (APA)	2	1.286.074
Corredor Ecológico	1	0
Estação Ecológica	1	4.370
Floresta Nacional	3	4.349
Parque Nacional	7	424.422
Reserva Biológica	3	57.814
Refúgio de Vida Silvestre	1	16.582
TOTAL	**18**	**1.793.611**
UC ESTADUAL		
Área de Especial Interesse Turístico	1	66.732,99
Área de Relevante Interesse Ecológico	3	66.732,99
Área de Proteção Ambiental (APA)	9	133.465,98
Floresta Estadual	4	266.931,96
Horto Florestal	3	533.863,92
Estação Ecológica	5	1.067.727,84
Monumento Natural	2	2.135.455,68
Parque Estadual	38	4.270.911,36
Parque Florestal	1	49,8659
Refúgio da Vida Silvestre	1	196,81
Reserva Biológica	1	133,1114
Reserva Florestal	4	8.542.202,5073
TOTAL	**72**	**17.084.405,0146**

Fonte: UC Socioambiental, 2024.

3.3.1 Unidades de Conservação em Guaratuba

As atividades de implantação do empreendimento não interceptarão nenhuma das Unidades de Conservação, entretanto o estudo contempla a indicação das Unidades de Conservação que existem na área de estudo, conforme serão apresentadas a seguir.

A APA Guaratuba, PARNA de Saint-Hilaire/Lange, PARNA Guaricana, e Parque Estadual do Boguaçu indicadas no (QUADRO 29), com o documento de criação da UC, a esfera, categoria e a respectiva área. As informações sobre as Unidades de Conservação descritas e detalhadas a seguir foram retirados da base de dados do Instituto Socioambiental (2024) e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2024).

QUADRO 29 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO MUNICÍPIO DE GUARATUBA

Unidades de Conservação	Documento de criação	Esfera	Categoria	Área total (ha)
Área de Proteção Ambiental Estadual do Guaratuba	Decreto - 1.234 - 27/03/1992	Estadual	Uso Sustentável	199.587
Parque Nacional Guaricana	Decreto - s/n - 13/10/2014	Federal	Proteção Integral	49.300
Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange	Lei - 10.227 - 23/05/2001	Federal	Proteção Integral	25.119
Parque Estadual do Boguaçu	Lei - 13979 - 26/12/2002	Estadual	Proteção Integral	6.052

Fonte: UC Socioambiental, 2024.

A Área de proteção Ambiental (APA) Guaratuba é de uso sustentável, possui uma área de 199.587,00 ha, e foi criada pelo Decreto Estadual de nº 1.234/1992. Essa APA intercepta não somente o município de Guaratuba, mas também São Jose dos Pinhais, Tijucas do Sul, Morretes, Paranaguá e Matinhos, ordenados de maneira decrescente na porcentagem de contribuição da área no município, como indicado no QUADRO 30. A fitofisionomia predominante é Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, e está integralmente inserida no bioma Mata Atlântica.

QUADRO 30 – MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS PELA APA GUARATUBA

Município	Área do município (ha)	Área da UC no município	
		(ha)	(%)
Guaratuba	132.679,10	130.786,03	65,47%
São José dos Pinhais	94.643,50	22.667,28	11,35%
Tijucas do Sul	67.188,90	18.452,81	9,24%
Morretes	68.458,00	12879,35	6,45%
Paranaguá	82667,4	11396	5,70%
Matinhos	11774,3	3582,38	1,79%

Fonte: Instituto Socioambiental (2024).

O Parque Nacional (PARNA) Guaricana é de proteção integral, possui uma área de 49.300,00 ha, e foi criada pelo Decreto Federal s/n/2014. Esse PARNA intercepta não somente o município de Guaratuba, mas também Morretes, e São José dos Pinhais, ordenados de maneira decrescente na porcentagem de contribuição da área no município, como indicado no QUADRO 31. A fitofisionomia predominante é Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, e está integralmente inserida no bioma Mata Atlântica.

QUADRO 31 – MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS PELO PARQUE NACIONAL (PARNA) GUARICANA

Município	Área do município (ha)	Área da UC no município	
		(ha)	(%)
Guaratuba	132.679,10	32.797,65	66,42%
Morretes	68.458,00	9.799,44	19,85%
São José dos Pinhais	94.643,50	6.782,08	13,73%

Fonte: Instituto Socioambiental (2024).

O Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange é de proteção integral, possui uma área de 25.119,00 ha, e foi criada pela Lei Federal 10.227/2001. Além de interceptar Guaratuba, está presente nos municípios de Paranaguá, Matinhos e Morretes, citados em ordem decrescente da contribuição de área no município, como indicado no QUADRO 32. A fitofisionomia presente é Floresta Ombrófila Densa, e está integralmente inserida no bioma Mata Atlântica.

QUADRO 32 – MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS NO PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE

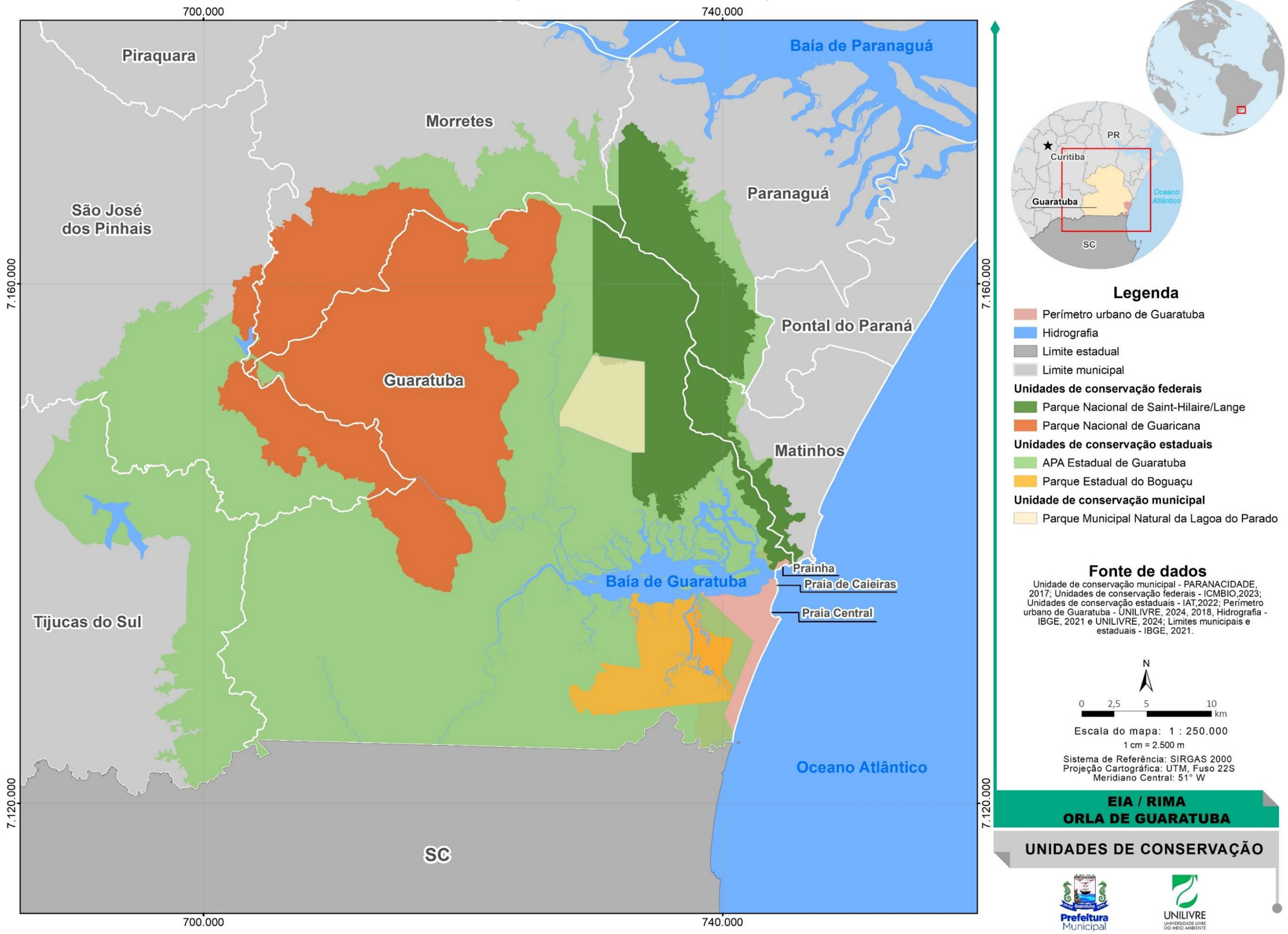
Município	Área do município (ha)	Área da UC no município	
		(ha)	(%)
Guaratuba	132.679,10	12.765,50	52,05%
Paranaguá	82.667,40	8.430,15	34,38%
Matinhos	11.774,30	2.975,57	12,13%
Morretes	68.458,00	352,77	1,44%

Fonte: Instituto Socioambiental (2024).

O Parque Estadual do Boguaçu é de proteção integral, possui uma área de 6.052,00 ha, foi criada pela Lei Federal 13.979/2002, e intercepta integralmente no município de Guaratuba. A fitofisionomia presente é Floresta Ombrófila Densa, e está integralmente inserida no bioma Mata Atlântica.

Abaixo encontra-se o mapa com a localização das UCs na área de estudo (FIGURA 274).

FIGURA 274 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO



3.3.2. Áreas Prioritárias para Conservação

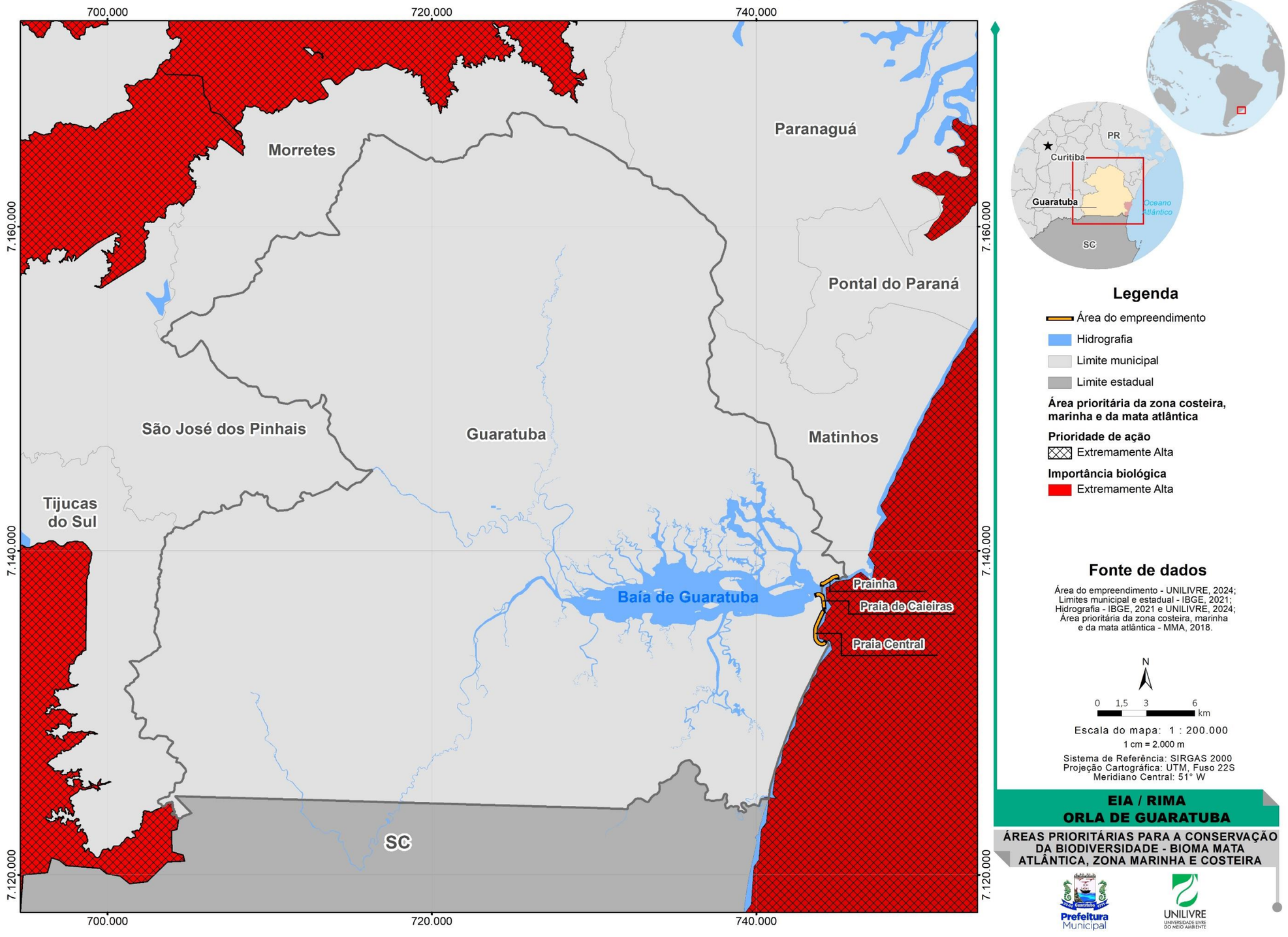
O Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) tem como um de seus objetivos a identificação de Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade, que são definidas baseadas da metodologia de Planejamento Sistemático da Conservação (PSC) a partir da Deliberação CONABIO n° 39, de 14 de dezembro de 2005. A identificação dessas áreas faz parte da tomada de decisões a partir de políticas públicas sobre ações de conservação e recuperação da biodiversidade (Brasil, 2007).

Para a revisão das Áreas Prioritárias para Conservação é preciso passar por alguns processos, como definir Unidades de Planejamento (UP) para análise de informações, revisão e ampliação da base de dados, definição de alvos e metas de conservação, identificação de atividades antrópicas que podem ser tanto prejudiciais ou benéficas aos alvos de conservação, a identificação das Áreas Prioritárias para Conservação e pôr fim a identificação de quais ações serão prioritárias na conservação, designando um nível de prioridades de ação das áreas (Brasil. Ministério do Meio Ambiente, 2024).

No Paraná foi considerado a Resolução Conjunta SEMA IAP nº 005 de 29 de setembro de 2009, que define as Áreas Estratégicas para Conservação e Restauração (AECR), visando o propósito da identificação de áreas prioritárias e mapeando as áreas estratégicas. Segundo Instituto Água e Terra (2024) “o IAT desenvolve uma ferramenta para gestão ambiental com base no planejamento da paisagem, que permite delimitar e monitorar as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade paranaense”. As AECR são divididas em estratégias para a conservação estratégias para a recuperação da biodiversidade.

Com base nas informações obtidas sobre as Áreas Prioritárias para a Conservação, identificou-se que a área de influência direta do meio físico e biótico se insere na Área Prioritária da Zona Costeira, Marinha e da Mata Atlântica (FIGURA 275).

FIGURA 275 – ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO



3.3.3. Áreas Estratégicas de Conservação e Restauração

A Resolução conjunta SEMA/IAP 005/2009 estabelece e define o mapeamento das Áreas Estratégicas para a Conservação e Restauração da Biodiversidade (AECR) no estado do Paraná. O mapeamento tem o objetivo de fornecer informações e subsídios técnicos para aplicação em projetos ambientais, no cumprimento da legislação ambiental vigente e na formulação e execução de políticas públicas.

A metodologia do mapeamento das Áreas Estratégicas para Conservação da Biodiversidade, compreendem as modalidades Áreas Estratégicas para a Conservação e Áreas Estratégicas para Restauração, tendo sua última atualização realizada pela Nota Técnica IAT nº 01/2023.

As Áreas Estratégicas para Conservação (AEC) da Biodiversidade se referem as áreas cujos remanescentes florestais nativos ou outros tributos físicos ou biológicos determinem fragilidade ambiental, são consideradas de relevância, sendo sua conservação necessária para a manutenção da biodiversidade no Paraná. As áreas são compostas por:

- As Unidades de Conservação Federais e Estaduais de Proteção Integral e as Unidades de Conservação de Uso Sustentável de domínio público;
- As Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs);
- As Terras Indígenas;
- Os remanescentes florestais estágios primário, médio e avançado;
- Foi rrealizado no mapeamento o desconto e exclusão das massas d´água (leito dos rios e oceano).

As Áreas Estratégicas para Recuperação (AER) são aquelas essenciais para a manutenção dos fluxos biológicos, para a formação de corredores ecológicos e manutenção da estabilidade física do ambiente. Essas áreas se definem por:

- Áreas Prioritárias para Conservação classificadas pelo Ministério do Meio Ambiente para o estado do Paraná, conforme normativas publicadas pelo MMA (versões do Mapa MMA/2007, acrescidas do mapa – MMA/2018 para os Biomas Mata Atlântica e Cerrado);

- Áreas que visam a formação de Corredores Ecológicos e conexões considerados estratégicos para restauração e conservação dos fragmentos florestais incidentes;
- As Unidades de Conservação de Uso sustentável de domínio privado;
- As Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação de Proteção Integral conforme os mapeamentos contidos em seus respectivos Planos de manejo;
- Os Entornos protetivos, como buffer de 3 km, para as 33 Unidades de Conservação Federais e Estaduais de Proteção Integral e as UCs de Uso Sustentável de domínio público que não possuem Zonas de amortecimento definidos, excetuando-se APAs, AEIT e RPPNs.
- Para delimitação foram efetuadas as exclusões das malha urbana de acordo com o Paraná Cidade, as AEC e áreas marinhas e de leito de rios.

3.4. CONCLUSÕES

O diagnóstico do meio biótico permitiu identificar a situação atual da biodiversidade faunística e florística das áreas de influência do empreendimento. Em relação a herpetofauna, foram registradas 12 espécies de anfíbios e três espécies de répteis com a realização de duas campanhas (set/2023 e 2024) resultando em 18,7% e 4,7% das espécies de provável ocorrência para a região, respectivamente. Assim. pode-se concluir que apesar da região sul do litoral do Paraná ser constantemente citada como um *hotspot* da diversidade de anfíbios, as áreas amostradas no presente estudo não representam tal realidade, uma vez que estão amplamente impactadas pela ação humana. Porém, destaca-se o baixo grau de impacto direto que as modificações na faixa de praia podem trazer a estes grupos, uma vez que são regiões conhecidamente pouco habitadas por este grupo faunístico.

O diagnóstico da avifauna apresentou uma diversidade significativa de espécies (n = 131), com a presença de espécies ameaçadas (n = 6), endêmicas (n = 15) e migratórias (n = 13). Assim pode inferir que a área estudada desempenha um papel importante para a sobrevivência e o ciclo de vida das aves locais, funcionando como um importante ponto de alimentação e descanso. Diante dos potenciais impactos e diversidade de aves registrada, recomenda-se a implementação de medidas de mitigação que garantam a menor perturbação possível à fauna local. Entre

as principais medidas, destacam-se: o monitoramento contínuo da avifauna antes, durante e após a obra, a fim de avaliar a resposta das espécies à intervenção e tomar ações corretivas, se necessário; a definição de períodos de execução da obra fora das épocas de reprodução e migração das aves, minimizando os impactos sobre espécies mais vulneráveis.

Os resultados obtidos no diagnóstico da mastofauna reforça a importância de caracterizar a fauna local antes da implantação do empreendimento, como forma de apontar as prováveis diferenças entre fragmentos mais e menos preservados presentes na região de estudo. O projeto de recuperação da orla de Guaratuba, que busca estabilizar a área costeira e proteger contra a erosão, pode impactar a fauna local, entretanto, pelas condições dos habitats próximos ao empreendimento, não será um impacto significativo para a mastofauna local.

Em relação a biodiversidade aquática foi constatado que a comunidade fitoplanctônica esteve representada na área de estudo do Projeto de Recuperação da Orla de Guaratuba por 1.103 cel./ml, distribuídas em 24 táxons. O filo Bacillariophyta e a classe Bacillariophyceae foram as mais diversas e Cyanobateria e Cyanophyceae, as mais abundantes. Ainda é possível afirmar que as variáveis abióticas não estão determinando a composição dessa comunidade. Contudo cabe salientar que os resultados aqui apresentados são fruto de apenas uma campanha e é cedo para afirmar que esse é um padrão nestes ambientes, sendo assim mais coletas tendem a deixar as análises mais robustas e indicar como essa comunidade se comporta com mais clareza. A próxima campanha está prevista para o mês de dezembro de 2024.

Em relação ao Zooplâncton, ao todo foram registrados 4.763 org./m-3, distribuídos em 21 táxons, dos quais os artrópodes foram os mais expressivos numericamente, esse fato se deve a localização dos pontos em ambiente marinho. Ainda é possível afirmar que as variáveis abióticas não estão determinando a composição dessa comunidade. Contudo, cabe destacar que, os resultados aqui apresentados são oriundos de apenas uma campanha e não é possível afirmar que há um padrão, sendo assim com a próxima campanha prevista para dezembro de 2024 será possível retratar melhor se estes resultados são apenas um resultado daquele período ou o padrão da composição dessa comunidade nessa área.

Para a comunidade ictioplanctônica, ao todo foram registrados 3748 org./10m-3, dos quais 99% foram na forma de ovos, contudo cabe destacar que os resultados

aqui apresentados são oriundos de apenas uma campanha e não é possível afirmar que há um padrão, sendo assim, com a realização da próxima campanha será possível retratar se estes resultados são apenas um resultado do período ou o padrão da composição dessa comunidade nessa área.

De modo geral, com base nos dados adquiridos da comunidade bentônica com a coleta realizada em setembro é possível inferir que os poliquetas *Owenia* sp. e Spionidade corresponderam aos organismos mais abundantes do estudo, sendo identificados quase que exclusivamente nos pontos #01 e #02. Ressalta-se que no geral, estes pontos (#01 e #02) exibiram os maiores valores os indicadores da comunidade, inclusive em função da contribuição destes poliquetas.

Com base nos dados adquiridos quanto à comunidade bentônica de praia arenosa, a partir de uma campanha amostral realizada em setembro de 2023, é possível inferir que o poliqueta Spionidae e crustáceo E. brasiliensis corresponderam aos organismos mais abundantes do estudo, sendo esses táxons típicos de praia. O ponto #4 exibiu os menores valores de todos os indicadores da comunidade, este resultado deve estar associado à sua localização, uma vez que o ponto se encontra na região de maior influência da água doce. Por fim, foi observado que os menores valores dos indicadores ocorreram no infralitoral, este padrão já é esperado, uma vez que neste estrato a fauna precisa lidar com uma maior influência e variação dos fatores abióticos.

A riqueza de espécies das famílias de peixes Sciaenidae e Ariidae e, carcinofauna Penaeidae e Portunidae, apontadas neste estudo, é comumente destacada em outros estudos realizados no Sul do Brasil. De uma maneira geral, considerando os resultados obtidos para ictiofauna e para a carcinofauna da área de estudo do projeto de Recuperação da Orla de Guaratuba, as riquezas de espécies encontradas nos pontos estudados podem ser consideradas representativas, assim como a abundância de indivíduos, seguindo o padrão tipicamente encontrado em áreas próximas a interversões urbanas. Os resultados obtidos refletem as condições naturais dos ambientes estudados, além da similaridade com resultados obtidos em outros estudos realizados na região sul do Brasil.

No diagnóstico dos tetrápodes marinhos, ao longo da campanha realizada em setembro de 2023 foi registrado apenas um indivíduo de *Caretta caretta*, durante a

metodologia de ponto fixo e 18 grupos de *Sotalia guianensis* (boto-cinza) com um total de 32 indivíduos no transecto controle (localizado no Município de Matinhos).

Os mamíferos e quelônios marinhos são animais que tem uma área de vida ampla, podendo variar de poucas dezenas a muitas centenas de quilômetros quadrados havendo ainda um grande número de espécies que apresentam migrações sazonais. Assim, a definição da ocorrência das espécies para a região litorânea do Paraná não pode ser determinada unicamente através de registros realizados especificamente no local. Do mesmo modo, o encalhe eventual de um animal oceânico não caracteriza a “ocorrência” da espécie na região. Assim, reforça a necessidade de integração entre metodologias de amostragem.

Sobre a qualidade da água e do sedimento nas áreas de amostragem da biota aquática, o levantamento de parâmetros químicos indicou que das 82 substâncias químicas investigadas na campanha de 26 de setembro de 2023, apenas 07 (sete) apresentaram valores que excederam os padrões incluídos na Resolução CONAMA N° 357 de 2005, para corpos de água destinados à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à proteção das comunidades aquáticas; e à aquicultura e à atividade de pesca (Classe 1).

Parâmetros como carbono orgânico total (TOC), polifosfato, nitrato e oxigênio dissolvido estão associados não somente a alta atuação humana no ambiente, mas também a atividade dos organismos marinhos que habitam este ambiente de transição. Contudo, a partir dos resultados discutidos é evidente que o lançamento de efluentes industriais e domésticos tem sido considerável no contexto do estudo. Para garantir a efetiva funcionalidade dos ecossistemas vinculados a área de influência do empreendimento é necessária a formulação de iniciativas de mitigação e proteção ambiental sobre o corpo d’água que é o habitat de diversas espécies.

Além desses fatores, é necessário investigar a fonte de emissão de compostos que podem apresentar riscos a organismos marinhos e a população local. Os parâmetros de níquel total, cloro residual total e cobre dissolvido podem estar associados a atividades industriais, embarcações navais, ou escoamento de efluentes. Mas é importante destacar que os maiores valores destes não segue um padrão de dispersão, tornando possível a existência de mais de uma fonte de emissão. A continuidade do levantamento sobre estes componentes é de extrema importância para a formulação de medidas de proteção ambiental.

A caracterização dos sedimentos amostrados neste diagnóstico do projeto de recuperação da orla de Guaratuba foi realizada conforme as orientações da Resolução CONAMA 454/2012.

Considerando o sedimento superficial, na coleta de setembro de 2023 este foi representado pelas classes areia média, areia fina e areia muito fina. Já para os sedimentos praiais (das praias Central, Caieiras e Prainha em Guaratuba), apresentaram a classe areia fina como predominante em todas as amostras, com exceção do ponto controle (que está localizado no Município de Matinhos, PR). Os percentuais de matéria orgânica e de carbonato de cálcio foram baixos em todos os pontos amostrais (superficiais e praiais) ficando sempre abaixo de 2%.

As concentrações de carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total e de fósforo total apresentaram valores inferiores aos respectivos níveis de limite definidos pela Resolução CONAMA 454/2012 (10%, 4.800 mg/kg e 2.000 mg/kg, respectivamente) em todas as amostras analisadas.

Os elementos pesticidas organoclorados, bifenilas policloradas, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e TBT, não apresentaram valores detectáveis nos sedimentos superficiais dos seis pontos amostrais localizados na AID e ponto controle do empreendimento, sendo estas concentrações inferiores ao nível 1 para águas salinas e salobras de todas das substâncias analisadas.

As concentrações dos metais e semimetais mantiveram-se abaixo dos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012 para o nível 1 (limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota) em águas salinas/salobras em todas as amostras analisadas. Dos nove metais e semimetais exigidos pela Resolução (Ar, Cd, Pb, Cu, Cr, Hg, Ni e Zn) apenas três (Cr, Ni e Zn) apresentaram concentrações detectadas e quantificadas pelo método analítico enquanto os demais estiveram abaixo do limite de quantificação.

Os resultados das análises granulométricas e químicas atestam a qualidade dos sedimentos da Orla de Guaratuba, apresentando todas as concentrações das substâncias químicas indicadas pela Resolução CONAMA 454/2012 abaixo do Nível 1, demonstrando baixa probabilidade de efeitos adversos à biota local e ausência de motivos que sejam impeditivos de realizar a alimentação da praia de Guaratuba, no que se refere à qualidade ambiental dos sedimentos.

Diante dos resultados obtidos até o momento pode-se concluir que apesar das metodologias empregadas seguirem protocolos internacionais, para esse empreendimento em si, talvez seja necessário realizar alterações na metodologia em monitoramentos futuros ou incluir demais tecnologias, como o uso de drones, para abranger uma maior área que a embarcação não conseguiu acessar, e também gerando menos impacto que afugente os animais presentes na área. Esse resultado será observado novamente na próxima campanha a ser realizada em dezembro de 2024. Dessa forma, a verão final do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento contemplará os dados que serão obtidos na campanha que será realizada no período de 10 a 20 de dezembro de 2024, cumprindo com a periodicidade e sazonalidade determinada no Termo de Referência emitido pelo Instituto Água e Terra.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MEIO FÍSICO

ÁGUAS PARANÁ (Instituto das Águas do Paraná). **Plano de Bacia Hidrográfica Litorânea** – Relatório Final. 2019. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Comite-da-Bacia -Litoranea>. Acesso em: 26 fev. 2024.

ANGULO, R. J. 1984. As Praias do Paraná - Problemas Decorrentes de Uma Ocupação Inadequada. **Análise Conjuntural**, Ipardes, Curitiba, v.6, n. 1, p. 1-4, 1984.

ANGULO, R. J. A ocupação Urbana do Litoral Paranaense e As Variações da Linha de Costa. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, 41:73-81. 41, 1993a.

ANGULO, R. J. Ambientes de sedimentação da planície costeira com cordões litorâneos no Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba. 40:69-114. 40, 1992a.

ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. 1992. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo – SP, 1992.

ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. 1992. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo – SP, 1992.

ANGULO, R. J. Morfologia e gênese das dunas frontais do litoral do Estado do Paraná. **Brazilian Journal of Geology**, v. 23, n. 3, p. 68-80, 1993a.

ANGULO, R. J. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 41, p. 52-72, 1993c.

ANGULO, R. J., GIANNINI P. C. F., KOGUT J. S., PRAZERES Fº. H. J., SOUZA M. C. Variação das características sedimentológicas através de uma sucessão de cordões litorâneos holocênicos na ilha do Mel, Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba. 44:77-86, 1996.

ANGULO, R. J.; ANDRADE, J. J. 1981. **Viabilidade de controle de erosão nas praias de Caiobá e Guaratuba**. Ipardes, Curitiba,65 p.

ANGULO, R. J.; ANDRADE, J. J. de. Viabilidade de controle de erosão nas praias de Caiobá e Guaratuba. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 2, n. 1982, p. 681-693, 1982.

ANGULO, R. J.; ARAÚJO, A. D. de. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 44, p. 7-17, 1996.

ANGULO, R. J.; DE SOUZA, M. C. Revisão conceitual de indicadores costeiros de paleoníveis marinhos quaternários no Brasil. Conceptual review of Quaternary coastal paleo-sea level indicators from Brazilian coast. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 5, n. 2, p. 01-32, 2014.

ANGULO, R. J.; SOARES, C. R. Beach profile variations between 1981 and 1993 in southern coast of Paraná State. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 42, p. 203-216, 1994.

ARAÚJO A.D.; LESSA, G.C. **Nível médio do mar e estruturas praias: uma contribuição ao estudo paleogeográfico da planície costeira Paranaense**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Salvador. Anais... SBG, Salvador, 5:237-240, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10.151:2019 – Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral**. Rio de Janeiro, 2020.

BESSER, M. L.; BRUMATTI, M.; SPISILA, A. L. **Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Paraná**. Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Curitiba: SGB-CPRM, 2021. 1 mapa, color., 235x90 cm. Escala 1:600.000.

BIGARELLA J. J. **Eolian environment their characteristics, recognition and importance. In: Recognition of ancient sedimentary environments**. Dallas, 1969. Special Publ. (s.l.) 1972. Soc. Ec. Paleont. Mineral - AAPG. n.16. p.11-62, 1972.

BIGARELLA J. J. **Variações climáticas no Quaternário Superior do Brasil e sua datação radiométrica pelo método do Carbono 14**. Paleoclimas Inst. Geogr. USP, São Paulo, (1):1-22, 1971.

BIGARELLA J. J., ALESSI A. H., BECKER R. D., DUARTE G. K. **Textural characteristics of the coastal dune, sand ridge and beach sediments**. Bol. Par. Geoc., Curitiba, n.27. p.15-80, 1969a.

BIGARELLA J. J., BECKER R. D., DUARTE G. M. **Coastal dune structures from Paraná** (Brazil). Marine Geology, Amsterdam, 7:5-55. 7, 1969b.

BIGARELLA J. J., FREIRE S. S., SALAMUNI R., VIANA R. **Contribuição ao estudo dos sedimentos praias recentes**, II Praias de Matinhos e Caiobá. Bol. Univ. Fed. Par. Geog. Fís., Curitiba, n.6. 109p, 1966.

BIGARELLA, J. J. Contribuição ao estudo da planície litorâneas do Estado do Paraná. **Arq. Biol. Tecn**., Curitiba, v.1, p. 75-11, 1946.

BIGARELLA, J. J. **Processes and environments of the brazilian Quaternary**. Curitiba: Imprensa da UFPR, 1965. 81 p.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R.D.; DE MATOS, D.J.; WENER, A. **A Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná**: um problema de segurança ambiental e

nacional (contribuição à geografia, geologia e ecologia regional). Curitiba: Secretaria Estadual de Planejamento/ADEA, 1978.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Contribuição ao estudo da Formação Pariquera-Açu. Estado de São Paulo. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, v. 16/17, 1965.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 01, de 8 de março de 1990**. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Diário Oficial da União n° 63 de 2 de abril de 1990.

CECAV. **Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas** (CECAV) – 2022.

CONVÊNIO APPA/CEM. **Atualização da posição da linha de costa na desembocadura da Baía de Paranaguá**. Pontal do Paraná, Relatório Técnico 30/02, 2002. 5 p.

COPEL (**Companhia Paranense de Energia**). Usina Guaricana. Disponível em: <https://www.copel.com/site/copel-geracao/usinas/usina-guaricana/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

CURY, L. F. **Geologia do Terreno Paranaguá**. 2009. Tese (Doutorado em Geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/T.44.2009.tde-06072009-113335. Acesso em: 2024-03-15.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Clima**. 1986 e 1988. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acesso em: 28/02/2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FOLK, R. L., WARD, W. C. A study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27, p. 3-27, 1957.

GIANNINI P. C. F., ANGULO R. J., SOUZA M. C., KOGUT J. S. **Evidências de um padrão celular de correntes de deriva litorânea na costa leste da ilha do Mel (PR)**. In: CONGR. ASSOC. BRASIL. DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 5, Niterói. Anais... Niterói, ABEQUA. p. 120-127, 1995.

GIANNINI P. C. F.; MENEZES, P. M. L.; DEBLASIS, P. **Sucessões de fácies e arquitetura deposicional no sambaqui Jabuticabeira II** (Jaguaruna, Estado de Santa Catarina), litoral da Região Sul do Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 12., 2009, La Plata, Argentina. Anais... La Plata: ABEQUA, 2009.

GIANNINI P. C. F.; SAWAKUCHI, A. O.; MARTINHO, Caroline T. A. **Estratigrafia de sequências na evolução das dunas costeiras de Santa Catarina, Sul do Brasil**. In: CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DOS PAÍSES DE LÍNGUA IBÉRICA, 1., 2001, Lisboa. Actas. Lisboa: Sociedade Geológica de Portugal, 2001. p. 117-120, 2001.

GIANNINI P. C. F; GASPAR, M. D. **Sambaquis e paisagem: dinâmica natural e arqueologia regional no litoral sul do Brasil**. Arqueología Suramericana / Arqueologia Sul-americana, n. 3, p. 29-61, 2007.

GOBBI, E.F. **Gerenciamento Costeiro: Análise de Casos do Litoral do Paraná sob a Perspectiva da Engenharia Costeira**. Tese de D.Sc. COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1997.

GODA, Y. **Random seas and design of maritime structures**. Univ. of Tokyo Press, 1985. 323 p.

GUEDES, C. C. F. **Evolução sedimentar quaternária da Ilha Comprida, Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado Instituto de Geociencias da USP. São Paulo (2009).

GUEDES, C.; GIANNINI, P. **Os cordões litorâneos e as dunas eólicas da Ilha Comprida, estado de São Paulo**. Monografia – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pedologia**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia.html>. Acesso em: 09 jun. 2025.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Relatório Anual da Qualidade do Ar no Estado do Paraná**. 2022. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2024-08/relatorio_anual_iat_2022.pdf>. Acesso: dez. 2024.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Sistema de Informações Hidrológicas.** Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Sistema-de-Informacoes-Hidrologicas>. Acesso em: 15 fev. 2024.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Sistema de Informações para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos (SIGARH)**. Disponível em: < http://www.sigarh.iat.pr.gov.br/sigarh-gis/ >. Acesso em: 25 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTUDOS AMBIENTAIS E DE SANEAMENTO (IBEAS). 2024. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/>. Acesso em 24 de abril de 2024.

KAMPHUIS J. W. **Experiments on Design Wave Height in Shallow Water**. CHAPTER 18. COASTAL ENGINEERING, 1996.

KAMPHUIS, J. W. **Incipient wave breaking. Coastal Engineering**, v. 15, n. 3, p. 185-203, 1991.

MAACK, R. **Espessura e sequencia dos sedimentos quaternários no litoral do estado do Paraná**. Universidade Federal do Paraná - Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, Curitiba, v. 4, 1949.

MAACK, R. **Geografia física – Paraná**: descrições e viagens. Curitiba: Universidade Federal do Paraná - Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968. 350 p.

MARONE E.; JAMIYANAA D. **Tidal characteristics and a variable boundary numerical model for the M2 tide for the estuarine complex of the Bay of Paranaguá**, PR, Brazil. Nerítica, Curitiba, 11(1-2):95-107, 1997.

MINÉRIOS EIRELI. **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)**: Ampliação da Mineração de Areia - Mina Velha. Guaratuba: Minérios EIRELI, 2024. Disponível em: http://portal.guaratuba.pr.gov.br/meioambiente/Documentos/RIMA-Mina-Velha-Minerios.pdf. Acesso em: dez. 2024.

MUEHE, D. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2006. **Erosão e progradação no litoral brasileiro** / Dieter Muehe, organizador. – Brasília: MMA, 2006. 476 p.

MUNK, W. H. **Surf beats**. EOS, Transactions American Geophysical Union, v. 30, n. 6, p. 849-854, 1949.

NBR 7229-ABNT. SET 1993. **Comitê Brasileiro de Construção Civil**. Procedimento Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.

PARANÁ. Departamento de Estradas de Rodagem. **Manual de Instruções Ambientais**. Curitiba, 2024. 180 p.

PDS-LITORAL. **Plano de Desenvolvimento Sustentável do Litoral do Paraná**: Volume 3 – Aspectos Ambientais. Curitiba: Governo do Paraná, 2019.

RAKHA, K.A. **A numerical and physical study of beach evolution near a seawall**. Thesis - Queen's University, 1995. Relatório Mensal de Andamento 03.

SIAGAS. ANM. SGB, sigmine. Acesso em:12 de ago. 2024.

SIELSKI, L. H.; ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C.; ALVIM, F. **Surficial sediments of the Paraná inner continental shelf, southern Brazil**. Quaternary and Environmental Geosciences, v. 8, n. 2, p. 22-35, 2017.

SIMCOSTA. **Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira**. Disponível em: https://simcosta.furg.br/home. Acesso em: 6 nov. 2024.

SOARES, C. R. 1990. **Natureza dos sedimentos da superfície de fundo das baías das Laranjeiras e de Guaraqueçaba**: complexo estuarino da Baía de

Paranaguá, PR, Brasil. 137 f. Dissertação (Mestrado) - IGCE UBNESP, Rio Claro, 1990.

SOARES, C. R.; PARANHOS FILHO, A. C.; SOUZA, M. D.; BRANCO, J. C.; FABIANOVICZ, R.; PRAZERES FILHO, H. D.; KOGUT, J. S. **Variações da linha de costa no Balneário Pontal do Sul no período 1953-1993**: um balanço sedimentar. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, v. 42, p. 161-171, 1994.

USACE. **Design of coastal revetments, seawalls, and bulkheads**. Imprint: Washington, D.C. : Dept. of the Army, Corps of Engineers, 1995.

USACE. **Shore protection manual (SPM)**. 4th ed. Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center. Available from Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402, 1986. (v. 1)

USACE. Shore Protection Manual. **Prepared for Department of the Army**, US Army Corps of Engineers, Washington, v. 2, DC 20314, 1984.

VEIGA F. A.; ANGULO R. J.; MARONE E.; BRANDINI F. P.; CARRILHO J. C. Medidas de velocidades de correntes na plataforma continental interna paranaense utilizando perfilador de corrente acústico – Doppler – ADCP. Submetido à XV Semana Nacional da Oceanografia – RJ, 2002.

WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **The journal of geology**, v. 30, n. 5, p. 377-392, 1922.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D.. **Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia**. In: Komar P. D. ed. Handbook of coastal processes and erosion. Boca Raton, CRC Press, p. 35-64, 1983.

MEIO BIÓTICO – FLORA

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP(APG). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 6 fev. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 dez. 2014. Disponível em: http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/12/2014&jornal=1&pagina=110&totalArquivos=144. Acesso em: 31 jan. 2025.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 417, de 23 de outubro 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:https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/legislacao-federal/resolucoes-federal/#:~:text=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Conama%20n%C2%B0%20417,Atl%C3%A2ntica%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias. Acesso em: 31 jan. 2025

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Portaria IAP nº 59 de 15 de abril de 2015.** Reconhece Lista de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná. Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=284434#:~:text=Reconhece%20como%20esp%C3%A9cies%20ex%C3%B3ticas%20invasoras,(Invertebrados)%20da%20presente%20Portaria. Acesso em: 31 jan. 2025

KOLLMANN, J.; FREDERIKSEN, L.; VESTERGAARD, P.; BRUUN, H. H. Limiting factors forseedling emergence and establishment of the invasive non-native Rosa rugosa in a coasta dune system. **Biological Invasions,** v. 9, p. 31-42, 2007.

PTERIDOPHYTE PHYLOGENY GROUP (PPG). Disponível em: https://about.worldfloraonline.org/tens/pteridophyte-phylogeny-group. Acesso em: 6 fev. 2025.

REFLORA - Flora e Funga do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro.** Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso em: 18 nov. 2024.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Ambiente,** v. 24, n. 1, p. 75–92, 2002.

SOUZA, P. Z. **Dinâmica espaço-temporal de Dalbergia ecastaphyllum (L.) Taub. em restinga no sul do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. 118 p. 2010.

MEIO BIÓTICO – FAUNA

ABREU, E.; CASALI, D.; COSTA-ARAÚJO, R.; GARBINO, G.; LIBARDI, G.; LORETTO, D.; LOSS, A.; MARMONTEL, M.; MORAS, L.; NASCIMENTO, M.. **Lista de Mamíferos do Brasil (2023-1).** Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz), 2023. Disponível em: https://doi.org/10.5281/zenodo.7469767. Acesso em: 21 jan. 2025.

ACEVEDO-GUTIÉRREZ, A.; PARKER, N. Surface behavior of bottlenose dolphins is related to spatial arrangement of prey. **Marine Mammal Science,** v. 16, p. 287-298, 2000.

ACQUAPLAN. **Programa de monitoramento das comunidades aquática**. 2024.

ACQUAPLAN. Programa de monitoramento de tetrápodes oceânico (PMT). **Relatório técnico 008**. 2024.

AGOSTINHO, A. A.; & JÚLIO JR, H. F. Peixes da bacia do alto rio Paraná: composição, explotação e conservação. *In:* Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Universidade Estadual de Maringá, 1999. p. 374-400.

ALLABY, M. **The Concise Oxford dictionary of Zoology.** Oxford: Oxford University Press. p. 442, 1992.

ALMEIDA, A. P.; THOMÉ, J. C.; SANTOS, A. J. B.; MARCOVALDI, M. A. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha Chelonia mydas (Linnaeus, 1758) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira,** n. 1, p. 12-19, 2011.

ALMEIDA, B. J. M. D. **As aves limícolas migratórias nas praias de Aracaju**: avaliação da influência antrópica e contribuição para ações de desenvolvimento costeiro. 2010.

ALVES, A. C.; RIBEIRO, L. F.; HADDAD, C. F.; DOS REIS, S. F. Two new species of Brachycephalus (Anura: Brachycephalidae) from the Atlantic forest in Paraná state, southern Brazil. **Herpetologica**, v. 62, p. 221-233, 2006.

AMARAL, A. A. **Fundamentos de agroecologia.** Curitiba: Livro Técnico, 2011. 160 p.

AMARAL, A. C. Z. Breve caracterização dos gêneros da família Capitellidae Grube (Annelida, Polychaeta) e descrição de Nonatus longilineus gen. sp. nov. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 29, p. 99-106, 1980.

AMARAL, A. C. Z.; MIGOTTO, A. E. Importância dos anelídeos poliquetas na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. **Boletim do Instituto Oceanográfico,** São Paulo, v. 29, n. 2, p. 213-219, 1980. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0373-55241980000200006. Acesso em: 10 jan. 2025.

AMARAL, A. C. Z.; NONATO, E. F.; PETTI, M. A. V. Contribution of the polychaetous annelids to the diet of some brazilian fishes. **Memoires du Museum Nationale D'Histoire Naturelle – Serie A Zoologia**, Paris, v. 162, p. 331-333. 1994.

ANDERSEN, F. O.; KRISTENSEN, E. The importance of benthic macrofauna in decomposition of microalgae in a coastal marine sediment. Limnology and Oceanography, v. 37, n. 7, p. 1392-1403, 1992.

ANDREATA, J. V.; MEURER, B. C.; BAPTISTA, M. G.; MANZANO, F. V.; TEIXEIRA, D. E.; LONGO, M. M.; FRERET, N. V. Composição da assembléia de peixes da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 1139-1146, 2002.

ANDREATA, J. V.; SAAD, A. M.; BARBIÉRI, L. R. R. Associação e distribuição das espécies de peixes na laguna de Marapendi, Rio de Janeiro, no período de março de

1985 a fevereiro de 1987. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro,** v. 84, supl. 4, p. 45-51, 1989. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0074-02761989000800013. Acesso em: 10 jan. 2025.

ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C. D.; LESSA, G. C. The Holocene barrier systems of Paranaguá and northern Santa Catarina coasts, southern Brazil. In: Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil. **Lecture Notes in Earth Sciences**, v. 107, Berlin, Heidelberg, Springer, 2009. p. 135-176. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-44771-9_5.

ARAÚJO, A. M.; MELO, M. C. V. Um plano de amostragem de qualidade d'água em estuários: caso do Recife. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 4, p. 111-120, out. 2000.

ARAÚJO, F. G. Distribuição, abundância relativa e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 5, n. 4, p. 509-543, 1988. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0101-81751988000400002. Acesso em: 10 jan. 2025.

ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G. da.; AZEVÊDO, M. C. C. de.; SANTOS, A. C. de A. Estrutura da comunidade de carcinofauna demersais da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, 58: 417-430, 1998.

ARAÚJO, F. G.; FICHBERG, I.; PINTO, B. C. T.; PEIXOTO, M. G. Variações eaciais na assembléia de carcinofauna no Rio Paraíba do Sul (Barra Mansa, Barra do Piraí), RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, n. 18, p. 483-492, 2001.

ARAÚJO, H.; MONTÚ, M. Novo registro de Temora turbinata (Dana, 1949) (Copepoda, Crustácea) para águas atlânticas. **Nauplius,** v. 1, p. 89-90, 1993.

ARMSTRONG, C. G.; CONTE, C. E. Taxocenose de anuros (Amphibia: Anura) em uma área de Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 1, p. 103-112, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000100003. Acesso em: 10 jan. 2025.

ASTÚA, D. Morphometrics of the largest New World marsupials, opossums of the genus Didelphis (Didelphimorphia, Didelphidae). **Oecologia Australis,** v. 19, n. 1, p. 117-142, 2015.

BARBOSA, F. A. R.; LIMA, A. F.; SILVA, E. C. Contaminação por metais pesados em corpos d'água: um estudo de caso no Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v. 20, n. 2, p. 123-130, 2016.

BARBOSA, F. A. R.; MARTINS, R. P. 2002. (Org.) **Site 4**: Mata Atlântica e Sistema Lacustre do médio Rio Doce. Projeto: Dinâmica biológica e a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica do médio Rio Doce, MG. Belo Horizonte: CNPq, 135 p.

BARLETTA, M.; CORRÊA, M.F.M. **Guia para identificação de peixes da costa do Brasil**. Curitiba: UFPR, 1992. 131 p.

BECA, Gabrielle; VANCINE, Maurício H.; CARVALHO, Carolina S.; PEDROSA, Felipe; ALVES, Rafael Souza C.; BUSCARIOL, Daiane; PERES, Carlos A.; RIBEIRO, Milton C.; GALETTI, Mauro. High mammal species turnover in forest patches immersed in biofuel plantations. **Biological Conservation,** v. 210, p. 352-359, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.02.033. Acesso em: 10 jan. 2025.

BERNARD, E.; PAESE, A.; MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S. Blown in the wind: bats and wind farms in Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 12, p. 106-111, 2014.

BERNARDI, R. E.; MELO, F. P. L. de. Ecological restoration to mitigate the impacts of landscape fragmentation on biodiversity. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 75, n. 1, p. 187-194, 2015.

BERSANO, J.G.F.; BOXSHALL, G.A. Planktonic copepods of the genus Oncaea Philippi (Poecilostomatoida: Oncaeidae) from the waters off southern Brazil. **Nauplius**, v. 2, p. 29-41, 1994.

BERTINI, N.; FADEL, J. C.; MONTALVÃO, M. Análise da variabilidade do boro em águas superficiais: influências naturais e antrópicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, n. 3, p. 768-782, 2021.

BEZAMAT, C.; SIMÕES-LOPES, P. C.; CASTILHO, P. V.; DAURA-JORGE, F. G. The influence of cooperative foraging with fishermen on the dynamics of a bottlenose dolphin population. **Marine Mammal Science**, v. 35, p. 825-842, 2018.

BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A.; MUSTOE, S. H. **Bird census techniques.** 2. ed. San Diego: Academic Press, 2000. 302 p.

BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. **Amostragem em Limnologia**. Rima, São Carlos, 2004. 346 p.

BJÖRNBERG, T. K. S. Copepoda. Boltovoskoy. Atlas del zooplancton del Atlantico. 1981.

BJORNBERG, T.K.S. **Copepoda**. Atlas del Zooplancton del Atlantico Suboccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino. Mar Del Plata: INIDEP, p. 587-679, 1981.

BLAKE, J. A. Family Spionidae Grube, 1850. In: WETZER, R.; BRUSCA, R.; WILSON, G. D. F. Taxonomic atlas of the Santa Maria Basin and western Santa Barbara Channel: Santa Bárbara: **Santa Barbara Museum of Natural History**, 1996. p. 81-223, 1850.

BLAXTER, J. H. S. **The Early Life History of Fish**: An Overview. Fish Development and Maturity. 1992.

BOLÍVAR, G. A.; LANA, P. C. Spionidae (Annelida, Polychaeta) do litoral do estado do Paraná. **Revista Nerítica,** v. 2, n. 1, p. 107-148. 2022.

BOLTON, B. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Natural History**, v. 29, n. 4, p. 1037-1056, 1995. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00222939500770411. Acesso em: 10 jan. 2025.

BOMFIM, A. C.; FARIAS, D. S. D.; SILVA, F. J. L.; ROSSI, S.; GAVILAN, S. A.; SANTANA, V. G. S.; PONTES, C. S. Monitoramento de longo prazo de ninhos de tartarugas marinhas no nordeste do Brasil. **Biota Neotrop.,** v. 21, n. 3, 2021.

BONECKER, S. L. C. **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira.** Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006.

BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. D.; D'ANDREA, P. S. **Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos**. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa – OPAS/OMS, 2008. (Série de Manuais Técnicos; 11).

BORDINO, P.; THOMPSON, G.; IÑIGUEZ, M. Ecology and behaviour of the franciscana dolphin Pontoporia blainvillei in Bahía Anegada, Argentina. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 1, n. 2, p. 213-222, 1999.

BORGMEIER, Thomas. A catalogue of the Phoridae of the World (Diptera: Phoridae). **Studia Entomologica**, Peterópolis, v. 11, p. 1-367, 1968.

BORNSCHEIN, M. R.; REINERT, B. L. **Aspectos da fauna e flora da área de interesse do projeto de desaquecimento global na APA de Guaratuba, PR**. Curitiba, 2000. 50 p.

BORROR, D. J. AND D. M. DELONG. 2011. **Introdução ao Estudo dos Insetos.** São Paulo: Edgard Blücher, 2011. 653 p.

BOYD, P. W.; GALL, M. P.; SILVER, M. W.; COALE, S. L.; BIDIGARE, R. R.; BISHOP, J. L. K. Quantifying the surface-subsurface biogeochemical coupling during the VERTIGO ALOHA and K2 studies. Deep-Sea Research Part II: **Topical Studies in Oceanography,** v. 55, p. 1578–1593, 2008.

BRABY, MF; NE PIERCE; R. VILA. Filogenia e biogeografia histórica da subtribo Aporiina (Lepidoptera: Pieridae): implicações para a origem das borboletas australianas. **Biol. J. Linn. Soc.** v. 90, p. 413–440, 2007.

BRADFORD-GRIEVE, J. M.; MARKHASEVA, E. L.; ROCHA, C. E. F.; ABIAHY, B. **Copepoda em:** Boltovskoy, D. South Atlantic Zooplankton. Leiden: Backhuys Publishers. p. 869-1098, 1999.

BRANCO, J. O. Biologia e pesca do camarão sete-barbas Xiphopenaeus kroyeri (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 2, p. 1050-1062, 2005.

BRANDÃO, Marcus Vinicius Lisbôa. **Prevenção e combate à poluição do mar por óleo.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

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

BRANDINI, N. **Biogeoquímica da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil**: Origem, metabolismo, balanço de massa e destino da matéria biogênica. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). **Portaria nº 148, de 7 de dezembro de 2022**. Dispõe sobre a gestão e conservação de aves silvestres no Brasil. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/aves-silvestres/arquivos/portaria-148-2022.pdf. Acesso em: 31 jan. 2025.

BROWN JR., K. S. & FREITAS, A. V. L. Lepidoptera. *In*: Brandão, C. R. F. & Cancello, E. M. (org.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil**: síntese do conhecimento ao final do século XX, 5: invertebrados terrestres. São Paulo: FAPESP, 1991. p. 227-243

BROWN, K. S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: Diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In: MORELLATO, L. P. C (ed.). **História natural da Serra do Japi. Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil.** Campinas: Editora da Unicamp:/Fapesp, 1992.

BROWN, K.S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável dos recursos naturais. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Ed.). **Indicadores ambientais Sorocaba**: PUC / Shell Brasil, 1997. p.143-151.

BRUNEL, E.; CANCELA DA FONSECA, J. P. Concept de la diversité dans les écosystèmes complexes (table ronde). **Bulletin d'Ecologie,** v. 10, 1979.

BRUNGS, W. A. Effects of residual chlorine on aquatic life. **Journal (Water Pollution Control Federation)**, v. 45, n. 10, p. 2180-2193, 1973.

BÜCHS, Wolfgang. Biodiversity and agri-environmental indicators—general scopes and skills with special reference to the habitat level. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 98, n. 1-3, p. 35-78, 2003.

BUCKLAND, S.T.; ANDERSON, D.R.; BURNHAM, K.P.; LAAKE, J.L. Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Londres: Chapman and Hall, 1993. 446p.

BURGER, J. Colony stability in least terns. **Condor**, p. 61-67, 1984.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R.; LAAKE, J. L. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. **Wildlife Monographs, n.** 72, p. 202, 1980.

CÁCERES, N. C. Diet of three didelphid marsupials (Mammalia, Didelphimorphia) in southern Brazil. **Mammalian Biology,** v. 69, p. 430-433, 2004.

CÁCERES, N. C.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. The common opossum, Didelphis aurita, as a seed disperser of several plants in southern Brazil. **Ciência e Cultura**, v. 52, p. 41-44, 2000.

CAMPBELL, H. W., AND S. P. CHRISTMAN. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In N. J. Scott, Jr. (ed.), Herpetological Communities, pp. 193-200. U.S. Fish Wildl. **Serv., Wildl. Res**. Rep. 13, 1982.

CAÑADAS, A.; SAGARMINAGA, R.; GARCÍA-TISCAR, S. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. **Deep-Sea Research I**, v. 49, p. 2053-2073, 2002.

CARDOSO, R. S. Population biology of the mole crab Emerita brasiliensis (Decapoda: Hippidae) at Fora Beach, Brazil. **Journal of Crustacean Biology,** v. 19, n. 1, p. 147-153, 1999.

CARDOSO, R. S.; VELOSO, V. G.; CAETANO, C. H. S. Life history of Emerita brasiliensis (Decapoda: Hippidae) on two beaches with different morphodynamic characteristics. **Journal of Coastal Research**, v. 35 p. 392-401. 2003.

CARTAGENA, B. F. C. **Estrutura e distribuição espaço-temporal da assembléia de peixes na Região do Saco dos Limões, Baía Sul-Florianópolis/SC.** 2008.

CARVALHO JR, OSWALDO. & NETO C. LUZ 2008. Pegadas, Séries de Boas Práticas, - pegadas.pdf (ipam.org.br).

CASARI, S. A.; IDE, S. Coleoptera. In: RAFAEL, José Albertino *et al*. **Insetos do Brasil:** diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, 2012. p. 453-535.

CASATTI, L.; MENEZES, N. A. Sciaenidae. In: BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. (eds.). **Catálogo dos Peixes Marinhos e de Água Doce do Brasil**. 2. ed. Disponível em: http://www.mnrj.ufrj.br/catalogo/. Última atualização: 19 mar. 2003. Acesso em: 10 jan. 2025.

CASTAÑO-URIBE, C. Algunos contextos culturales de la jaguaridad en el Caribe colombiano. In: CASTAÑO-URIBE, C.; GONZÁLEZ-MAYA, J. F.; ANGE-JARAMILLO, C.; ZÁRRATE-CHARRY, D.; VELA-VARGAS, I. M. (eds.). **Plan de conservación de Felinos del Caribe colombiano: los felinos y su papel en la planificación regional integral basada en especies clave.** Santa Marta, Colômbia: Fundación Herencia Ambiental Caribe, ProCAT Colombia, The Sierra to Sea Institute, 2013. p. 93-116.

CASTRO, C. S. S. Tamanho da área de vida e padrão de uso do espaço em grupos de sagüis, Callithrix jacchus (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae). **Revista Brasileira de Zoologia,** v. 20, n. 1, p. 91-96, 2003.

CASTRO, R.M.C.; MENEZES, N.A. Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do Estado de São Paulo. In: CASTRO, R. M. C.**Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil:** Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX, Vertebrados (R.M.C. Castro, ed.). WinnerGraph: São Paulo, p .1-13. 1999.

CAVALCANTE, A. B. L. **Qualidade da água no estuário do Rio Pacoti sob influência da carcinicultura**. 2018.

CERVIGÓN, F. **Los Peces Marinos de Venezuela.** 2. ed. Caracas: Fundación Científica Los Roques, 1996. 255 p. (v. 2).

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Níquel:** Identificação da Substância. 2017, 25 p.

CHAO, Labbish Ning. **A basis for classifying Western Atlantic Sciaenidae (Teleostei: Perciformes).** Washington, D.C.: Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, 1978. (v. 415).

CHAO, N. L. Taxonomy of the seatrout, genus Cynoscion (Pisces, Sciaenidae), with artificial keys to the species. In: BORTONE, S. A. (Ed.). **Biology of the spotted seatrout.** Boca Raton: CRC, 2002. p. 5-15.

CHIARELLO, A. G. 2000. Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic forest. **Conservation Biology,** v. 14, n. 6, 1649–1657, 2002. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2000.99071.x

CHIARELLO, Adriano G. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. **Biological Conservation,** v. 89, n. 1, p. 71-82, 1999.

CHOWDHURY, V. S.; HAN, G.; ELHUSSINY, M. Z.; OUCHI, Y.; TRAN, P. V.; NISHIMURA, H.; HARAGUCHI, S.; COCKREM, J.; BUNGO, T.; FURUSE, M. Oral administration of L-citrulline changes brain free amino acid and monoamine metabolism in heat-exposed broiler chickens. **Frontiers in Animal Science,** v. 3, p. 875572, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fanim.2022.875572.

CHUNG, A.Y.C, EGGLETON, P. SPEIGHT, M.R; HAMMOND, P.M; CHEY, V.K. The diversity of beetle assemblages in different habitat types in Sabah, Malaysia. **Bulletin of Entomological Research**, v. 90, p.475-496, 2000.

CLARKE, K. R.; GREEN, R. H. Statistical design and analysis for a ‘biological effects’ study. **Mar. Ecol. Prog. Ser**., v. 46, p. 213–226. 1988.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in Marine Communities**: an approach to statistical analysis and interpretation. 2. ed. Plymouth Marine Laboratory: PRIMER-E, 2001. 176 p.

CMS CIENTÍFICA. **Carbono orgânico total na proteção ambiental.** 2023. Disponível em: https://cmscientifica.com.br/carbono-organico-total-na-protecao-ambiental/. Acesso em: 15 jan. 2025.

COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J. A. Estimatingterrestrial biodiversity through extrapolation. **Phil. Trans.Royal Soc. London (Ser. B),** n. 345, p. 101-118, 1994.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 8.0. 2006.

COLWELL, R. K. **EstimateS:** statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. University of Connecticut, EUA, 2005. Disponível em: http://purl.oclc.org/estimates. Acesso em: 13 jan. 2025.

CONAMA, Conselho Municipal do Meio Ambiente. **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005, 36 p.

CONSTANTINO R, SCHLEMMERMEYER T., 2000. Cupins (Insecta: Isoptera). In: ALHO, C. J. R. (ed). **Fauna silvestre da região do rio Manso - MT.** Brasília: IBAMA:ELETRONORTE, 2000. p. 129-151.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecossistemas marinhos:** recifes, praias e manguezais. Maceió: edUFAL, 2005. 55 p.

CORTE, G. N.; AMARAL, A. C. Z. Benthic invertebrate macrofauna. In: AMARAL, A. C. Z.; CHECON, H. H.; CORTE, G. N. Brazilian sandy beaches. **Springer Cham**, 2023, p. 91-126.

CREMER, M. J. **Ecologia e conservação de populações simpátricas de pequenos cetáceos em ambiente estuarino no sul do Brasil**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

CREMER, M. J.; HARDT, F. A. S.; TONELLO JÚNIOR, A. J. Evidence of epimeletic behavior involving a Pontoporia blainvillei calf (Cetacea, Pontoporridae). **Biotemas**, v. 19, p. 83-86, 2006.

CREMER, M. J.; HOLZ, A. C.; SARTORI, C. M.; SCHULZE, B.; PAITACH, R. L.; SIMÕES-LOPES, P. C. Behavior and ecology of endangered species living together: Long-term monitoring of resident sympatric dolphin populations. In: **Advances in marine vertebrate research in Latin America: Technological innovation and conservation**. 2018. p. 477-508,

CREMER, M. J.; SIMÕES-LOPES, P. C. 2005. The occurrence of Pontoporia blainvillei (Gervais & d'Orbigny) (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine area in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 717-723.

CUSHING, D. H. **Marine Ecology and Fisheries.** Cambridge University Press, 1975.

DAGET, J. Les modèles mathématiques en écologie. Masson, Paris, 1976. 172 p.

DAJOZ, R. **Ecologia geral.** São Paulo, Vozes. 1973. 472 p.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. 7. ed. São Paulo: Editora Vozes: Petrópolis; Universidade De São Paulo, 2005. 472 p.

DALES, R. Phillips. Survival of anaerobic periods by two intertidal polychaetes, Arenicola marina (L.) and Owenia fusiformis Delle Chiaje. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 37, n. 2, p. 521-529, 1958.

DEAN, H. K. The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. **Revista de Biología Tropical,** v. 56, n. 4, p. 11-38, 2008.

DEAN, R. G. Heuristic models of sand transport in the surf zone. *In:* **First Australian Conference on Coastal Engineering**: Engineering Dynamics of the Coastal Zone, 1973. Sydney, NSW: Institution of Engineers, Australia, 1973. p. 215-221.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

DÉVAI, György. Ecological background and importance of the change of chironomid fauna (Diptera: Chironomidae) in shallow Lake Balaton. *In*: **Trophic Relationships in Inland Waters**: Proceedings of an International Symposium held in Tihany (Hungary), 1–4 September 1987.
Dordrecht: Springer Netherlands, 1990. p. 123-132.

DEVRIES, P. J. **As borboletas da Costa Rica e sua história natural.** Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press, Princeton, 1987, 349 p.

DIAS NETO, J.; DORNELLES, L.D.C. Diagnóstico da pesca marítima do Brasil. **IBAMA, Série Estudos Pesca**, Brasília, n. 20, p. 1-163, 1996.

DRUMMOND, G.M.; MARTINS, C.S.; MACHADO, A.B.M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y. **Biodiversidade em Minas Gerais**: um Atlas para sua conservação. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005.

DUARTE, D. L. V. **Avaliação da eficiência de dispositivos redutores de fauna acompanhante em redes de arrasto de camarões no sul do Brasil**. 2018. 119 p. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande. Disponível em: https://ppgocbio.furg.br/dissertacoes-e-teses/71-publicacoes-de-2018/562-11925tese-derien-lucie-vernetti-duarte. Acesso em: 29 jan. 2025.

DUARTE, M., MARCONATO, G., SPECHT, A., CASAGRANDE. LEPIDOPTERA. IN: M. M., Rafael, J. A., Melo, G. A. R., carvalho , C. J. B; Casari, S. A; & Constantino, R. (Ed.) Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 625-682, 2012.

DUTKIEWICZ, S.; HICKMAN, A. E.; JAHN, O.; HENSON, S.; BEAULIEU, C.; MONIER, E. Ocean colour signature of climate change. Nature Communications, v. 10, n. 1, p. 578, 2019. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41467-019-08540-1. Acesso em: 14 jan. 2025.

EDWARDS, H. H.; SCHNELL, G. D. Status and ecology of Sotalia fluviatilis in the Cayos Miskito Reserve, Nicaragua. **Marine Mammal Science**, v. 17, p. 445-472, 2001.

EGRES, A. G.; MARTINS, C. C.; DE OLIVEIRA, V. M.; DA CUNHA LANA, P. Effects of an experimental in situ diesel oil spill on the benthic community of unvegetated tidal flats in a subtropical estuary (Paranaguá Bay, Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 12, p. 2681-2691, 2012.

ELIAS, S.P.; FRASER, J.D. & BUCKLEY, P.A. Piping plover brood foraging ecology on New York barrier islands. **Journal of Wildlife Management,** v. 64, p. 346–354, 2000.

ERM/SUL/VEGA. **Estudo de impacto ambiental.** EIA EMISSÁRIO VEGA DO SUL. 2003.

ESPER, M. D. L.; DE MENEZES, M. S.; ESPER, W. Escala de desenvolvimento gonadal e tamanho de primeira maturação de fêmeas de Mugil platanus Günther, 1880 da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 29, n. 1, p. 2, 2000.

FACCIN, D. **Processo de decomposição e colonização por invertebrados aquáticos de detritos foliares em um riacho subtropical de Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

FAHAY, Michael P. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the southern Scotian Shelf. **Journal of Northwest Atlantic Fishery Science,** v. 4, 1983.

FARIA, M. B.; LANES, R. O.; BONVICINO, C. R. **Guia dos marsupiais do Brasil.** São Caetano do Sul: Amélie Editora, 2019. Sociedade Brasileira de Mastozoologia.

FELIX, A.; HORN FILHO, N. O. 2020. **Apostila sedimentologia.** Florianópolis: Edições do Bosque, 2020. 177 p.

FELIX, A.; HORN FILHO, N. O. Propriedade dos sedimentos. **Apostila Sedimentologia**, v. 1, p. 29-39, 2020.

FÉLIX, F. A case of epimeletic behaviour in a wild bottlenose dolphin Tursiops truncatus in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. **Investigations on Cetacea**, v. 25, p. 227-234, 1994.

FIGUEIREDO, J. L. **Estudo das distribuições endêmicas de peixes da Província Zoogeográfica Marinha Argentina.** 1978. Dissertação (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981. 121 p.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil.** São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980. 90 p.

FINKEL, Z. V.; ALLEN, A. E.; BARRETT, S.; BROWNLEE, C.; BRZEZINSKI, M. A. **Marine plankton:** a practical guide to ecology, methodology, and taxonomy. Oxford: Oxford University Press, 2020.

FINNAMORE, A. T. The advantages of using arthropods in ecosystem management: A brief from the Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods). Pp. 1-11 in **Biological Survey Canada**, p. 1-11, 1996.

FIORUCCI, A.; BENEDETTI FILHO, S. **Influência da temperatura na solubilidade do oxigênio dissolvido.** 2015.

FISCHER, W.; KRUPP, F.; SCHNEIDER, W.; SOMMER, C.; CARPENTER, K. E. 1990. Guia de campo das espécies comerciais de peixes do Oceano Índico Ocidental. FAO.

FLEIG, E. D. **Formigas:** organização social e ecologia comportamental. São Leupoudo: Unisinos, 1995.

FLORES, P. A. C.; BAZZALO, M. Home ranges and movement patterns of the marine tucuxi dolphin, Sotalia fluviatilis, in Baía Norte, Southern Brazil. Latin American Journal of Aquatic Mammals, v. 3, n. 1, p. 37-52, 2004.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Research**, v. 27, n. 1, p. 3-26, 1957.

FONSECA, G. F.; BROADHURST, M. K.; NUNES, T. Y.; DI DOMENICO, M.; CANTOR, M.; DOMIT, C. Spatio-temporal variability among loggerhead turtle, Caretta caretta, strandings off southern Brazil. **ICES Journal of Marine Science**, v. 0, n. 0, p. 1-12, 2024.

FONSECA, N. G.; KUMAGAI, A. F. & MIELKE O. H. H. Lepidópteros visitantes florais de Stachytarpheta cayennensis (Rich.) Vahl (Verbenaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia,** v. 50, n. 3, p. 399-405, 2006.

FRANCESCHINI, G. *et al*. A review of the chemical composition and biological activities of marine benthic algae from the Mediterranean Sea. **Marine drugs**, v. 8, n. 9, p. 2654-2676, 2010.

FRANCO, A. M. A. Mugilidae (Perciformes: Mugiloidei): aspectos da sua biologia e pesca no Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 1, n. 1, p. 173-180, 1992.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W.N.; FONG, J. D.. **Species by family/subfamily**. 2024. Disponível em:http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp. Acesso em: 14 jan. 2025.

FROESE, R.; PAULY, D. **FishBase.** 2023. Disponível em:www.fishbase.org. Acesso em: 05 jan. 2025.

FROST, D. R. **Amphibian Species of the World**: an Online Reference. Version 6.0. 2021. Disponível em:http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/. Acesso em: 05 jan. 2025.

FRUET, P.; DAURA-JORGE, F. G.; MOLLER, L. M.; GENOVES, R. C.; SECCHI, E. R. Abundance and demography of bottlenose dolphins inhabiting a subtropical estuary in the Southwestern Atlantic Ocean. **Journal of Mammalogy**, v. 96, p. 332-343, 2015.

GALETI, M.; BROCARDO, C. R.; BEGOTTI, R. A.; HORTENCI, L.; ROCHA-MENDES, F.; BERNARDO, C. S. S.; BUENO, R. S.; NOBRE, R.; BOVENDORP, R. S.; MARQUES, R. M.; MEIRELLES, F.; GOBBO, S. K.; BECA, G.; SCHMAEDECKE, G.; SIQUEIRA, T. Defaunation and biomass collapse of mammals in the largest Atlantic forest remnant. **Animal Conservation,** v. 20, n. 3, p. 270-281, 2017. DOI: 10.1111/acv.12311.

GALETTI, M. DIRZO, R. Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world. **Biological Conservation,** v. 163, p. 1–6, jul. 2013.

GAREY, M. V.; HARTMANN, M. T. Anurans of Reserva Natural Salto Morato, municipality of Guaraqueçaba, State of Paraná, southern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, p. 137–145, 2012.

GARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. **Revta bras. Biol.,** Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 747-759, 1988.

GASCON, C.; LAURENCE, W. F.; LOVEJOY, T. E. Fragmentação florestal e biodiversidade na Amazônia central. In: GARAY, I.; DIAS, B. **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. Petrópolis: Editora Vozes, p. 112-127, 2001.

GEISE, L. O comportamento dos golfinhos. **Ciência Hoje**, v. 77, p. 27-33, 1991.

GENTIL, F.; DAUVIN, J. C.; MÉNARD, F. Reproductive biology of the polychaete Owenia fusiformis Delle Chiaje in the Bay of Seine (eastern English Channel). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 142, n. 1-2, p. 13-23, 1990.

GENTIL, F.; DAUVIN, J.C.; MENARD, F. Reproductive biology of the polychaete Owenia fusiformis Delle Chiaje in the Bay of Seine (eastern English Channel). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 142, p. 13-23, 1990.

GENTILE, R.; FERNANDEZ, F.A.S. Influence of habitat structure on a streamside small mammal community in a Brazilian rural area. **Mammalia**, v. 63, n. 1, p. 29-40, 1999.

GIBB, H., AND D. F. HOCHULI. Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. **Biological Conservation**, v. 106, p. 91-100, 2002.

GIBBS, P. E.; BURT, G. R.; PASCOE, P. L.; LLEWELLYN, C. A.; RYAN, K. P. Zinc, copper and chlorophyll-derivates in the polychaete Owenia fusiformis. **Journal of the Marine Biological,** Association of the United Kingdom, v. 80, p. 235-248, 2000.

GOBBI, E.F. 1997. **Gerenciamento costeiro**: análise de casos do litoral do Paraná sob a perspectiva da engenharia costeira. Tese (Dourado) - COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

GOBBI, E. F. A erosão nas praias mansa e brava de Caiobá, litoral do estado do Paraná. SBRH – SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 14. **Anais [...]** 2001.

GOMEZ, J. J.; CASSINI, M. H. Environmental predictors of habitat suitability and biogeographical range of Franciscana dolphins (Pontoporia blainvillei). **Global Ecology and Conservation**, v. 3, p. 90-99, 2015.

GONÇALVES, R.; SILVA, T.; ALMEIDA, J. Impactos ambientais da contaminação por metais pesados em ecossistemas aquáticos. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 74, n. 2, p. 123-135, 2019.

GOTELLI, N. J.; ENTSMINGER, G. L. Swap and fill algorithms in null model analysis: rethinking the knight's tour. **Oecologia,** v. 129, p. 281-291, 2001.

GRAIPEL, M. E.; CHIARELLO, A. G.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MELO, F. R. Mamíferos da Mata Atlântica. *In:* REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; SANTOS, G. A. S.; REIS, H. L. (Org.). **Mamíferos do Brasil:** guia de identificação. 2. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2011. p. 83-128. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323855307_MAMIFEROS_DA_MATA_ATLANTICA. Acesso em: 29 jan. 2025.

GRELLI, C. E. V. Forest structure and vertical stratification of small mammals in a secondary Atlantic forest, southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment,** v. 38, n. 2, p. 81-85, 2003.

GRIFFITHS, H.; ASHTON, L.; WALKER, A.; HASAN, F.; EVANS, T.; EGGLETON, P.; PARR, C. Ants are the major agents of resource removal from tropical rainforests.

Journal of Animal Ecology, v. 87, n. 1, p. 293-300, 2017. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2656.12728.

GRIPPO, M.A.; COOPER, S., & MASSEY, A.G., 2007. Effect of beach replenishment projects on waterbird and shorebird communities. **Journal of Coastal Research,** 23(5), 1088–1096. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208. doi:10.2112/04-0276.1

GROSE, A.; CREMER, M. Aves migratórias no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. **Ornithologia,** v. 8, n.1, p.22-32. 2015.

GUEBERT, F.M., SANTOS, H.F., MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Registro da mortalidade de tartarugas marinhas relacionadas ao derramamento de óleo do Navio Vicunã na Baía de Paranaguá, Paraná. In: **Resumos do II Congresso Brasileiro de Herpetologia**, 2005.

GUEDES, T. B; ENTIAUSPE-NETO, O. M; COSTA, H. C. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. **Herpetologia Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 56–161, 2023.

HADDAD, C.F.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A. **Anfíbios da Mata Atlântica**. Atlantic Forest Amphibians. São Paulo: Neotropica, 2008. 243 p.

HADDAD, C. F. B.; ABE, A. Anfíbios e répteis. In: WORKSHOP FLORESTA ATLÂNTICA E CAMPOS SULINOS. **Anais [...]** 1999. Disponível em:http://www.bdt.org.br/workshop/mata.atlantica/BR/rp_anfib Acesso em: 17 dez. 2024.

HADDAD, N. M.; BRUDVING, L. A.; CLOBERT, J.; DAVIES, K. F.; GONZALEZ, A.; HOLT, R. D.; LOVEJOY, T. E.; SEXTON, J. O.; AUSTIN, M. P.; COLLINS, C. D.; COOK, W. M.; DAMSCHEN, E. I.; EWERS, R. M.; FOSTER, B. L.; JENKINS, C. N.; KING, A. J.; LAURANCE, W. F.; LEVEY, D. J.; MARGULES, C. R.; MELBOURNE, B. A.; NICHOLLS, A. O.; ORROCK, J. L.; SONG, D. S.; TOWNSHEND, J. R. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Sci. Adv**., v. 1, e1500052, 2015.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis**. 5. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998.

HAMMER, Ø.; D. A. T. HARPER E P. D. RYAN. Past: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electrônica,** v. 4, p. 1-9, 2001.

HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. Resource Partitioning. *In:* HANSKI, I & Y. CAMBEFORT (eds.) **Dung Beetle Ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1991. P. 330-349.

HARRISON, P. J.; WATERS, R.J.; KELSEY H.M. The role of phytoplankton in the cycling of metals in aquatic ecosystems. **Marine Ecology Progress Series**, v. 588, p. 1-12, 2018.

HASTIE, G. D.; WILSON, B.; WILSON, L. J.; PARSONS, K. M.; THOMPSON, P. M. Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. **Marine Biology**, v. 144, p. 397–403, 2004.

HAYS, G. C.; RICHARDSON, A. J.; ROBINSON, C. Climate change and marine plankton. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 20, n. 6, p. 337-344, 2005.

HENDRICKX, M. E. Checklist of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from the eastern tropical Pacific. **Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique**, Biologie, v. 65, p. 125-150, 1995.

HOLME, N. A.; McINTYRE, A. D. (Eds.). **Methods for the study of marine benthos**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1984. p. 387.

HOSTIM-SILVA, M.; RODRIGUES, A. M. T.; CLEZAR, L.; RIBEIRO, G. C.;SOUZA, M. A. C. Ictiofauna. *In*: Rodrigues, V.A.B. (Ed.). **Proteção e controle de ecossistemas costeiros**: manguezal da Baía da Babitonga. Brasília: IBAMA, 1998. p. 49−58.

HURLBERT, S.H. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. **Ecology,** v. 52, n. 4, p.577-586, 1971.

IBAMA. **Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. 2003.

ICMBio. **Plano de ação nacional para a conservação das tartarugas marinhas.** Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011. 120 p. (Série Espécies Ameaçadas, 25).

INGRAM, S.; ROGAN, E. Identifying critical areas and habitat preferences of bottlenose dolphins Tursiops truncatus. **Marine Ecology Progress Series,** v. 244, p. 247-255, 2002.

INSTITUTO RÃ-BUGIO. 2021. Disponível em: http://www.ra-bugio.org.br/instituicao.php. Acesso em: 16 nov. 2024.

IUCN 2024. **The IUCN Red List of Threatened Species.** Version 2023-2. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org> ISSN 2307-8235. Acesso em: 19 nov. 2024.

IUCN 2025. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-2. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org> ISSN 2307-8235. Acesso em: 19 nov. 2024.

JAFFE, K.; HORCHLER, P.; VERHAAGH, M.; GOMEZ, C.; SIEVERT, R.; JAFFE, R.; MORAWETZ, W. Comparing the ant fauna in a tropical and a temperate forest canopy. **Ecotropicos,** v. 20: p. 74-78, 2007.

JOUQUET, P.; BLANCHART, E.; CAPOWIEZ, Y. 2014. Utilization of earthworms and termites for the restoration of ecosystem functioning. **Applied Soil Ecology, Pretty**, v. 73, n. 1, p. 34-40.

KANTEK, R. T.; SAUTTER, K. D.; MICHALISZYN, M. S. Impactos ambientais na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba, Paraná, Brasil, sob o ponto de vista de moradores tradicionais. **Sociedade & Natureza,** v. 21, p. 39-56, 2009.

KARCZMARSKI, L.; COCKCROFT, V. G.; MCLACHLAN, A. Habitat use and preferences of Indo-Pacific humpback dolphins Sousa chinensis in Algoa Bay, South Africa. **Marine Mammal Science**, v. 16, n. 1, p. 65-79, 2000.

KENNISH, M. J. Ecology of estuaries. **Biological aspects,** Florida, CRC Press, v. 2, 390 p., 1990.

KENNISH, M. J. Ecology of estuaries. **Biological aspects,** Florida, CRC Press, CRC Press, 1986. v. 2, 1986.

KOLASA, J. Complexity, system integration, and susceptibility to change: biodiversity connection. **Ecological Complexity,** v. 2, n. 4, p. 431-442, 2005.

KOPÁČEK, J.; MAREŠOVA, H.; HEJZLAR, J. The role of aluminum in the environment: impacts on aquatic ecosystems. **Environmental Pollution**, v. 145, n. 3, p. 674-683, 2007.

KRUL, R. Aves marinhas costeiras do Paraná, p. 37-56. *In:* BRANCO, J. O. (Ed.). **Aves marinhas e insulares brasileiras:** biologia e conservação. Itajaí: Editora da Univali, 2004.

KUMAR, V.; SINGH, S.K.; SINGH, A.K. Heavy metals in water bodies: sources and effects on aquatic life and human health. **Environmental Monitoring and Assessment,** v. 192, n. 5, p. 1-15, 2020.

KURTEN, E. L. Cascading effects of contemporaneous defaunation on tropical forest communities. **Biological Conservation**, v. 163, p. 22-32, 2013.

LADINO N., FEITOSA R. M. Ants (Hymenoptera: Formicidae) of the Parque Estadual São Camilo, an isolated Atlantic Forest remnant in western Paraná, Brazil. **Zoologia**, v. 39, e22001, 2022. DOI:https://doi.org/10.1590/S1984-4689.v39.e22001.

LANA, P. C.; CAMARGO, M. G.; BRONGIM, R. A.; ISAAC, V. J. **Os ventos da costa brasileira**: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858–1996). Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 1996. 423 p.

LANGONE, J. A.; SEGALLA, M. V. Una nueva especie de Eleutherodactylus del Estado de Paraná, Brasil. **Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, Montevideo, v. 12, p. 1–8, 1996.

LATTKE, J. E. Subfamilia Ponerinae. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p. 261-276.

LAUNOIS, L.; VESLOT, J.; IRZ, P.; ARGILLIER, C. Selecting fish-based metrics responding to human pressures in French natural lakes and reservoirs: towards the

development of a fish-based index (FBI) for French lakes. **Ecology of Freshwater Fish,** v. 20, n. 1, p. 120-132, 2011.

LEGENDRE, P. & E. GALLAGHER, 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. **Oecologia**, v. 129, p. 271–280, 2001.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology.** 2. ed. [s.l.]: Elsevier Science, 1998. 852 p.

LEIS, J. M.; RENNIS, D. S. **The larvae of Indo-Pacific coral reef fishes**. 1983.

LEIS, M. M.; TRNSKI, T. **The larvae of Indo-Pacific shorefishes**. 1989.

LEIVAS, P. T.; LEIVAS, F. W. T.; CAMPIÃO, K. M. Diet and parasites of the anuran Physalaemus cuvieri Fitzinger, 1826 (Leiuperidae) from an Atlantic Forest fragment. **Herpetol,** v. 11, p. 109-113, 2018.

LEVINTON, Jeffrey S.; WEINER, John H. S. **Marine Biology:** function, biodiversity, ecology. 6. ed. New York: Oxford University Press, 2021. 592 p. ISBN: 978-0-19-005320-8.

LEVISKI, G. L.; QUEIROZ-SANTOS, L.; SIEWERT, R. R.; SALIK, L. M. G.; CASAGRANDE, M. M.; MIELKE, O. H. H. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) in a coastal plain area in the state of Paraná, Brazil. **Trop. Lepid. Res**., v. 26, n. 2, p. 62-67, 2016.

LIBÂNIO, M.; CUNHA LIBÂNIO, P.A.; COSTA, B.M.P. Avaliação da relevância do carbono orgânico total como parâmetro de qualidade de água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 4, p. 41-55, 2000.

LINDROTH, G. **Praia Mansa de Caiobá**: um modelo em recuperação e proteção contra a erosão marítma. EMOPAR, 1982

LINGNAU, R. **A importância da "Área de Proteção Ambiental de Guaratuba" para conservação de algumas espécies de anfíbios anuros no estado do Paraná, Brasil.** The Importance of "Área de Proteção Ambiental de Guaratuba" for Conservation of Some Species of Anuran, 2004.

LIPS, K. R.; REASER, J. K.; YOUNG, B. E.; IBÁÑEZ, R. Amphibian monitoring in Latin America: a protocol manual. Monitoreo de anfibios en América Latina: Manual de protocolos. SSAR **Herpetological Circular**, v. 30, p. 1-116, 2001.

LIRA-TORRES, I.; BRIONES-SALAS, M. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 28, n. 3, p. 566-585, 2012.

LITCHMAN, E.; KLAUSMEIER, C. A.; SCHOFIELD, O. M.; FALKOWSKI, P. G. The role of functional traits and trade-offs in structuring phytoplankton communities: scaling from cellular to ecosystem level. **Ecology letters,** v. 10, n. 12, p. 1170-1181, 2007.

LONGHURST, A. R.; PAULY, D. **Ecologia de oceanos tropicais.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2007. 419 p.

LOPES, J.; KORASAKI V.; CATELLI L. L.; MARÇAL V. V. M., NUNES M. P. B. P.. A comparison of dung beetle assemblage structure (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) between an Atlantic forest fragment and adjacent abandoned pasture in Paraná, Brazil. **Zoologia,** v. 28, n. 1, p. 72–79, 2011.

LOPES, R. M. Bioinvasões aquáticas por organismos zooplanctônicos: uma breve revisão. *In:* SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de lastro e bioinvasão.** Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 113-131.

MACIEIRA, O. J. D.; CHAUD NETO, J.; ZANON, A. M. Oviposition rate and relative viability of descendants from couples of Megaselia scalaris (Diptera: Phoridae) reared in different experimental conditions. **Revista Brasileira de Biologia,** v. 43, p. 223-228, 1983.

MAGIOLI, M.; DE BARROS, K. M. P. M.; CHIARELLO, A. G.; GALETTI, M.; SETZ, E. Z. F.; PAGLIA, A. P.; ...; OVASKAINEN, O. Land-use changes lead to functional loss of terrestrial mammals in a Neotropical rainforest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 19, n. 2, p. 161-170, 2021.

MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. **Biological diversity:** Frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press, Oxford. 2011.

MANHÃES, C. M. C. **Caracterização da fauna edáfica de diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

MANTELATTO, F. L. M.; FRANSOZO, A. Reproductive biology and moulting cycle of the crab Callinectes ornatus (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana,** p. 63-76, 1999.

MANTELATTO, F. L.; DE MEIRELES, A. L. The importance of shell occupation and shell availability in the hermit crab Pagurus brevidactylus (Stimpson, 1859) (Paguridae) population from the southern Atlantic. **Bulletin of Marine Science,** v. 75, n. 1, p. 27-35, 2004.

MARCHIORI, C. H.; SILVA, C. G. Dípteros sinantrópicos associados a restos alimentares e seus parasitóides. **Neotropical Entomology,** Londrina, v. 30, n. 1, p. 187-189, 2001.

MARGALEF, R. Instabilities in ecology. In: CASAS-VÁZQUEZ, J.; LEBON, G. (Eds.). **Stability of thermodynamic systems**. Berlin, Germany: Springer, 1982. p. 295-306.

MARTIN, D.; KOH, B.-S.; BHAUD, M.; DUTRIEUX, E.; GIL, J. The genus Owenia (Annelida: Polychaeta) in the Persian Gulf, with description of Owenia persica sp. n.

Organisms Diversity and Evolution, v. 15, p. 1-21, 2006. DOI: 10.1016/j.ode.2006.01.001. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ode.2006.01.001. Acesso em: 14 jan. 2025.

MARTINS, M. O.; ALMEIDA, T. C. M. Spatial distribution of macrofauna and its relationship with sediment in the aquaculture park cove of Itapocoroy Bay, Santa Catarina, Brazil. **Revista de Biologia Marinha e Oceanografia**, 2014.

MCALLISTER, D. E., HAMILTON, A. L. ; HARVEY, A. B. **Global biodiversity**: status of the Earth's living resources. World Conservation Press. 1997.

MCGEOCH, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews,** v. 73, n. 2, p. 181-201, 1998.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. C. Benthic Macrofauna Communities. In: MCLACHLAN, A.; BROWN, A. C. **Ecol. Sandy Shores,** Elsevier Inc, 2006. cap. 7, p. 125–161.

MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. **The Ecology Sandy Shores**. 3. ed. Academic Press. 2017. 558 p.

MCLACHLAN, A. Sandy beaches ecology – a review. *In*: MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. Sandy Beaches as Ecosystems. **The Hague: Junk Publishers**, p. 321-380, 1983.

MELO, A. S. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, v. 8, p. 21-27, 2008.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro.** São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1996. 604p.

MENEZES, N. A.; FIGUEREDO, A. M. Mugilidae do Brasil (Teleostei: Perciformes). **Informações Técnicas do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 12, p. 1-35, 1985.

MENEZES, N.A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil.** IV. Teleostei (3). São Paulo: Mus. Zool. Univ. SP, 1980. 96 p.

MENEZES, N.A.; FIGUEIREDO, J.L. **Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil**. V. Teleostei (4). São Paulo: Mus. Zool. Univ. SP, 1985. l05p.

MENGAK, M. T.; GUYNN Jr., D. C. Pitfalls and snap traps for sampling small mammals and herpetofauna. **American Midland Naturalist,** p. 284-288, 1987.

MESTRE, L.A.M.; R. KRUL & V.S. MORAES. 2007. Mangrove Bird Community of Paranaguá Bay – Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 75-83.

MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (ed.). **Livro vermelho da fauna ameaçada no estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 20014. 764 p.

MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S.; PIZZI, P. A. Fauna ameaçada no Paraná: uma síntese. *In:* MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (Ed.). **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2004. p. 743-753

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção.** 2018. 495 p. (v.1).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 444/2014, 17 de dezembro de 2014.** Disponível em: http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento– Acesso em: 16 nov. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Erosão e progradação no litoral brasileiro Brasília**: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 476 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria Nº 354 de 17 de janeiro de 2023**. Lista Oficial da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Disponível em: https://www.sindipi.com.br/uploads/repositorio/files/PORTARIA%20MMA%20N%C2%BA%20354%2C%20DE%2027%20DE%20JANEIRO%20DE%202023%20-%20PORTARIA%20MMA%20N%C2%BA%20354%2C%20DE%2027%20DE%20JANEIRO%20DE%202023%20-%20DOU%20-%20Imprensa%20Nacional.pdf. Acesso em: 28 mov. 2024.

MONNÉ, M. L; COSTA, C. **Coleoptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil.** PNUD. 2020. Disponível em:http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/223. Acesso em: 20 nov. 2024.

MONTEIRO, J. P. de Carli; CREMER, M. J. Herpetofauna na região da Baía Babitonga, nordeste do estado de Santa Catarina: estado atual do conhecimento. **Revista CEPSUL-Biodiversidade e Conservação Marinha**, v. 10, p. eb2021001-eb2021001, 2021.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; BONIN, C. A.; RAUTENBERG, M. Interações interespecíficas dos mamíferos marinhos na região da Baía de Guaratuba, litoral sul do Estado do Paraná. **Biotemas**, v. 12, n. 1, p. 119-132, 1999.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; OLIVEIRA, L. V. de; MONTEIRO, K. D. K. A.; FILLA, G. F. F.; QUITO, L.; GODOY, D. F. **Guia ilustrado de mamíferos marinhos do Brasil**. Cananéia: Instituto de Pesquisas Cananéia (IPeC), 2013.

MONTININI, G. N. **Ecologia alimentar da tartaruga-cabeçuda, Caretta caretta (Linnaeus, 1758), no litoral do estado do Paraná.** 2012. 45 p. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MONTU, M.; GLOEDEN, I. M. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul, Brasil). **Nerítica**, v. 1, n. 2, p.1-134, 1986.

MORAES, V. S.; KRUL, R. Aves associadas a ecossistemas de influência marítima no litoral do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia,** v. 38, n. 1, p. 121-134, 1995.

MORO-RIOS, R.E.; SILVA-PEREIRA, J. E.; SILVA, P. W. E.; MOURA-BRITTO, M. de; NOGAROLI, D.; PATROCINIO, M. **Manual de rastros da Fauna Paranaense.** Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2008. 70 p. 11

MORRIL, W. L. Plastic pitfall trap. Environ. **Entomo**, v. 4, n. 596, 1975.

MORTARI, A.; NOZAKI, J.; PEDRON, F.; MENDES, L. Dinâmica do oxigênio dissolvido no processo de autodepuração. **Diss**., 2010.

MOSER, G. A.; GIANESELLA, S. M. F.; ALBA, J. J. B.; BÉRGAMO, A. L.; SALDANHA-CORRÊA, F. M.; MIRANDA, L. B. D.; HARARI, J. Instantaneous transport of salt, nutrients, suspended matter and chlorophyll-a in the tropical estuarine system of Santos. **Brazilian Journal of Oceanography,** v. 53, p. 115-127, 2005.

MOSER, H. G. The early stages of fishes in the California Current Region. California Cooperative Ocean Fisheries Investigations (CALCOFI). Atlas, Allen Press, Inc., Lawrence, Kansas, USA, n. 33. 1996. 1505 p.

MUELLER, K. E. **Light, earthworms, and soil resources as predictors of diversity of 10 soil invertebrate groups across monocultures of 14 tree species**. Elsevier. Fort Collins, p. 184-198, 2016.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000. Disponível em: http://doi.org/10.1038/35002501. Acesso em: 15 dez. 2024.

NAKATANI, K. Diversidade e distribuição espaço-temporal da ictiofauna de seis lagoas do semi-árido do rio São Francisco. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, 1994.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce:** desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: Eduem, 2001. 378 p.

NARCIZO, A.M. **Avaliação da exposição aguda ao alumínio e variações do pH na água**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2009.

NASCIMENTO, J.L.; LIMA, P.M.; FERREIRA, V.D. Influências geoquímicas e biológicas na dinâmica de micronutrientes em ecossistemas aquáticos. **Aquatic Ecology**, v. 52, n. 2, p. 337-347, 2018.

NEAL, K. J.; AVANT, P. **Owenia fusiformis**: a tubeworm. 2008. Disponível em: https://plymsea.ac.uk/id/eprint/8430/1/marlin_species_1703_2019-03-21.pdf. Acesso em: 13 jan. 2025.

NELSON, J. S.; GRANDE, T. C.; WILSON, M. V. **Fishes of the world**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2016. p.752.

NOZAKI, J.; PEDRON, F.; MENDES, L. **Oxigênio dissolvido**: propriedades e solubilidade. Diss., 2014.

OKSANEN, *et al*. **Vegan**: community ecology package. Version 1.17-11. 2011. Disponível em: <http://vegan.r-force.r-project.org>. Acesso em: 18 dez. 2024.

OLIFIERS, N.; BIANCHI, R. C.; D'ANDREA, P.; MOURÃO, G.; GOMPPER, M. Estimating age of carnivores from the Pantanal region of Brazil. Wildlife Biology, v. 16, n. 4, p. 389-399, 2010.

OLIVEIRA FILHO, E. C.; DE SOUZA BERCHEZ, F. A. Algas marinhas bentônicas da Baía de Santos - alterações da flora no período de 1957-1978. **Boletim de Botânica**, v. 6, p. 49-59, 1978.

OLIVEIRA, R.; SOUZA, J.; BORTOCAN, L. Ecotoxicologia do alumínio nos solos, águas e plantas. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 2014.

OLIVEIRA, T. G.; CASSARO, K. **Guia de campo dos felinos brasileiros**. São Paulo: Instituto Pro Carnívoros, Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Sociedade de Zoológicos do Brasil, Pró Vida Brasil, 2005. 80p.

OMORI, K.; IKEDA, TEmpirical demonstration of the existence of a limit to species richness. **Ecology**, v. 65, n. 5, p. 1475-1482, 1984.

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

PACHECO, J.F., SILVEIRA, L.F., ALEIXO, A., AGNE, C.E., BENCKE, G.A., BRAVO, G.A., BRITO, G.R.R., COHN-HAFT, M., MAURÍCIO, G.N., NAKA, L.N., OLMOS, F., POSSO, S.R., LEES, A.C., FIGUEIREDO, L.F.A., CARRANO, E., GUEDES, R.C., CESARI, E., FRANZ, I., SCHUNCK, F. and DE Q. PIACENTINI, V.,. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. **Ornithology Research,** v. 29, n. 1, p. 94-105, 2021. DOI:http://dx.doi. org/10.1007/s43388-021-00058-x.

PAIVA, M. P. **Conservação da fauna brasileira.** Rio de Janeiro: Interciência, 1999. 260 p.

PARANÁ. **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná.** 2003. Disponível em: http://www. pr.gov.br/iap. Acesso em: 07 jan. 2025.

PARANÁ. Decreto nº 6040, de 5 de junho de 2024. Reconhece as espécies da fauna ameaçada de extinção no Estado do Paraná e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, 5 jun. 2024. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/pr/decreto-n-6040-2024-parana-reconhece-as-especies-

da-fauna-ameacada-de-extincao-no-estado-do-parana-e-da-outras-providencias. Acesso em: 31 jan. 2025.

PATTON, J. L.; PARDIÑAS, U. F. J.; D'ELÍA, G. **Mammals of South America, Volume 2 – Rodents**. Chicago: The University of Chicago Press, 2015.

PELANDA, A. A. **Impactos humanos sobre aves associadas a ecossistemas marinhos na costa Paranaense.** 43 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2007.

PELLACANI, G. Efeitos da temperatura na solubilidade do oxigênio na água. **Engenharias em Perspectiva:** Ciência, Tecnologia e Inovação, 2005.

PEREIRA, F.S.G. **Química ambiental**. Jun., 2014.

PEREIRA, G. S. **Variação temporal e zonação da comunidade bentônica macrofaunal das praias de Jurerê e Ingleses (Florianópolis – SC).** 2022. 50p. TCC (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

PÉREZ-FARFANTE, I. Shrimps and prawns. *In*: Fisher, W. (Ed.). **FAO species identifications sheets for fishery proposes**. Western Central Atlantic (Fishery Area 31), Rome: FAO, v.6, 1978.

PÉREZ-JAR, L.; RODRÍGUEZ-RAMOS, T.; RAMOS, L.; GUERRA-BORREGO, Y.; RACOTTA, I. S. Changes in metabolic and immunological variables of wild and pond-reared southern white shrimp Litopenaeus schmitti adult males during continuous reproductive activity. **Aquaculture**, v. 252, n. 2-4, p. 591-597, 2006.

PERLO, B. V. **A field guide to the birds of Brazil**. 2009.

PETROBRAS. SIMBA. Disponível em:https://simba.petrobras.com.br/simba/web/. Acesso em: 24 nov. 2024.

PETTI, M. A. V.. Papel dos Crustáceos Braquiúros na rede trófica da plataforma interna de Ubatuba, São Paulo (Brasil). **Nerítica,** v. 11, p. 123-137, 1997.

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

PINEDO, S.; SARDÀ, R.; REY, C.; BHAUD, M. Spatial variability in population structure of Owenia fusiformis Delle Chiaje in the Bay of Blanes (NW Mediterranean Sea): the effect of substratum on recruitment, an experimental approach to explain field distribution. **Marine Ecology Progress Series**, v. 203, p. 205-213, 2000.

PIZELLA, Denise Gallo; SOUZA, Marcelo Pereira de. Análise da Sustentabilidade Ambiental do Sistema de Classificação das Águas Doces Superficiais Brasilieiras. **Engenharia Sanitária Ambiental**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 139-148, abr. 2007.

PLANO DE MANEJO NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU. Disponível em:https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/ee_guaraguacu_anexo_iii_1.pdf. Acesso em: 12 dez. 2024.

POMBAL, J.P.; BASTOS, R. P. Nova espécie de Hyla Laurenti, 1768 do centro-oeste brasileiro e a posição taxonômica de Hyla microcephala werneri Cochran, 1952 e Hyla microcephala meridiana B. Lutz, 1952 (Anura, Hylidae). **Boletim do Museu Nacional**, v. 390, p. 1–14, 1998.

PROVENZANO, A. J. Jr. Commercial culture of decapod crustaceans. *In*: PROVENZANO, A. J. JÚNIOR. (ed.) **The Biology of Crustacea (10). Economic Aspects:** Fisheries and Culture. London: Academic Press, 1985. p. 269-314.

PUPO, M. M.; DIAS, R. A.; ANDRADE, S. G. 2006. O impacto das atividades antrópicas sobre as tartarugas marinhas no litoral brasileiro. **Revista Brasileira de Conservação de Fauna**, v. 8, n. 1, p. 45-52,

QUEIROZ, G. M. L. **Caracterização da ictiofauna demersal de duas áreas do complexo estuarino de Paranaguá, Paraná**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

QUEIROZ, J. M.l; ALMEIDA, F. S.; PEREIRA, M. P. d. S. Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Hymenoptera: Formicidae) em agroecossistemas. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p.37-45, nov. 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R:** a language and environment for statistical computing: R Foundation for Statistical Computing version 2.15.1 (software). 2021.

RAKOCINSKI, C.F.; HEARD, R.W.; LECROY, S.E.; MCLEELAND, J. A.; SIMONS, T. Responses by microbenthic assemblages to extensive beach restoration at Perdido Key, Florida, U.S.A. **Journal of Coastal Research**, v. 12, p. 326–353, 1996.

REHITHA, T. V.; VINEETHA, G.; MADHU, N. V. Ecological habitat quality assessment of a tropical estuary using macrobenthic functional characteristics and biotic indices. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 31, p. 47629-47646, 2022.

REILLY, F. J.;BELLIS, V. J. **The ecological Impact of Beach Replenishment with Dredged Materials on the Intertidal Zone at Bogue Banks, North Carolina. Springfield, Virginia:** US Army Corps of Engineers Miscellaneous Report 83-3, 1983.

REIS, N. R. D. *et al.* **Mamíferos do Brasil. Londrina**: Technical Books, 2006. 437 p.

RESGALLA JÚNIOR, C. Estudo de impacto ambiental sobre a comunidade do zooplâncton na enseada do Saco dos Limões, Baía Sul da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 23, p.5-1, 2001.

REYNOLDS, R.T.; SCOTT, J.M.; NUSSBAUM, R. A. A variable circular plot method for estimating bird numbers. **Condor,** v. 82, p. 309-313, 1980.

RIBEIRO, L.F.; ALVES, A.C.; HADDAD, C.F.; REIS, S.F.D. Two new species of Brachycephalus Günther, 1858 from the state of Paraná, southern Brazil (Amphibia, Anura, Brachycephalidae). **Boletim do Museu Nacional,** v. 519, p. 1, 2005.

RICO, A.; BELTRÁN, J.; ÁLVAREZ, A.; FLÓREZ, E. Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. **Biota Neotrópica**, v. 5, n. 1, p. 5-8, 2005.

RIDGELY, R. S.; TUDOR, G. **Field guide to the songbirds of South America**: the passerines. Austin: University of Texas Press, 2009.

RIPPLE, W. J.; NEWSOME, T. M.; WOLF, C.; DIRZO, R.; EVERATT, K. T.; GALETTI, M.; VAN VALKENBURGH, B. **Collapse of the world's largest herbivores. Science Advances**, v. 1, n. 4, e1400103, 2015.

ROCHA, M.; SILVA, E.; RIASCOS, N. Avaliação da influência da oxigenação e da qualidade do sedimento sobre a sobrevivência de Scolelepis chilensis (Spionidae: Polychaeta) da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. **Biotemas,** v. 26, n. 4, p. 85-92. 2013.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restoration actions to mitigate the impacts of landscape fragmentation on biodiversity. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, p. 196-202, 2007.

ROMAN, J.; ESTES, J. A.; MORISSETTE, L.; SMITH, C.; COSTA, D.; MCCARTHY, J.; SMETACEK, V. Whales as marine ecosystem engineers. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 12, n. 7, p. 377-385, 2014.

ROSUMEK, F. B. História natural das formigas: o que (não) sabemos sobre nichos tróficos e temporais de espécies neotropicais. **Sociobiologia**, v. 64, p. 244-255, 2017.

ROUSE, G. W.; PLEIJEL, F. Annelid phylogeny and systematics. *In:* ROUSE, G. W.; PLEIJEL, F. (Eds.). **Reproductive biology and phylogeny of Annelida.** CRC Press, 2006. p. 13-54.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D.. **Zoologia dos Invertebrados**. 7. ed. São Paulo, SP: Roca, 2005.

SABINO, J.; CASTRO, R. M. C. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 1, p. 23-36, 1990.

SAMPAIO, J. A. **Levantamento e grupos tróficos de coleópteros cursores de solos em Sergipe**: Importância dos coleópteros como indicadores de processos de recuperação florestal. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

SANT'ANNA, E. S.; OKUMURA, H.; GAETA, S. A.; TRINDADE, L. A.; MOSCHINI-CARLOS, V. Aumento da concentração de nutrientes como fator desencadeante de florações de cianobactérias tóxicas em mananciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 31. **Anais [...]** ABES, Brasília, 2004.

SANTOS, D. M.; ARAÚJO, I. P.; MACHADO, E. C. M.; CARVALHO-FILHO, M. A. S.; FERNANDEZ, M. A.; MARCHI, M. R. R.; GODOI, A. F. L. Organotin compounds in the Paranaguá Estuarine Complex, Paraná, Brazil: evaluation of biological effects, surface sediment, and suspended particulate matter. **Marine Pollution Bulletin,** v. 58, p. 1922-1952, 2009.

SANTOS, M. E. M. & FERREIRA, C. N. Influência das variáveis ambientais sobre a macrofauna bêntica de praias arenosas. **Ciência e natura,** v. 41, n. 5, p. 01-09, 2019.

SANTOS, S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A. The distribution of the swimming crab Portunus spinimanus Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brasil. **Atlântica,** Rio Grande, v. 16, p. 125-141, 2000.

SANTOS-PEREIRA, M.; MILANI, D.; BARATA-BITTENCOURT, L.F.; IAPP, T.M.; ROCHA C. F. D. Anuran species of the Salto Morato Nature Reserve in Paraná, southern Brazil: review of the species list. **Check List**, v. 12, n. 3, p. 1-11, 2016. DOi: http://dx.doi.org/10.15560/12.3.1907

SCHETTINI, C. A. F.; TOLDO JR, E. E. Modos de transporte de sedimentos finos no estuário do Rio Itajaí, SC. **Pesquisas em Geociências,** v. 28, n. 2, p. 151-160, 2002.

SCHORN, L. A. **Fatores que afetam a produção de sementes.** Blumenau (SC), 2000. 47p. (Curso de manejo e conservação de sementes de espécies arbóreas da Mata Atlântica – Região Sul).

SCHWARZ JR., R. **A ictiofauna demersal da Baía dos Pinheiros, Paraná.** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. 85 f.

SEGALLA, M.V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C.A.G.; GARCIA, P.C.A.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B ; LANGONE, J. **Brazilian amphibians – List of species**. 2021. Disponível em: http://www.sbherpetologia.org.br/images/LISTAS/mudancas. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Acessado em: 16 nov. 2023.

SELZER, L. A.; PAYNE, P. M. The distribution of white-sided (Lagenorhynchus acutus) and common dolphins (Delphinus delphis) vs. environmental features of the continental shelf of the northeastern United States. **Marine Mammal Science,** v. 4, p. 141-153, 1988.

SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Levantamento de fauna da planície litorânea da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba**. Curitiba, PR, 1996. 187 p.

SHANE, S. H. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida. *In:* LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (eds.). **The bottlenose dolphin.** San Diego: Academic, 1990. p. 369-386.

SILVA, M.; OLIVEIRA, A.; SANTOS, F. Ações sustentáveis para redução da poluição hídrica: um estudo em áreas rurais. **Journal of Environmental Management**, v. 250, n. 3, p. 456-467, 2022.

SILVA-MELO, A.; GIANNOTTI, E. Arquitetura do ninho de Pachycondyla striata Fr. Smith, 1858 (Formicidae, Ponerinae). **Insetos Sociaux**, v. 57, p. 17–22, 2010.

SILVEIRA, F. F. **Fauna digital do Rio Grande do Sul, 2018.** Bird and Mammal evolution, Systematics and ecology. Laboratório UFRGS. 2018. Disponível em: https://www.ufrgs.br/faunadigitalrs/cobra-cega-de-duas-cabecasleposternon-microcephalum/. Acessado em: 16 nov. 2023.

SLIPINSKI, S. A.; LESCHEN, R. A. B.; LAWRENCE, J. F. Order Coleoptera Linnaeus, 1758. In: ZHANG, Z-Q. (Ed.). Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. **Zootaxa,** v. 3148, p. 203-208, 2011.

SOARES, C.R.; ANGULO, R.J.; LESSA, G. **Publicação especial do VI Congresso da ABEQUA**. 1997.

SOMMER, U. Growth and survival strategies of planktonic diatoms. *In*: SANDGREN, C. D. (Ed.). **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. p. 227–260.

SOS MATA ATLANTICA. 2023. Disponível em: https://www.sosma.org.br/. Acesso em: 16 nov. 2023.

SRBEK-ARAUJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil**. Journal of Tropical Ecology**, v. 21, n. 1, p. 121-125, 2005.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K. Avaliação de substratos para reprodução de colêmbolos nativos em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p.265-269, set. 2007.

SUGUIO, Kenitiro. **Introdução à sedimentologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 1973.

TEJERINA-GARRO, F. L.; MALDONADO, M.; IBAÑEZ, C.; PONT, D.; ROSET, N.; OBERDORFF, T. Effects of natural and anthropogenic environmental changes on riverine fish assemblages: a framework for ecological assessment of rivers. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, p. 91-108, 2005.

TERBORGH, J.; LOPEZ, L.; NUÑEZ, P.; RAO, M.; SHAHABUDDIN, G.; ORIHUELA, G.; RIVEROS, M.; ASCANIO, R.; ADLER, G. H.; LAMBERT, T. D.; BALBAS, L. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. **Science**, v. 294, p. 1923-1926, 2001.

TESTON, J. A.; SPECH, A.; DI MARE, R. A.; CORSEUIL, E. Arctiinae coletados em unidades de conservação estaduais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 2, p. 280-286, 2006.

THOMAS, S. E. O. 2017. **Diversidade de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em plantios de teca, pau-de-balsa e área nativa no bioma Cerrado.** 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017.

THRUSH, S. F.; DAYTON, P. K. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: implications for marine biodiversity. **Annual Review of Ecology and Systematics,** v. 33, n. 1, p. 449-473, 2002.

TOLÊDO, C. S. S. Tratamento de efluentes industriais: uma revisão de fundamentos e aplicações. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO (CNEG), 16.; SIMPÓSIO DE INOVAÇÃO E RESPONSABILIDADE SOCIAL (INOVARSE), 2022, Rio de Janeiro. **Anais [...].** Rio de Janeiro: CNEG, 2022.

TOLEDO, L.F.; DENA, S.; SEGALLA, M.; PRADO, C.P. A.; LOEDMANN, D.; GASPARINI, J. L.; SAZIMA, I.; HADDAD, C. F. B. **Anfíbios da Mata Atlântica**. Aplicativo de celular. 2021. Econature, Consultoria, pesquisa e educação ambiental. Versão 1.0.0.

TOTI, D. S.; COYLE, F. A.; MILLER, J. A. A structured inventory of Appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance. **The Journal of Arachnology**, v. 28, n. 3, p. 329-345, 2000.

TRIPLEHORN, C.; JOHNSON, N. **Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects**. Belmont, California: Thomson Brooks/Cole, 2005.

UETZ, P. (ed.). **The Reptile Database**. 2021.Disponível em: http://www.reptile-database.org. Acesso em: 16 nov. 2023.

UIEDA, V. S. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 44, n. 2, p. 203-213, 1984.

UNIVILLE. Universidade da Região de Joinville. **Projeto canal do linguado. Estudos da biota marinha e química ambiental da Baía da Babitonga.** 2004. 343 p. Relatório final.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der Quantitativew Phytoplankton metodik. Mitteilungen der Internationalen Vreinigung für theoretische und angewandle limnologie, **Stuttgart,** v.9, p.1-38, 2004, 1958.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. *In*: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J.; MELIC, A. (Eds.). **Hacia un Proyecto Cyted para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica.** Zaragoza: PrIBES-SEA, 2000. p. 183-195.

VAZZOLER, A. D. M. Sobre a primeira maturação sexual e destruição de peixes imaturos. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 12, p. 05-38, 1962.

VAZZOLER, A. E. Biologia da reprodução de peixes teleósteos. **Boletim do Instituto de Pesca**, 23, 1-94, 1996.

VEADO, L. D. **Variação espaço-temporal do zooplâncton no baixo estuário do rio Itajaí-açu, SC**. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2008.

VELOSO, V. G and CARDOSO, R. S. Population biology of the mole crab Emerita brasiliensis (Decapoda: Hippidae) at Fora beach, Brazil. **Journal of Crustacean Biology,** v. 19, n. 1, p. 147-153, 1999.

VENRICK, E. L. Estimating abundance of zooplankton groups. **Limnology and Oceanography**, v. 23, n. 5, p. 1069-1079, 1978.

VIEIRA, E. M.; MONTEIRO-FILHO, E. L. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology,** v. 19, n. 5, p. 501-507, 2003.

VISSER, I. N. **A summary of interactions between orca (Orcinus orca) and other cetaceans in New Zealand waters**. 1999.

WALTER, G. H. Individuals, Populations and the Balance of Nature: the question of persistence in ecology. **Biology & Philosophy**, v. 23, n. 3, p. 417-438, 2008.

WASHINGTON, H.G. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. **Water Research,** v. 18, n. 6, p. 653-694, 1984.

WICKHAM, H. **Elegant Graphics for Data Analysis**. New York: Springer-Verlag, 2016.

WIKIAVES. 2024. Disponível em: https://www.wikiaves.com.br/. Acesso em: 15 nov. 2024.

WORMS. **Spionidae.** Disponível em: < https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=913>. Acesso em: fev. 2024.

WU, H.; LU, X.; TONG, S.; BATZER, D.. Soil engineering ants increase CO2 and N2O emissions by affecting mound soil physicochemical characteristics from a marsh soil: a laboratory study. **Applied Soil Ecology**, v. 87, p.19-26, 2015. Disponível em:https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.11.011. Acesso em: 16 dez. 2024.

WUNDERLE, J. M. Census methods for Caribbean land birds. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1994. Vv. 98

WÜRSIG, B.; WÜRSIG, M. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, Tursiops truncatus, in the South Atlantic. **Fishery Bulletin,** v. 77, p. 399-412, 1979.

ZANON, A. M. **Efeitos genéticos na variabilidade e fertilidade de Megaselia scalaris (Diptera, Phoridae), e sua influência em colônias de Apis mellifera.** 1991. 106 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 1991.

ZEM, R. C. **Dinâmica sedimentar da baía de Guaratuba, PR.** 97 p. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ZERBINI, A. N., ANDRIOLO, A., HEIDE-JORGENSEN, M. P., PIZZORNO, J. L., MAIA, Y. G., VANBLARICOM, G. R.; BETHLEM, C. 2006. Satellite-monitored movements of humpback whales Megaptera novaeangliae in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series,** v. 313, p. 295-304.

ZORTÉA, M.; ALHO, C. J. R. Bat diversity of a Cerrado habitat in central Brazil. **Biodivers. Conserv,** v. 17, p. 791-805, 2008. DOI:doi:10.1007/s10531008-9318-3

MEIO BIÓTICO – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

BRASIL. **Lei Federal nº 10.227 de 23 de maio de 2001**. Cria o Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange, no Estado do Paraná e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10227.htm#:~:text=1o%20%C3%89%20criado%20o,qualidade%20de%20vida%20das%20popula%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 26 fev. 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.227, de 7 de maio de 2001**. Altera dispositivos da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 mai. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10227.htm. Acesso em: 6 fev. 2024.

BRASIL**. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_0 3/leis/l9985.htm>. Acesso em: 26 fev. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 6 jun. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília, 2007. Disponível em:https://repositorio.iica.int/handle/11324/20095. Acesso em: 23 jan. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente**. Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade**. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-

br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/areas-prioritarias. Acesso em: 26 fev. 2024.

COMISSÃO NACIONAL DE BIODIVERSIDADE (CONABIO). **Deliberação nº 39, de 14 de dezembro de 2005.** Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/estruturas/conabio/_arquivos/15_24112008035018.pdf. Acesso em: 6 fev. 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br. Acesso em: 6 jun. 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Parna Guaricana.** Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/ptRelatório Mensal de Andamento 02266 br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mataatlantica/lista-de-ucs/parna-guaricana>. Acesso em: 26 fev. 2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTA (ISA). Disponível em: https://www.socioambiental.org/. Acesso em: 6 jun. 2024.

PARANÁ. **Decreto Estadual nº 1.234, de 1992.** Declara a Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba. Diário Oficial do Estado do Paraná, Curitiba, 1992. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1992/dec_1234_1992_apaestadualguaratuba_pr.pdf. Acesso em: 6 jun. 2024.

PARANÁ. Instituto Ambiental do Paraná (IAP). **Nota Técnica nº 01, de 2023**. Atualização das áreas estratégicas de conservação e restauração (AECR). Curitiba, 2023. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2023-04/Nota_Tecnica_01-2023-19846421-0_Atualizacao_areas_estrategicas_de_conservacao_restauracao_AECR.pdf. Acesso em: 6 fev. 2024.

PARANÁ. **Lei nº 13.979, de 28 de março de 2002.** Cria o Parque Estadual Boguçu e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Paraná, Curitiba, 29 mar. 2002. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Lei/2002/lei_pr_13979_2002_uc_parque_estadual_boguacu_pr.pdf. Acesso em: 6 fev. 2024.

PARANÁ. **Resolução SEMA/IAP nº 05, de 16 de outubro de 2009.** Define as áreas prioritárias para conservação e recuperação da vegetação nativa no Estado do Paraná. Curitiba, 2009. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/resolucao_sema_iap_05_2009_areas_prioritaras.pdf. Acesso em: 6 fev. 2024.

VIII. MAPAS E DESENHOS

Os shape files dos mapas elaborados e desenhos gerados durante a realização do estudo encontram-se anexados no processo de solicitação de licença prévia do empreendimento.

IX. ANEXOS

ANEXO A – RESULTADOS DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE FOLK & WARD (1957) E DISTRIBUIÇÃO TEXTURAL

Amostra	Média	Classe	Mediana	Seleção	Classe	Assimetria	Classe	Curtose	Classe	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
S1A1	1,61	Areia média	1,653	0,2987	Muito bem selecionado	-0,2291	Negativa	0,8879	Platicúrtica	0	100	0	0
S1A2	1,884	Areia média	1,961	0,4591	Bem selecionado	-0,2469	Negativa	0,7924	Platicúrtica	0	100	0	0
S1A3	1,88	Areia média	1,84	0,369	Bem selecionado	0,07241	Aprox. simétrica	1,016	Mesocúrtica	0	100	0	0
S1A4	1,805	Areia média	1,792	0,4193	Bem selecionado	0,01316	Aprox. simétrica	1,01	Mesocúrtica	0	100	0	0
S4A1	2,16	Areia fina	2,1	0,7497	Moderadamente selecionado	0,1132	Positiva	0,744	Platicúrtica	0	100	0	0
S4A2	2,094	Areia média	1,942	0,6933	Bem selecionado	0,2805	Muito positiva	0,8339	Muito leptocúrtica	0	100	0	0
S4A3	2,273	Areia fina	2,268	0,6705	Bem selecionado	0,002198	Positiva	0,8801	Platicúrtica	0	100	0	0
S4A4	2,636	Areia fina	2,579	0,56	Moderadamente selecionado	0,06756	Positiva	0,741	Platicúrtica	0	100	0	0
S7A1	2,556	Areia fina	2,425	0,5889	Moderadamente selecionado	0,2122	Positiva	0,727	Platicúrtica	0	100	0	0
S7A2	2,648	Areia fina	2,606	0,5774	Moderadamente selecionado	0,02553	Aprox. simétrica	0,714	Platicúrtica	0	100	0	0
S7A3	1,611	Areia média	1,652	0,3494	Muito bem selecionado	-0,07629	Aprox. simétrica	1,048	Mesocúrtica	0	100	0	0
S7A4	3,094	Areia muito fina	3,151	0,3054	Muito bem selecionado	-0,3016	Muito negativa	0,9839	Mesocúrtica	0	100	0	0
S9A1	3,101	Areia muito fina	3,158	0,3048	Muito bem selecionado	-0,3146	Muito negativa	1,059	Mesocúrtica	0	100	0	0
S9A2	2,604	Areia fina	2,657	0,3314	Muito bem selecionado	-0,2191	Negativa	0,974	Mesocúrtica	0	100	0	0
S9A3	2,258	Areia fina	1,988	0,7903	Moderadamente selecionado	0,3534	Muito positiva	0,6285	Muito platicúrtica	0	100	0	0
S9A4	2,249	Areia fina	1,988	0,7987	Moderadamente selecionado	0,3352	Muito positiva	0,6352	Muito platicúrtica	0	100	0	0
S11A1	2,913	Areia fina	3,034	0,4534	Bem selecionado	-0,371	Muito negativa	0,7695	Platicúrtica	0	100	0	0
S11A2	2,692	Areia fina	2,888	0,6732	Moderadamente selecionado	-0,4254	Muito negativa	0,7755	Platicúrtica	0	100	0	0
S11A3	2,697	Areia fina	2,864	0,6289	Moderadamente selecionado	-0,3592	Muito negativa	0,7124	Platicúrtica	0	100	0	0
S11A4	2,494	Areia fina	2,704	0,7904	Moderadamente selecionado	-0,3572	Muito negativa	0,9557	Mesocúrtica	0	100	0	0
S1B1	1,798	Areia média	1,788	0,4405	Bem selecionado	0,01638	Aprox. simétrica	0,9616	Mesocúrtica	0	100	0	0
S1B2	1,587	Areia média	1,627	0,3128	Muito bem selecionado	-0,189	Negativa	0,8054	Platicúrtica	0	100	0	0
S1B3	2,387	Areia fina	2,531	0,778	Moderadamente selecionado	-0,2441	Muito positiva	0,742	Platicúrtica	0	100	0	0
S1B4	1,963	Areia média	1,906	0,6872	Moderadamente selecionado	0,1525	Positiva	0,7911	Platicúrtica	0	100	0	0

Amostra	Média	Classe	Mediana	Seleção	Classe	Assimetria	Classe	Curtose	Classe	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
S3B1	2,77	Areia fina	2,855	0,5999	Moderadamente selecionado	-0,3213	Muito negativa	0,9799	Mesocúrtica	0	100	0	0
S3B2	2,649	Areia fina	2,791	0,6684	Moderadamente selecionado	-0,3502	Muito negativa	0,9982	Mesocúrtica	0	100	0	0
S3B3	1,429	Areia média	1,407	0,7033	Moderadamente selecionado	0,1979	Positiva	1,126	Leptocúrtica	0	100	0	0
S3B4	1,745	Areia média	1,591	0,9002	Moderadamente selecionado	0,253	Positiva	0,916	Mesocúrtica	0	100	0	0
S4B1	2,774	Areia fina	3,016	0,62	Moderadamente selecionado	-0,5214	Muito negativa	1,139	Leptocúrtica	0	100	0	0
S4B2	2,713	Areia fina	2,78	0,5768	Moderadamente selecionado	-0,2048	Negativa	0,7523	Platicúrtica	0	100	0	0
S4B3	3,058	Areia muito fina	3,101	0,3068	Muito bem selecionado	-0,2044	Negativa	0,7911	Platicúrtica	0	100	0	0
S4B4	3,071	Areia muito fina	3,119	0,3039	Muito bem selecionado	-0,2334	Negativa	0,8255	Platicúrtica	0	100	0	0
S0C1	2,499	Areia fina	2,54	0,6753	Moderadamente selecionado	-0,07877	Aprox. simétrica	0,6353	Muito platicúrtica	0	100	0	0
S0C2	2,527	Areia fina	2,596	0,6767	Moderadamente selecionado	-0,1322	Negativa	0,6284	Muito platicúrtica	0	100	0	0
S2C1	2,716	Areia fina	2,979	0,6557	Moderadamente selecionado	-0,5071	Muito negativa	0,7228	Platicúrtica	0	100	0	0
S2C2	2,735	Areia fina	2,972	0,6374	Moderadamente selecionado	-0,4885	Muito negativa	1,076	Mesocúrtica	0	100	0	0
S2C3	2,731	Areia fina	2,963	0,6356	Moderadamente selecionado	-0,4773	Muito negativa	1,058	Mesocúrtica	0	100	0	0
S2C4	2,754	Areia fina	3,012	0,6361	Moderadamente selecionado	-0,5287	Muito negativa	1,088	Mesocúrtica	0	100	0	0
S4C1	2,704	Areia fina	2,819	0,6012	Moderadamente selecionado	-0,2846	Negativa	0,7649	Platicúrtica	0	100	0	0
S4C2	2,773	Areia fina	2,784	0,4482	Bem selecionado	-0,05144	Aprox. simétrica	0,8858	Platicúrtica	0	100	0	0
S4C3	2,443	Areia fina	2,38	0,6124	Moderadamente selecionado	0,114	Positiva	0,8479	Platicúrtica	0	100	0	0
S4C4	2,398	Areia fina	2,396	0,5383	Moderadamente selecionado	0,01625	Aprox. simétrica	0,9838	Mesocúrtica	0	100	0	0

ANEXO B - ESPÉCIES DE INVERTEBRADOS REGISTRADAS NO ESTUDO AMBIENTAL DA RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA E ESPÉCIES DE POSSÍVEL OCORRÊNCIA PARA A REGIÃO

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Acari					
Acari					
Acari sp. 1	**Ácaro**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Acari sp. 2	Ácaro	ND	PT	X	X
Acari sp. 3	**Ácaro**	**ND**	**PT**	**X**	
Anphypoda					
Talitridae					
Talitroides topitorum	Crustáceo	ND	PT	X	X
Araneae					
Corinnidae					
Castianeira sp. 1	**Aranha**	**ND**	**PT**	**X**	
Corinnidae sp. 1	Aranha	ND	PT		X
Corinnidae sp. 2	**Aranha**	**ND**	**PT**		**X**
Ctenidae					
Ctenidae sp. 1	**Aranha**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Isoctenus ordinário	Aranha	ND	PT		X
Idiopidae					
Idiopis sp. 1	Aranha	ND	PT		X
Linyphiide					
Linyphiide sp. 1	Aranha	ND	PT	X	X
Sphecozone novaeteutoniae	**Aranha**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Lycosidae					
Lycosa paranaensis	**Aranha**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Miturgidae					
Miturgidae sp. 1	**Aranha**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Ochiroceratidae					
Ochirocera sp. 1	**Aranha**	**ND**	**PT**		**X**
Ochiroceratidae sp. 1	Aranha	ND	PT		X
Oxyopidae					
Oxyopis salticus	Aranha	ND	PT		X
Theridiidae					
Euryopis camis	Aranha	ND	PT	X	
Guaraniella mahnerti	**Aranha**	**ND**	**PT**	**X**	

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Theridiidae sp. 1	Aranha	ND	PT	X	X
Theridiidae sp. 2	**Aranha**	**ND**	**PT**	**X**	
Theridion sp. 1	Aranha	ND	PT	X	
Theridiosomatidae					
Theridiosomatidae sp. 1	Aranha	ND	PT	X	X
Auchaenorryncha					
Cicadelidae					
Cicadelidae sp. 1	**Cigarrinha**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Blattaria					
Blatidae					
Blatidae sp. 1	Barata	ND	PT		X
Chilopoda					
Chilopoda					
Chilopoda sp. 1	**Lacraia**	**ND**	**PT**	**X**	
Coleoptera					
Bostrichidae					
Bostrichidae sp. 1	Besouro	ND	PT	X	X
Trogoxylon sp. 1	**Besouro**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Bruchidae					
Bruchidae sp. 1	**Besouro**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Coleoptera					
Coleoptera sp. 1	**Besouro**	**ND**	**PT**	**X**	
Curculionidae					
Curculionidae sp. 1	**Besouro**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Nitidulidae					
Epuraea sp. 1	**Besouro**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Scarabeidae					
Canthidium cavifrons	**Besouro**	**ND**	**PB**		
Canthon chalybaeus	Besouro	ND	PB		
Coprophanaeus jasius	**Besouro**	**ND**	**PB**		
Deltochilum furcatum	Besouro	ND	PB		
Deltochilum valgum	**Besouro**	**ND**	**PB**		
Diabroctis mimas	Besouro	ND	PB		
Dichotomius assifer	**Besouro**	**ND**	**PB**		
Dichotomius carbonarius	Besouro	ND	PB		
Dichotomius depressicollis	**Besouro**	**ND**	**PB**		

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Dichotomius mormon	Besouro	DD	PB		
Dichotomius nisus	**Besouro**	**ND**	**PB**		
Eurystemus hirtellus	Besouro	ND	PB		
Eurystemus parallelus	**Besouro**	**ND**	**PB**		
Ontherus azteca	Besouro	ND	PB		
Ontherus sulcator	**Besouro**	**ND**	**PB**		
Onthophagus catharinensis	Besouro	ND	PB		
Onthophagus hirculus	**Besouro**	**ND**	**PB**		
Paracanthon pereirai	Besouro	ND	PB		
Scarabeidae sp. 1	**Besouro**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Scarabeidae sp. 2	Besouro	ND	PT	X	
Sulcophanaeus menelas	**Besouro**	**ND**	**PB**		
Staphylinidae					
Batrisodes sp. 1	**Besouro**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Staphylinidae sp. 1	Besouro	ND	PT	X	X
Staphylinidae sp. 2	**Besouro**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Diplopoda					
Diplopoda					
Diplopoda sp. 1	Piolho de Cobra	ND	PT	X	
Diplopoda sp. 2	**Piolho de Cobra**	**ND**	**PT**	**X**	
Diptera					
Cecidomidae					
Cecidomidae sp. 1	Mosca/Mosquito	ND	PT	X	
Cecidomidae sp. 2	**Mosca/Mosquito**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Diptera					
Diptera sp. 1	**Mosca/Mosquito**	**ND**	**PT**	**X**	
Diptera sp. 2	Mosca/Mosquito	ND	PT	X	
Dolichopodidae					
Condylostylus sp. 1	Mosca/Mosquito	ND	PT	X	X
Drosophilidae					
Cacoxenus sp. 1	Mosca/Mosquito	ND	PT	X	
Drosophila melanogaster	**Mosca/Mosquito**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Phoridae					
Megaselia scalaris	**Mosca/Mosquito**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Tephritidae					
Tephritidae sp. 1	**Mosca/Mosquito**	**ND**	**PT**	**X**	**X**

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Urophora sp. 1	Mosca/Mosquito	ND	PT		X
Enthomobryomorpha					
Enthomobridae					
Enthomobridae sp. 1	**Colembolo**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Entomobrya sp. 1	Colembolo	ND	PT	X	X
Tomoceridae					
Tomocerus sp. 1	Colembolo	ND	PT	X	X
Hemiptera					
Cidnydae					
Cidnydae sp. 1	**Percevejo**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Hemiptera					
Hemiptera sp. 1	**Percevejo**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Reduvidae					
Reduvidae sp. 1	**Percevejo**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Hymenoptera					
Braconidae					
Braconidae sp. 1	Inseto	ND	PT	X	X
Calcidoidea					
Calcidoidea sp. 1	Inseto	ND	PT	X	X
Calcidoidea sp. 2	**Inseto**	**ND**	**PT**	**X**	
Formicidae					
Acromyrmex sp. 1	**Formiga**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Acromyrmex subterraneus	Formiga	ND	PB		
Anochetus bispinosus	**Formiga**	**ND**	**PB**		
Apterostigma wasmannii	Formiga	ND	PB		
Atta sexdens	**Formiga**	**ND**	**PB**		
Brachymyrmex admotus	Formiga	ND	PB		
Brachymyrmex santschii	**Formiga**	**ND**	**PB**		
Camponotus ager	Formiga	ND	PB		
Camponotus atriceps	**Formiga**	**ND**	**PB**		
Camponotus cingulatus	Formiga	LC	PB		
Camponotus crassus	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Camponotus sericeiventris	Formiga	LC	PB		
Camponotus sp. 1	**Formiga**	**ND**	**PT**		**X**
Camponotus zenon	Formiga	ND	PB		
Carebara brevipilosa	**Formiga**	**DD**	**PB**		

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Cephalotes atratus	Formiga	LC	PB		
Cephalotes clypeatus	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Cephalotes eduarduli	Formiga	DD	PB		
Cephalotes maculatus	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Cephalotes pusillus	Formiga	LC	PB		
Crematogaster evallans	**Formiga**	**ND**	**PB**		
Crematogaster sp. 1	Formiga	ND	PT	X	X
Cyphomyrmex minutus	**Formiga**	**ND**	**PB**		
Dorymyrmex brunneus	Formiga	ND	PB		
Ectatomma edentatum	**Formiga**	**ND**	**PB**		
Gnamptogenys sulcata	Formiga	DD	PB		
Holcoponera striatula	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Hypoponera foreli	Formiga	ND	PB		
Labidus sp. 1	**Formiga**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Linepithema iniquum	Formiga	LC	PB		
Linepithema micans	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Megalomyrmex drifti	Formiga	LC	PB		
Mycetophylax strigatus	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Mycocepurus smithii	Formiga	LC	PB		
Myrmelachista gagatina	**Formiga**	**DD**	**PB**		
Neivamyrmex bohlsi	Formiga	DD	PB		
Neoponera marginata	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Neoponera villosa	Formiga	LC	PB		
Nesomyrmex spininodis	**Formiga**	**ND**	**PB**		
Octostruma balzani	Formiga	LC	PB		
Odontomachus chelifer	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Odontomachus haematodus	Formiga	LC	PB		
Odontomachus imperator	**Formiga**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Odontomachus meinerti	Formiga	LC	PB		
Oligomyrmex sp. 1	**Formiga**	**ND**	**PT**	**X**	
Pachycondyla harpax	Formiga	LC	PB		
Pachycondyla sp. 1	**Formiga**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Pachycondyla striata	Formiga	LC	PT/PB	X	X
Pheidole brevicona	**Formiga**	**DD**	**PB**		
Pheidole fimbriata	Formiga	LC	PB		
Pheidole gertrudae	**Formiga**	**LC**	**PB**		

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Pheidole jelskii	Formiga	LC	PB		
Pheidole lucretii	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Pheidole radoszkowskii	Formiga	LC	PB		
Pheidole sp. 1	**Formiga**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Pheidole subarmata	Formiga	LC	PB		
Pheidole triconstricta	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Pogonomyrmex naegelii	Formiga	LC	PB		
Prionopelta amabilis	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Pseudomyrmex gracilis	Formiga	LC	PB		
Pseudomyrmex phyllophilus	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Rasopone ferruginea	Formiga	ND	PB		
Rogeria scobinata	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Solenopsis iheringi	Formiga	ND	PB		
Strumigenys denticulata	**Formiga**	**LC**	**PB**		
Strumigenys elongata	Formiga	LC	PB		
Strumigenys hyphata	**Formiga**	**CR**	**PB**		
Strumigenys louisianae	Formiga	LC	PB		
Thaumatomyrmex mutilatus	**Formiga**	**CR**	**PB**		
Wasmannia auropunctata	Formiga	LC	PB		
Wasmannia iheringi	**Formiga**	**ND**	**PB**		
Ichneumonidae					
Ichneumonidae sp. 1	**Vespinha**	**ND**	**PT**		**X**
Isopoda					
Armadilidae					
Armadilium vulgarae	Tatuzinho	ND	PT	X	X
Lepidóptera					
Erebidae					
Eunomia carnicauda	**Borboleta**	**ND**	**RV**		**X**
Hesperidae					
Achlyodes mithridates	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Anastrus obliqua	Borboleta	ND	PB		
Anastrus sempiternus	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Anthoptus epictetus	Borboleta	LC	PB		
Arita arita	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Arita mubevensis	Borboleta	ND	PB		
Astraptes creteus	**Borboleta**	**ND**	**PB**		

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Astraptes enotrus	Borboleta	LC	PB		
Astraptes fulgerator	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Carystoides basoches	Borboleta	LC	PB		
Carystoides sicania	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Carystus phorcus	Borboleta	LC	PB		
Conga chydaea	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Corticea sp. 1	Borboleta	ND	PB		
Cycloglypha stellita	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Cycloglypha tisias	Borboleta	LC	PB		
Cymaenes uruba	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Damas clavus	Borboleta	LC	PB		
Elbella lamprus	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Epargyreus clavicornis	Borboleta	LC	PB		
Euphyes peneia	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Eutocus matildae	Borboleta	ND	PB		
Helias phalaenoides	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Heliopetes arsalte	Borboleta	LC	PB		
Hylephila phyleus	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Justinia justinianus	Borboleta	LC	PB		
Lento lento	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Lindra brasus	Borboleta	LC	PB		
Ludens petrovna	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Lycas argentea	Borboleta	LC	PB		
Lychnuchus celsus	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Methionopsis ina	Borboleta	ND	PB		
Metron chrysogastra	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Miltomiges cinnamomea	Borboleta	ND	PB		
Mnasilus allubita	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Morys geisa	Borboleta	ND	PB		
Mucia gulala	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Myscelus santhilarius	Borboleta	ND	PB		
Nastra sp. 1	**Borboleta**	**ND**	**RV**	**X**	**X**
Nisoniades maura	Borboleta	LC	PB		
Nyctelius nyctelius	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Onophas columbaria	Borboleta	LC	PB		
Pachyneuria inops	**Borboleta**	**LC**	**PB**		

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Panoquina ocola	Borboleta	LC	PB		
Penicula cristatus	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Perichares philetes	Borboleta	LC	PB		
Pheraeus fastus	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Polygonus savigny	Borboleta	LC	PB		
Pompeius pompeius	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Pyrgus orcus	Borboleta	ND	PB		
Pythonides limaea	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Quadrus cerialis	Borboleta	LC	PB		
Quinta lucutia	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Saliana saladin	Borboleta	ND	PB		
Saliana triangularis	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Saturnus metonidia	Borboleta	LC	PB		
Sodalia argyrospila	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Sodalia coler	Borboleta	LC	PB		
Sostrata cronion	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Spicauda sp. 1	Borboleta	ND	RV/PB		X
Tirynthia conflua	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Urbanus dorantes	Borboleta	ND	PB		
Urbanus doryssus	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Urbanus procne	Borboleta	ND	PB		
Urbanus simplicius	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Urbanus teleus	Borboleta	ND	PB		
Vehilius inca	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Vehilius seriatus	Borboleta	ND	PB		
Vehilius stictomenes	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Vertica verticalis	Borboleta	LC	PB		
Vettius fuldai	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Vettius phyllus	Borboleta	ND	PB		
Vinius letis	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Xenophanes tryxus	Borboleta	LC	PB		
Astraptes phalaecus	**Borboleta**	**ND**	**RV**	**X**	
Chioides catillus	Borboleta	LC	RV		X
Clito sp. 1	**Borboleta**	**ND**	**RV**		**X**
Coeliades sp. 1	Borboleta	ND	RV	X	
Cymaenes sp. 1	**Borboleta**	**ND**	**RV**		**X**

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Hesperiidae sp. 1	Borboleta	ND	RV		X
Spicauda sp. 1	**Borboleta**	**ND**	**RV**	**X**	
Telemiades corbulo	Borboleta	ND	RV		X
Telemiades fidelis	**Borboleta**	**ND**	**RV**		**X**
Trapezites argenteoornatus	Borboleta	ND	RV		X
Zaryapes sp. 1	**Borboleta**	**ND**	**RV**	**X**	
Lycaneidae					
Arcas imperialis	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Arzecla calatia	Borboleta	LC	PB		
Calycopis bellera	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Calycopis caulonia	Borboleta	LC	PB		
Calycopis janeirica	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Celmia celmus	Borboleta	LC	PB		
Cyanophrys herodotus	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Hemiargus hanno	Borboleta	ND	PB		
Janthecla aurora	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Kolana ligurina	Borboleta	ND	PB		
Leptotes cassius	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Ocaria thales	Borboleta	LC	PB		
Rekoa meton	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Rekoa palegon	Borboleta	LC	PB		
Strymon megarus	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Thepytus thyrea	Borboleta	LC	PB		
Theritas hemon	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Theritas phegeus	Borboleta	ND	PB		
Theritas triquetra	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Noctunidae					
Mythimna unipuncta	**Borboleta**	**ND**	**RV**	**X**	
Nymphalidae					
Actinote melanisans	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Adelpha cocala	Borboleta	LC	PB		
Adelpha falcipennis	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Adelpha gavina	Borboleta	LC	PB		
Adelpha lycorias	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Adelpha malea	Borboleta	LC	PB		
Adelpha melona	**Borboleta**	**LC**	**PB**		

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Adelpha plesaure	Borboleta	LC	PB		
Adelpha radiata	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Adelpha serpa	Borboleta	LC	PB		
Adelpha thesprotia	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Adelpha thessalia	Borboleta	LC	PB		
Anartia amathea	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Anartia jatrophae	Borboleta	LC	RV/PB	X	
Antirrhea archaea	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Archaeoprepona amphimachus	Borboleta	LC	PB		
Archaeoprepona demophon	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Archaeoprepona meander	Borboleta	ND	PB		
Battus philenor	**Borboleta**	**ND**	**RV**	**X**	
Caligo beltrao	Borboleta	LC	PB		
Caligo brasiliensis	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Caligo idomeneus	Borboleta	ND	PB		
Callithomia lenea	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Catoblepia amphirhoe	Borboleta	LC	PB		
Catonephele acontius	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Catonephele numilia	Borboleta	LC	PB		
Colobura dirce	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Consul fabius	Borboleta	LC	PB		
Dasyophthalma creusa	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Dione juno	Borboleta	LC	PB		
Dircenna dero	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Dryas iulia	Borboleta	LC	PB		
Dynastor darius	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Epiphile orea	Borboleta	LC	PB		
Episcada carcinia	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Eresia lansdorfi	Borboleta	LC	PB		
Eresia lasdorf	**Borboleta**	**ND**	**RV**		**X**
Eryphanis automedon	Borboleta	LC	PB		
Eunica volumna	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Fountainea ryphea	Borboleta	LC	PB		
Hamadryas amphinome	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Hamadryas epinome	Borboleta	LC	PB		
Heliconius besckei	**Borboleta**	**LC**	**PB**		

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Heliconius erato	Borboleta	LC	PB		
Heliconius ethilla	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Heliconius sara	Borboleta	LC	PB		
Hermeuptychia hermes	**Borboleta**	**ND**	**RV**	**X**	
Hermeuptychia atalanta	Borboleta	LC	PB		
Hypanartia bella	**Borboleta**	**LC**	**RV/PB**		**X**
Ithomia agnosia	Borboleta	LC	PB		
Ithomia drymo	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Junonia evarete	Borboleta	LC	RV/PB		X
Marpesia petreus	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Mechanitis lysimnia	Borboleta	LC	PB		
Melinaea ludovica	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Memphis editha	Borboleta	ND	PB		
Memphis philumena	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Moneuptychia paeon	Borboleta	ND	PB		
Moneuptychia soter	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Morpho helenor	Borboleta	ND	RV	X	
Morpho epistrophus	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Morpho helenor	Borboleta	LC	PB		
Morpho menelaus	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Nyphalidae sp. 1	Borboleta	ND	RV	X	
Opsiphanes quiteria	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Ortilia velica	Borboleta	ND	PB		
Pareuptychia summandosa	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Paryphthimoides eous	Borboleta	ND	PB		
Paryphthimoides grimon	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Philaethria wernickei	Borboleta	LC	PB		
Prepona pylene	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Pyrrhogyra neaerea	Borboleta	LC	PB		
Spicauda simplicius	**Borboleta**	**LC**	**RV**	**X**	
Splendeuptychia hygina	Borboleta	LC	PB		
Taygetis rufomarginata	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Tegosa claudina	Borboleta	LC	PB		
Temenis huebneri	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Vanessa brasiliensis	Borboleta	ND	RV	X	
Vanessa braziliensis	**Borboleta**	**LC**	**PB**		

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Vanessa carie	Borboleta	ND	RV		X
Vanessa carye	**Borboleta**	**LC**	**RV**	**X**	**X**
Zischkaia warreni	Borboleta	LC	RV		X
Papilionidae					
Eurytides dolicaon	Borboleta	LC	PB		
Heraclides thoas	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Parides zacynthus	Borboleta	LC	PB		
Protesilaus protesilaus	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Pieridae					
Anteos menippe	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Archonias brassolis	Borboleta	LC	RV/PB	X	X
Dismorphia amphione	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Eurema albula	Borboleta	ND	PB		
Leucidia elvina	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Melete lycimnia	Borboleta	LC	PB		
Phobis neocypris	**Borboleta**	**ND**	**RV**		**X**
Riodinidae					
Emesis fatimella	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Eurybia molochina	Borboleta	LC	PB		
Eurybia pergaea	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Euselasia hygenius	Borboleta	ND	PB		
Euselasia thucydides	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Harveyope zerna	Borboleta	ND	PB		
Ionotus alector	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Ithomiola nepos	Borboleta	LC	PB		
Leucochimona icare	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Menander felsina	Borboleta	ND	PB		
Menander menander	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Mesosemia odice	Borboleta	ND	PB		
Metacharis ptolomaeus	**Borboleta**	**ND**	**PB**		
Napaea joinvilea	Borboleta	LC	PB		
Panara aureizona	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Pseudotinea hemis	Borboleta	LC	PB		
Symmachia menetas	**Borboleta**	**LC**	**PB**		
Syrmatia nyx	Borboleta	LC	PB		
Voltinia cebrenia	**Borboleta**	**ND**	**PB**		

Táxon	Nome popular	SC	MT	Área	
				AID	AC
Opiliones					
Gonyleptidae					
Magnispina sp. 1	Opilião	ND	PT	X	X
Orthoptera					
Grillidae					
Grillidae sp. 1	**Grilo**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Poduromorpha					
Hipogastruridae					
Hipogastrura sp. 1	Colembolo	ND	PT	X	X
Hipogastruridae sp. 1	**Colembolo**	**ND**	**PT**	**X**	**X**
Polydesmida					
Polydemidae					
Caucasus sp. 1	Piolho de Cobra	ND	PT	X	
Symphypleona					
Siminthuridae					
Siminthuridae sp. 1	**Colembolo**	**ND**	**PT**	**X**	
Siminthuridae sp. 1	**Colembolo**	**ND**	**PT**	**X**	

Legenda: S.C. = Status de Conservação: ND=Nada Consta; DD= Dados Faltantes; LC= Menos Preocupante; CR= Criticamente Ameaçada; conforme: Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (PORTARIA Nº - 444/2022 do Ministério do Meio Ambiente) e Lista das Espécies Ameaçadas de Extinção do estado do Paraná (DECRETO Nº 6.039). AID= área de influência dieta; AC= área controle. Registro: PT=Pitfall; RV=Rede de Varredura; PB=Pesquisa Bibliográfica.

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

ANEXO C – ESPÉCIES DE ANFÍBIOS DE PROVÁVEL OCORRÊNCIA E REGISTRADAS NAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM DO PRESENTE DIAGNÓSTICO

Táxon	Nome Comum	Categoria de Ameaça	END	Inverno 2023	Inverno 2024	Primavera 2024
Anura						
Alsodidae (1)						
Limnomedusa macroglosa	Rã-das-enxurradas					
Brachycephalidae (3)						
Ischnocnema henselii	rãzinha-do-folhiço		END/MA	PE; BA		
Ischnochnema guentheri	rãzinha-do-folhiço					
Ischnochnema aff manezinho	rãzinha-do-folhiço					PE
Bufonidae (4)						
Dendrophryniscus berthalutzae	sapinho-da-bromélia		END/MA			
Dendrophryniscus leucomystax	sapinho-da-bromélia		END/MA			
Rhinella ornata	sapo		END/MA	BA	PE	PE; BA
Rhinella icterica	sapo		END/MA			
Craugastoridae (1)						
Haddadus binotatus	rã-do-folhiço		END/MA			
Centrolenidae (1)						
Vitreorana uranoscopa	perereca-de-vidro		END/MA			
Cycloramphidae (2)						
Cycloramphus bolitoglossus	sapo		END/MA			
Cycloramphus izecksohni	sapo		END/MA			
Hemiphractidae (2)						
Fritziana mitus	perereca		END/MA			
Gastrotheca microdiscus	perereca-marsupial		END/MA			
Hylidae (28)						
Aparasphenodon bokermanni	perereca-de-capacete		END/MA			
Aplastodiscus ehrhardti	perereca-flautinha		END/MA			
Aplastodiscus albosignatus	perereca-verde		END/MA			
Boana albomarginata	perereca-verde		END/MA			
Boana bischoffi	perereca		END/MA			
Boana faber	sapo-martelo		END/MA	PE		PE
Boana guentheri	perereca		END/MA		PE	
Boana semilineata	perereca		END/MA			
Bokermannohyla circumdata	perereca		END/MA			
Bokermannohyla hylax	perereca		END/MA	PE		
Dendropsophus berthalutze	pererequinha		END/MA			

Táxon	Nome Comum	Categoria de Ameaça	END	Inverno 2023	Inverno 2024	Primavera 2024
Dendropsophus elegans	pererequinha		END/MA			
Dendropsophus microps	pererequinha		END/MA		PE	PE
Dendropsophus minutus	perereca-ampulheta			PE		
Dendropsophus sanborni	pererequinha					
Dendropsophus werneri	pererequinha		END/MA			PE
Itapotihyla langsdorffii	perereca-castanhola		END/MA			
Scinax argyreornatus	pererequinha		END/MA			
Scinax catharinae	pererequinha		END/MA	BA		
Scinax littoralis	pererequinha		END/MA			
Scinax rizibilis	pererequinha		END/MA			
Scinax perpusillus	pererequinha		END/MA			
Scinax fuscovarius	perereca-de-banheiro					PE
Scinax granulatus	perereca-de-banheiro					
Scinax imbegue	pererequinha		END/MA			
Scinax perereca	pererequinha				PE	
Scinax tymbamirim	pererequinha		END/MA	PE	PE	
Trachycephalus mesophaeus	prereca-leiteira		END/MA			
Hylodidae (3)						
*Crossodactylus sp.**			END/MA			
Hylodes heyeri	rã-de-corredeira		END/MA			
Hylodes perplicatus	rã-de-corredeira		END/MA			
Leptodactylidae (11)						
Adenomera araucaria	razinha-do-folhiço		END/MA			
Adenomera bokermanni	razinha-do-folhiço		END/MA			
Adenomera nana	razinha-do-folhiço		END/MA	PE	PE	PE
Leptodactylus cf paranaru	rã-manteiga		END/MA		PE	
Leptodactylus luctator	rã-manteiga					
Leptodactylus notoaktites	rã		END/MA			
Physalaemus sp	rã		END/MA			
Physalaemus cuvieri	rã-cachorro					
Physalaemus lateristriga	rãzinha		END/MA			
Physalaemus nanus	rãzinha					
Scythrophrys sawayae	rã		END/MA			
Microhylidae (2)						
Chiasmocleis leucosticta	râzinha		END/MA			
Elachistocleis bicolor	rã-guardinha		END/MA			VO/BA

Táxon	Nome Comum	Categoria de Ameaça	END	Inverno 2023	Inverno 2024	Primavera 2024
Odontophrynidae (2)						
Odontophrynus americanus	sapo-boi-mocho		END/MA			
Proceratophrys boiei	sapo-de-chifre		END/MA			
Phyllomedusidae (1)						
Phyllomedusa distincta	perereca-das-folhagens		END/MA			
Gymnophiona (4)						
Siphonopidae (2)						
Luetkenotyphlus brasiliensis	cobra-cega		END/MA			
Siphonops annulatus	cobra-cega					
Typhlonectidae (2)						
Chthonerpeton indistinctum	cobra-cega					
Chthonerpeton viviparum	cobra-cega					

Legenda: END/MA= Endêmica da Mata Atlântica, EXÓTICA= espécie exótica; Categoria de ameaça: LC=Pouco preocupante; NT=Quase ameaçada; VU=Vulnerável; EN=Em perigo; CR=Criticamente ameaçada; conforme IUCN=International Union for Conservation of Nature (2024); PARANÁ= Lista das espécies de fauna ameaçadas de extinção do estado do Paraná (Decreto n°6040, 2024); MMA= Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (PORTARIA Nº - 148/2022). Registro: BA= Busca Ativa; PE= Ponto de Escuta; VO= Vocalização.

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

ANEXO D – ESPÉCIES DE RÉPTEIS DE PROVÁVEL OCORRÊNCIA E REGISTRADAS NAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM DO PRESENTE DIAGNÓSTICO DE FAUNA

Táxon	Nome Comum	Categoria de Ameaça	END	Inverno 2023	Inverno 2024	Primavera 2024
Crocodylia						
Alligatoridae (1)						
Caiman latirostris	jacaré-do-papo-amarelo					
Testudines						
Chelidae (3)						
Acanthochelys spixii	cágado-preto					
Phrynops hilarii	cágado-de-barbela					
Hydromedusa tectifera	cágado-pescoço-de-cobra					
Emydidae (2)						
Trachemys dorbigni	tigre-d'água					
Trachemys scripta	tigre-d'água-americano		EXÓTICA			
Squamata						
Anguidae (1)						
Ophiodes striatus	cobra-de-vidro					
Gekkonidae (1)						
Hemidactylus mabouia	lagartixa-de-parede		EXÓTICA			
Gymnophthalmidae (5)						
Cercosaura schreibersii	lagartinho					
Colobodactylus taunayi	lagartinho		END/MA			
Ecpleopus gaudichaudii	lagartinho					
Placosoma cordylinum	lagartinho		END/MA			
Placosoma glabellum	lagartinho		END/MA			
Leiosauridae (3)						
Anisolepis grilli	lagartinho		END/MA			
Enyalius iheringii	iguaninha-verde		END/MA			
Urostrophus vautieri	lagartinho					
Mabuyidae (1)						
Aspronema dorsivittatum	mabuia					
Teiidae (1)						
Salvator merianae	teiú					
Amphisbaenidae (3)						
Amphisbaena arenicola	cobra-cega					
Amphisbaena mertensi	cobra-cega					

Táxon	Nome Comum	Categoria de Ameaça	END	Inverno 2023	Inverno 2024	Primavera 2024
Leposternon microcephalum	cobra-cega			BA		
Colubridae (6)						
Chironius cf bicarinatus	cobra-cipó		END/MA			
Chironius exoletus	cobra-cipó					
Chironius foveatus	cobra-cipó		END/MA			
Chironius fuscus	cobra-cipó		END/MA			
Chironius laevicollis	cobra-cipó		END/MA			
Spilotes pullatus	caninana					
Dipsadidae (32)						
Atractus trihedrurus	cobra-da-terra		END/MA			
Caaeteboia amarali	cobrinha-marrom-do-litoral		END/MA			
Cercophis auratus	cobrinha					
Clelia plumbea	muçurana					
Dipsas albifrons	dormideira		END/MA			
Dipsas alternans	dormideira		END/MA			
Dipsas variegata	dormideira		END/MA			BA
Dipsas indica	dormideira		END/MA			
Dipsas neuwiedi	papa-lesma		END/MA	BA		
Echinanthera cephalostriata	cobra-cipó		END/MA			
Echinanthera cyanopleura	cobra-cipó		END/MA			
Echinanthera undulata	cobra-cipó		END/MA			
Erythrolamprus aesculapii	falsa-coral					
Erythrolamprus miliaris	cobra-d'água			BA		BA
Erythrolamprus semiaureus	cobra-d'água					
Helicops carinicaudus	cobra-d'água		END/MA			
Imantodes cenchoa	dormideira					
Mastigodryas bifossatus	jararacuçu-do-brejo					
Oxyrhopus clathratus	falsa-coral		END/MA			
Philodryas aestiva	cobra-verde					
Philodryas olfersii	cobra-verde					
Philodryas patagoniensis	papa-pinto					
Sordellina punctata	cobrinha-preta-do-litoral		END/MA			
Siphlophis longicaudatus	dormideira-cipó		END/MA			
Siphlophis pulcher	falsa-coral					
Taeniophallus bilineatus	corredeira-do-mato-pequena		END/MA			
Taeniophallus persimilis	corredeira-do-mato		END/MA			

Táxon	Nome Comum	Categoria de Ameaça	END	Inverno 2023	Inverno 2024	Primavera 2024
Thamnodynastes strigatus	cobra-espada					
Tomodon dorsatus	cobra-espada		END/MA			
Tropidodryas serra	cobra-espada		END/MA			
Tropidodryas striaticeps	cobra-espada		END/MA			
Xenodon neuwiedii	boipeva					BA
Elapidae (3)						
Micrurus altirostris	cobra-coral					
Micrurus corallinus	cobra-coral		END/MA			
Micrurus decoratus	cobra-coral		END/MA			
Viperidae (2)						
Bothrops jararaca	jararaca		END/MA			BA
Bothrops jararacussu	jararacuçu		END/MA			

Legenda: END/MA= Endêmica da Mata Atlântica, EXÓTICA= espécie exótica; Categoria de ameaça: LC=Pouco preocupante; NT=Quase ameaçada; VU=Vulnerável; EN=Em perigo; CR=Criticamente ameaçada; conforme IUCN=International Union for Conservation of Nature (2024); PARANÁ= Lista das espécies de fauna ameaçadas de extinção do estado do Paraná (Decreto n°6040, 2024); MMA= Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (PORTARIA Nº - 148/2022). Registro: BA= Busca Ativa; RO= Registro Ocasional.

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

ANEXO E – LISTA DAS ESPÉCIES DE AVES COM PROVÁVEL OCORRÊNCIA PARA A ÁREA DE ESTUDO E REGISTRADAS DURANTE AS TRÊS CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM. SÃO APRESENTADAS AS ORDENS, FAMÍLIAS, ESPÉCIES, NOMES COMUNS, STATUS DE OCORRÊNCIA E GRAU DE AMEAÇA NOS ÂMBITOS GLOBAL, NACIONAL E ESTADUAL

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens			
						EIA	C1	C2	C3
Tinamiformes	Tinamidae	*Tinamus solitarius*	macuco	BR	VU-LC-NT				
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus obsoletus*	inhambuguaçu	BR		1	1		
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus noctivagus*	jaó-do-sul	BR, En	EN-LC-NT	2	1		1
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus tataupa*	inhambu-chintã	BR					
Tinamiformes	Tinamidae	*Nothura maculosa*	codorna-amarela	BR					
Anseriformes	Anatidae	*Spatula versicolor*	marreca-cricri	BR, VI (W)		1	1		
Galliformes	Cracidae	*Penelope superciliaris*	jacupemba	BR	LC-LC-NT				
Galliformes	Cracidae	*Penelope obscura*	jacuguaçu	BR		2		1	1
Galliformes	Cracidae	*Aburria jacutinga*	jacutinga	BR	EN-EN-EN				
Galliformes	Cracidae	*Ortalis squamata*	aracuã-escamoso	BR, En	VU-LC-LC	2	1	1	
Galliformes	Odontophoridae	*Odontophorus capueira*	uru	BR					
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	pombo-doméstico	BR, In					
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas picazuro*	pomba-asa-branca	BR		3	1	1	1
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas cayennensis*	pomba-galega	BR					
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas plumbea*	pomba-amargosa	BR					
Columbiformes	Columbidae	*Geotrygon montana*	pariri	BR					
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	juriti-pupu	BR		2	1		1
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila rufaxilla*	juriti-de-testa-branca	BR					
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*	avoante	BR					
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	rolinha-roxa	BR		2	1		1
Columbiformes	Columbidae	*Columbina picui*	rolinha-picuí	BR					
Cuculiformes	Cuculidae	*Guira guira*	anu-branco	BR					
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga ani*	anu-preto	BR					
Cuculiformes	Cuculidae	*Tapera naevia*	saci	BR					
Cuculiformes	Cuculidae	*Dromococcyx pavoninus*	peixe-frito-pavonino	BR					
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	alma-de-gato	BR		2	1		1
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus melacoryphus*	papa-lagarta-acanelado	BR					
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus euleri*	papa-lagarta-de-euler	BR					
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius griseus*	urutau	BR					
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Antrostomus rufus*	joão-corta-pau	BR	EN-LC-LC				
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Antrostomus sericocaudatus*	bacurau-rabo-de-seda	BR	EN-LC-LC				
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Lurocalis semitorquatus*	tuju	BR					
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	bacurau	BR					
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Hydropsalis parvula*	bacurau-chintã	BR					
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Hydropsalis longirostris*	bacurau-da-telha	BR					
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Hydropsalis torquata*	bacurau-tesoura	BR					
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Podager nacunda*	corucão	BR					
Apodiformes	Apodidae	*Cypseloides fumigatus*	taperuçu-preto	BR					
Apodiformes	Apodidae	*Cypseloides senex*	taperuçu-velho	BR					
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	taperuçu-de-coleira-branca	BR					
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne biscutata*	taperuçu-de-coleira-falha	BR					
Apodiformes	Apodidae	*Chaetura cinereiventris*	andorinhão-de-sobre-cinzento	BR		2		1	1
Apodiformes	Apodidae	*Chaetura meridionalis*	andorinhão-do-temporal	BR					
Apodiformes	Apodidae	*Panyptila cayennensis*	andorinhão-estofador	BR	VU-LC-LC				
Apodiformes	Trochilidae	*Florisuga fusca*	beija-flor-preto	BR		1			1
Apodiformes	Trochilidae	*Ramphodon naevius*	beija-flor-rajado	BR, En		3	1	1	1
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis squalidus*	rabo-branco-pequeno	BR, En					
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis eurynome*	rabo-branco-de-garganta-rajada	BR					
Apodiformes	Trochilidae	*Heliothryx auritus*	beija-flor-de-bochecha-azul	BR	DD-LC-LC				
Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax nigricollis*	beija-flor-de-veste-preta	BR					
Apodiformes	Trochilidae	*Lophornis chalybeus*	topetinho-verde	BR	LC-LC-NT				
Apodiformes	Trochilidae	*Heliodoxa rubricauda*	beija-flor-rubi	BR, En					
Apodiformes	Trochilidae	*Calliphlox amethystina*	estrelinha-ametista	BR					
Apodiformes	Trochilidae	*Chlorostilbon lucidus*	besourinho-de-bico-vermelho	BR					
Apodiformes	Trochilidae	*Stephanoxis loddigesii*	beija-flor-de-topete-azul	BR					
Apodiformes	Trochilidae	*Thalurania glaucopis*	beija-flor-de-fronte-violeta	BR		2		1	1

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens EIA	C1	C2	C3
Apodiformes	Trochilidae	*Eupetomena macroura*	beija-flor-tesoura	BR		1		1	
Apodiformes	Trochilidae	*Aphantochroa cirrochloris*	beija-flor-cinza	BR		3	1	1	1
Apodiformes	Trochilidae	*Chrysuronia versicolor*	beija-flor-de-banda-branca	BR		1	1		
Apodiformes	Trochilidae	*Leucochloris albicollis*	beija-flor-de-papo-branco	BR					
Apodiformes	Trochilidae	*Chionomesa fimbriata*	beija-flor-de-garganta-verde	BR		1			1
Apodiformes	Trochilidae	*Hylocharis chrysura*	beija-flor-dourado	BR					
Gruiformes	Aramidae	*Aramus guarauna*	carão	BR					
Gruiformes	Rallidae	*Rallus longirostris*	saracura-matraca	BR	VU-LC-LC				
Gruiformes	Rallidae	*Porphyrio martinica*	frango-d'água-azul	BR					
Gruiformes	Rallidae	*Laterallus flaviventer*	sanã-amarela	BR	EN-LC-LC				
Gruiformes	Rallidae	*Laterallus melanophaius*	sanã-parda	BR					
Gruiformes	Rallidae	*Laterallus exilis*	sanã-do-capim	BR	NT-LC-LC				
Gruiformes	Rallidae	*Laterallus leucopyrrhus*	sanã-vermelha	BR					
Gruiformes	Rallidae	*Mustelirallus albicollis*	sanã-carijó	BR					
Gruiformes	Rallidae	*Pardirallus maculatus*	saracura-carijó	BR	NT-LC-LC				
Gruiformes	Rallidae	*Pardirallus nigricans*	saracura-sanã	BR		1			1
Gruiformes	Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	saracura-do-banhado	BR					
Gruiformes	Rallidae	*Amaurolimnas concolor*	saracura-lisa	BR	VU-LC-LC				
Gruiformes	Rallidae	*Aramides mangle*	saracura-do-mangue	BR	DD-LC-LC				
Gruiformes	Rallidae	*Aramides cajaneus*	saracura-três-potes	BR		1			1
Gruiformes	Rallidae	*Aramides saracura*	saracura-do-mato	BR		3	1	1	1
Gruiformes	Rallidae	*Porphyriops melanops*	galinha-d'água-carijó	BR					
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	galinha-d'água	BR					
Gruiformes	Rallidae	*Fulica rufifrons*	carqueja-de-escudo-vermelho	BR	DD-LC-LC				
Gruiformes	Rallidae	*Fulica armillata*	carqueja-de-bico-manchado	BR					
Gruiformes	Heliornithidae	*Heliornis fulica*	picaparra	BR	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	quero-quero	BR		1		1	
Charadriiformes	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	piru-piru	BR		1		1	
Charadriiformes	Laridae	*Larus dominicanus*	gaivotão	BR		1		1	
Charadriiformes	Laridae	*Sterna trudeaui*	trinta-réis-de-coroa-branca	BR	NT-LC-LC	1		1	
Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	fragata	BR		3	1	1	1
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	biguá	BR		1		1	
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	socó-dorminhoco	BR		1		1	
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	garça-branca-grande	BR		1		1	
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	garça-branca-pequena	BR		1		1	
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	garça-azul	BR		1		1	
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Phimosus infuscatus*	tapicuru	BR		1		1	
Cathartiformes	Cathartidae	*Sarcoramphus papa*	urubu-rei	BR					
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	urubu-preto	BR		3	1	1	1
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	urubu-de-cabeça-vermelha	BR, VA (N)		3	1	1	1
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	urubu-de-cabeça-amarela	BR					
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	águia-pescadora	VI (N)					
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	gavião-peneira	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	gavião-caracoleiro	BR	VU-LC-LC				
Accipitriformes	Accipitridae	*Leptodon cayanensis*	gavião-gato	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	gavião-tesoura	BR, VA# (N)		1		1	
Accipitriformes	Accipitridae	*Spizaetus tyrannus*	gavião-pega-macaco	BR	VU-LC-LC				
Accipitriformes	Accipitridae	*Spizaetus melanoleucus*	gavião-pato	BR	VU-LC-LC				
Accipitriformes	Accipitridae	*Spizaetus ornatus*	gavião-de-penacho	BR	EN-LC-NT				
Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	gavião-caramujeiro	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Harpagus diodon*	gavião-bombachinha	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Ictinia plumbea*	sovi	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus buffoni*	gavião-do-banhado	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Hieraspiza superciliosa*	tauató-passarinho	BR	NT-LC-LC				
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter poliogaster*	tauató-pintado	BR	VU-LC-NT				
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	tauató-miúdo	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter bicolor*	gavião-bombachinha-grande	BR	NT-LC-LC				
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranospiza caerulescens*	gavião-pernilongo	BR					

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens EIA	C1	C2	C3
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus aequinoctialis*	gavião-caranguejeiro	BR	CR-LC-NT				
Accipitriformes	Accipitridae	*Heterospizias meridionalis*	gavião-caboclo	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Amadonastur lacernulatus*	gavião-pombo-pequeno	BR, En	EN-VU-VU				
Accipitriformes	Accipitridae	*Urubitinga urubitinga*	gavião-preto	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	gavião-carijó	BR		3	1	1	1
Accipitriformes	Accipitridae	*Parabuteo leucorrhous*	gavião-de-sobre-branco	BR	NT-LC-LC				
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	gavião-de-rabo-branco	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Pseudastur polionotus*	gavião-pombo-grande	BR	NT-LC-NT				
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	gavião-de-cauda-curta	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo swainsoni*	gavião-papa-gafanhoto	VI (N)	DD-LC-LC				
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto furcata*	suindara	BR					
Strigiformes	Strigidae	*Megascops choliba*	corujinha-do-mato	BR					
Strigiformes	Strigidae	*Megascops sanctaecatarinae*	corujinha-do-sul	BR					
Strigiformes	Strigidae	*Megascops atricapilla*	corujinha-sapo	BR					
Strigiformes	Strigidae	*Pulsatrix koeniswaldiana*	murucututu-de-barriga-amarela	BR					
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	jacurutu	BR	NT-LC-LC				
Strigiformes	Strigidae	*Strix virgata*	coruja-do-mato	BR					
Strigiformes	Strigidae	*Strix huhula*	coruja-preta	BR	CR-LC-LC				
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium minutissimum*	caburé-miudinho	BR	VU-LC-LC				
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	coruja-buraqueira	BR					
Strigiformes	Strigidae	*Asio clamator*	coruja-orelhuda	BR					
Strigiformes	Strigidae	*Asio stygius*	mocho-diabo	BR					
Strigiformes	Strigidae	*Asio flammeus*	mocho-dos-banhados	BR	NT-LC-LC				
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon viridis*	surucuá-de-barriga-amarela	BR		2	1		1
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon surrucura*	surucuá-variado	BR					
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon chrysochloros*	surucuá-dourado	BR					
Coraciiformes	Momotidae	*Baryphthengus ruficapillus*	juruva	BR					
Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	martim-pescador-grande	BR		2	1	1	
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	martim-pescador-verde	BR					
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle aenea*	martim-pescador-miúdo	BR	NT-LC-LC				
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	martim-pescador-pequeno	BR					
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle inda*	martim-pescador-da-mata	BR	NT-LC-LC				
Galbuliformes	Bucconidae	*Nonnula rubecula*	macuru	BR					
Galbuliformes	Bucconidae	*Malacoptila striata*	barbudo-rajado	BR, En					
Galbuliformes	Bucconidae	*Notharchus swainsoni*	macuru-de-barriga-castanha	BR	NT-LC-LC				
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos toco*	tucanuçu	BR					
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos vitellinus*	tucano-de-bico-preto	BR		1			1
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos dicolorus*	tucano-de-bico-verde	BR		3	1	1	1
Piciformes	Ramphastidae	*Selenidera maculirostris*	araçari-poca	BR		1			1
Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus bailloni*	araçari-banana	BR	VU-LC-NT				
Piciformes	Picidae	*Picumnus temminckii*	picapauzinho-de-coleira	BR		3	1	1	1
Piciformes	Picidae	*Melanerpes candidus*	pica-pau-branco	BR					
Piciformes	Picidae	*Melanerpes flavifrons*	benedito-de-testa-amarela	BR					
Piciformes	Picidae	*Veniliornis spilogaster*	pica-pau-verde-carijó	BR		1		1	
Piciformes	Picidae	*Campephilus robustus*	pica-pau-rei	BR					
Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	pica-pau-de-banda-branca	BR					
Piciformes	Picidae	*Celeus galeatus*	pica-pau-de-cara-canela	BR	EN-EN-VU				
Piciformes	Picidae	*Celeus flavescens*	pica-pau-de-cabeça-amarela	BR		2	1		1
Piciformes	Picidae	*Piculus flavigula*	pica-pau-bufador	BR					
Piciformes	Picidae	*Piculus aurulentus*	pica-pau-dourado	BR	LC-LC-NT				
Piciformes	Picidae	*Colaptes melanochloros*	pica-pau-verde-barrado	BR					
Piciformes	Picidae	*Colaptes campestris*	pica-pau-do-campo	BR					
Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	acauã	BR					
Falconiformes	Falconidae	*Micrastur ruficollis*	falcão-caburé	BR					
Falconiformes	Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	falcão-relógio	BR		1			1
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	carcará	BR		3	1	1	1
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*	carrapateiro	BR		3	1	1	1
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimango*	chimango	BR					

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens EIA	C1	C2	C3
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	quiriquiri	BR					
Falconiformes	Falconidae	*Falco femoralis*	falcão-de-coleira	BR					
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	falcão-peregrino	VI (N)					
Psittaciformes	Psittacidae	*Touit melanonotus*	apuim-de-costas-pretas	BR, En	VU-VU-NT				
Psittaciformes	Psittacidae	*Myiopsitta monachus*	caturrita	BR					
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris tirica*	periquito-rico	BR, En		3	1	1	1
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionopsitta pileata*	cuiú-cuiú	BR					
Psittaciformes	Psittacidae	*Triclaria malachitacea*	sabiá-cica	BR, En	NT-LC-LC				
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus maximiliani*	maitaca-verde	BR		2	1		1
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona aestiva*	papagaio-verdadeiro	BR	LC-LC-NT				
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona brasiliensis*	papagaio-de-cara-roxa	BR, En	VU-LC-NT				
Psittaciformes	Psittacidae	*Forpus xanthopterygius*	tuim	BR		1		1	
Psittaciformes	Psittacidae	*Pyrrhura frontalis*	tiriba-de-testa-vermelha	BR		2	1		1
Psittaciformes	Psittacidae	*Psittacara leucophthalmus*	periquitão	BR					
Passeriformes	Thamnophilidae	*Terenura maculata*	zidedê	BR		1	1		
Passeriformes	Thamnophilidae	*Myrmotherula unicolor*	choquinha-cinzenta	BR, En	LC-LC-NT	1			1
Passeriformes	Thamnophilidae	*Formicivora acutirostris*	bicudinho-do-brejo	BR, En	EN-VU-NT				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Rhopias gularis*	choquinha-de-garganta-pintada	BR, En					
Passeriformes	Thamnophilidae	*Dysithamnus stictothorax*	choquinha-de-peito-pintado	BR, En	LC-LC-NT				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Dysithamnus mentalis*	choquinha-lisa	BR		1			1
Passeriformes	Thamnophilidae	*Dysithamnus xanthopterus*	choquinha-de-asa-ferrugem	BR, En	VU-LC-LC				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Herpsilochmus rufimarginatus*	chorozinho-de-asa-vermelha	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus ruficapillus*	choca-de-chapéu-vermelho	BR					
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus caerulescens*	choca-da-mata	BR		2	1		1
Passeriformes	Thamnophilidae	*Hypoedaleus guttatus*	chocão-carijó	BR		1		1	
Passeriformes	Thamnophilidae	*Batara cinerea*	matracão	BR					
Passeriformes	Thamnophilidae	*Mackenziaena severa*	borralhara	BR					
Passeriformes	Thamnophilidae	*Myrmoderus squamosus*	papa-formiga-de-grota	BR, En	NT-LC-LC	2	1		1
Passeriformes	Thamnophilidae	*Pyriglena leucoptera*	papa-taoca-do-sul	BR		2	1		1
Passeriformes	Thamnophilidae	*Drymophila ferruginea*	dituí	BR, En		1			1
Passeriformes	Thamnophilidae	*Drymophila ochropyga*	choquinha-de-dorso-vermelho	BR, En	LC-LC-NT				
Passeriformes	Thamnophilidae	*Drymophila malura*	choquinha-carijó	BR					
Passeriformes	Thamnophilidae	*Drymophila squamata*	pintadinho	BR, En		2	1		1
Passeriformes	Conopophagidae	*Conopophaga melanops*	cuspidor-de-máscara-preta	BR, En		2	1		1
Passeriformes	Conopophagidae	*Conopophaga lineata*	chupa-dente	BR					
Passeriformes	Grallariidae	*Grallaria varia*	tovacuçu	BR					
Passeriformes	Grallariidae	*Cryptopezus nattereri*	pinto-do-mato	BR	NT-LC-LC				
Passeriformes	Rhinocryptidae	*Psilorhamphus guttatus*	tapaculo-pintado	BR		1	1		
Passeriformes	Rhinocryptidae	*Merulaxis ater*	entufado	BR, En	VU-LC-LC				
Passeriformes	Rhinocryptidae	*Eleoscytalopus indigoticus*	macuquinho	BR, En		1			1
Passeriformes	Rhinocryptidae	*Scytalopus speluncae*	tapaculo-preto	BR, En					
Passeriformes	Formicariidae	*Formicarius colma*	galinha-do-mato	BR					
Passeriformes	Formicariidae	*Chamaeza campanisona*	tovaca-campainha	BR					
Passeriformes	Scleruridae	*Sclerurus scansor*	vira-folha	BR					
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Sittasomus griseicapillus*	arapaçu-verde	BR		1			1
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Dendrocincla turdina*	arapaçu-liso	BR		1			1
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Dendrocolaptes platyrostris*	arapaçu-grande	BR		1			1
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Xiphocolaptes albicollis*	arapaçu-de-garganta-branca	BR					
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Xiphorhynchus fuscus*	arapaçu-rajado	BR		2	1		1
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Campylorhamphus falcularius*	arapaçu-de-bico-torto	BR					
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Lepidocolaptes falcinellus*	arapaçu-escamoso-do-sul	BR					
Passeriformes	Xenopidae	*Xenops minutus*	bico-virado-miúdo	BR					
Passeriformes	Xenopidae	*Xenops rutilans*	bico-virado-carijó	BR					
Passeriformes	Furnariidae	*Furnarius rufus*	joão-de-barro	BR		1		1	
Passeriformes	Furnariidae	*Lochmias nematura*	joão-porca	BR					
Passeriformes	Furnariidae	*Phleocryptes melanops*	bate-bico	BR	EN-LC-LC				
Passeriformes	Furnariidae	*Anabazenops fuscus*	trepador-coleira	BR, En					
Passeriformes	Furnariidae	*Cichlocolaptes leucophrus*	trepador-sobrancelha	BR, En		1			1

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens EIA	C1	C2	C3
Passeriformes	Furnariidae	*Heliobletus contaminatus*	trepadorzinho	BR					
Passeriformes	Furnariidae	*Philydor atricapillus*	limpa-folha-coroado	BR		2	1		1
Passeriformes	Furnariidae	*Anabacerthia amaurotis*	limpa-folha-miúdo	BR	NT-LC-NT				
Passeriformes	Furnariidae	*Anabacerthia lichtensteini*	limpa-folha-ocráceo	BR					
Passeriformes	Furnariidae	*Dendroma rufa*	limpa-folha-de-testa-baia	BR					
Passeriformes	Furnariidae	*Automolus leucophthalmus*	barranqueiro-de-olho-branco	BR					
Passeriformes	Furnariidae	*Cranioleuca obsoleta*	arredio-oliváceo	BR					
Passeriformes	Furnariidae	*Cranioleuca pallida*	arredio-pálido	BR, En					
Passeriformes	Furnariidae	*Certhiaxis cinnamomeus*	curutié	BR		1	1		
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis ruficapilla*	pichororé	BR		2	1		1
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis spixi*	joão-teneném	BR					
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis albescens*	uí-pi	BR					
Passeriformes	Pipridae	*Ilicura militaris*	tangarazinho	BR, En		1	1		
Passeriformes	Pipridae	*Chiroxiphia caudata*	tangará	BR		2	1		1
Passeriformes	Pipridae	*Manacus manacus*	rendeira	BR		2	1		1
Passeriformes	Cotingidae	*Carpornis cucullata*	corocoxó	BR, En					
Passeriformes	Cotingidae	*Carpornis melanocephala*	sabiá-pimenta	BR, En	VU-NT-NT				
Passeriformes	Cotingidae	*Pyroderus scutatus*	pavó	BR	NT-LC-LC				
Passeriformes	Cotingidae	*Lipaugus lanioides*	tropeiro-da-serra	BR, En	VU-LC-LC				
Passeriformes	Cotingidae	*Procnias nudicollis*	araponga	BR	LC-LC-NT				
Passeriformes	Tityridae	*Schiffornis virescens*	flautim	BR		2	1		1
Passeriformes	Tityridae	*Tityra inquisitor*	anambé-branco-de-bochecha-parda	BR					
Passeriformes	Tityridae	*Tityra cayana*	anambé-branco-de-rabo-preto	BR					
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus viridis*	caneleiro-verde	BR					
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus castaneus*	caneleiro	BR					
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus polychopterus*	caneleiro-preto	BR					
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus marginatus*	caneleiro-bordado	BR	VU-LC-LC				
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus validus*	caneleiro-de-chapéu-preto	BR					
Passeriformes	Oxyruncidae	*Oxyruncus cristatus*	araponga-do-horto	BR					
Passeriformes	Onychorhynchidae	*Onychorhynchus swainsoni*	maria-leque-do-sudeste	BR, En	VU-VU-VU				
Passeriformes	Onychorhynchidae	*Myiobius barbatus*	assanhadinho	BR					
Passeriformes	Onychorhynchidae	*Myiobius atricaudus*	assanhadinho-de-cauda-preta	BR					
Passeriformes	Pipritidae	*Piprites chloris*	papinho-amarelo	BR	VU-LC-LC				
Passeriformes	Platyrinchidae	*Platyrinchus mystaceus*	patinho	BR		1			1
Passeriformes	Platyrinchidae	*Platyrinchus leucoryphus*	patinho-de-asa-castanha	BR	VU-VU-VU				
Passeriformes	Tachurisidae	*Tachuris rubrigastra*	papa-piri	BR	EN-LC-LC				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Mionectes rufiventris*	abre-asa-de-cabeça-cinza	BR		1			1
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Leptopogon amaurocephalus*	cabeçudo	BR		1			1
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Phylloscartes ventralis*	borboletinha-do-mato	BR					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Phylloscartes kronei*	maria-da-restinga	BR, En		2	1		1
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Phylloscartes paulista*	não-pode-parar	BR	VU-LC-NT				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Phylloscartes oustaleti*	papa-moscas-de-olheiras	BR, En	LC-LC-NT				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Phylloscartes difficilis*	estalinho	BR, En	VU-LC-LC				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Phylloscartes sylviolus*	maria-pequena	BR	VU-LC-NT				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Tolmomyias sulphurescens*	bico-chato-de-orelha-preta	BR		1			1
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Todirostrum poliocephalum*	teque-teque	BR, En		1			1
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Todirostrum cinereum*	ferreirinho-relógio	BR		1			1
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Poecilotriccus plumbeiceps*	tororó	BR					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Myiornis auricularis*	miudinho	BR		2	1		1
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus diops*	olho-falso	BR					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus obsoletus*	catraca	BR					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus orbitatus*	tiririzinho-do-mato	BR, En	LC-LC-NT				
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus nidipendulus*	tachuri-campainha	BR, En					
Passeriformes	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus kaempferi*	maria-catarinense	BR, En	EN-VU-VU				
Passeriformes	Tyrannidae	*Hirundinea ferruginea*	gibão-de-couro	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyranniscus burmeisteri*	piolhinho-chiador	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma obsoletum*	risadinha	BR		2		1	1
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	guaracava-de-barriga-amarela	BR		2	1		1

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens EIA	C1	C2	C3
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia chilensis*	guaracava-de-crista-branca	VI (S)					
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia parvirostris*	tuque-pium	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia mesoleuca*	tuque	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia obscura*	tucão	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiopagis caniceps*	guaracava-cinzenta	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Phyllomyias virescens*	piolhinho-verdoso	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Phyllomyias fasciatus*	piolhinho	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Phyllomyias griseocapilla*	piolhinho-serrano	BR, En	LC-LC-NT				
Passeriformes	Tyrannidae	*Polystictus pectoralis*	papa-moscas-canela	BR	EN-LC-NT				
Passeriformes	Tyrannidae	*Pseudocolopteryx acutipennis*	tricolino-oliváceo	VI# (W)	CR-LC-LC				
Passeriformes	Tyrannidae	*Pseudocolopteryx flaviventris*	amarelinho-do-junco	BR, VI (S)	VU-LC-LC				
Passeriformes	Tyrannidae	*Serpophaga nigricans*	joão-pobre	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Serpophaga subcristata*	alegrinho	BR, VI (W)		1		1	
Passeriformes	Tyrannidae	*Serpophaga griseicapilla*	alegrinho-trinador	VI (W?)	DD-LC-LC				
Passeriformes	Tyrannidae	*Attila phoenicurus*	capitão-castanho	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Attila rufus*	capitão-de-saíra	BR, En		2	1		1
Passeriformes	Tyrannidae	*Legatus leucophaius*	bem-te-vi-pirata	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Ramphotrigon megacephalum*	maria-cabeçuda	BR	NT-LC-LC				
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus swainsoni*	irré	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus ferox*	maria-cavaleira	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Sirystes sibilator*	gritador	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	bem-te-vi	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Tyrannidae	*Machetornis rixosa*	suiriri-cavaleiro	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	bem-te-vi-rajado	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	neinei	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	bentevizinho-de-penacho-vermelho	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	suiriri	BR		2	1		1
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus savana*	tesourinha	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Griseotyrannus aurantioatrocristatus*	peitica-de-chapéu-preto	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonomus varius*	peitica	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Conopias trivirgatus*	bem-te-vi-pequeno	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Colonia colonus*	viuvinha	BR		1	1		
Passeriformes	Tyrannidae	*Arundinicola leucocephala*	freirinha	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Fluvicola nengeta*	lavadeira-mascarada	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	príncipe	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Muscipipra vetula*	tesoura-cinzenta	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiophobus fasciatus*	filipe	BR		2	1	1	
Passeriformes	Tyrannidae	*Cnemotriccus fuscatus*	guaracavuçu	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Lathrotriccus euleri*	enferrujado	BR		1	1		
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cinereus*	papa-moscas-cinzento	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Satrapa icterophrys*	suiriri-pequeno	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Hymenops perspicillatus*	viuvinha-de-óculos	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Knipolegus nigerrimus*	maria-preta-de-garganta-vermelha	BR, En					
Passeriformes	Tyrannidae	*Knipolegus cyanirostris*	maria-preta-de-bico-azulado	BR					
Passeriformes	Tyrannidae	*Xolmis irupero*	noivinha	BR	CR-LC-LC				
Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	pitiguari	BR					
Passeriformes	Vireonidae	*Hylophilus poicilotis*	verdinho-coroado	BR					
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo chivi*	juruviara	BR		1	1		
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax caeruleus*	gralha-azul	BR		2	1		1
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax cristatellus*	gralha-do-campo	BR					
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax chrysops*	gralha-picaça	BR					
Passeriformes	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	andorinha-pequena-de-casa	BR, VI (S)		3	1	1	1
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx ruficollis*	andorinha-serradora	BR		1		1	
Passeriformes	Hirundinidae	*Progne tapera*	andorinha-do-campo	BR					
Passeriformes	Hirundinidae	*Progne chalybea*	andorinha-grande	BR		1		1	
Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta albiventer*	andorinha-do-rio	BR					
Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta leucorrhoa*	andorinha-de-sobre-branco	BR					
Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta leucopyga*	andorinha-chilena	VI (S)					

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens			
						EIA	C1	C2	C3
Passeriformes	Hirundinidae	*Riparia riparia*	andorinha-do-barranco	VI (N)					
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	andorinha-de-bando	VI (N)		1		1	
Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	andorinha-de-dorso-acanelado	VI (N)					
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes musculus*	corruíra	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Troglodytidae	*Cantorchilus longirostris*	garrinchão-de-bico-grande	BR, En		3	1	1	1
Passeriformes	Polioptilidae	*Ramphocaenus melanurus*	chirito	BR		2	1		1
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila dumicola*	balança-rabo-de-máscara	BR					
Passeriformes	Turdidae	*Turdus flavipes*	sabiá-una	BR		1			1
Passeriformes	Turdidae	*Turdus leucomelas*	sabiá-barranco	BR		2		1	1
Passeriformes	Turdidae	*Turdus rufiventris*	sabiá-laranjeira	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Turdidae	*Turdus amaurochalinus*	sabiá-poca	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Turdidae	*Turdus subalaris*	sabiá-ferreiro	BR					
Passeriformes	Turdidae	*Turdus albicollis*	sabiá-coleira	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Mimidae	*Mimus saturninus*	sabiá-do-campo	BR		1		1	
Passeriformes	Mimidae	*Mimus triurus*	calhandra-de-três-rabos	VI (S)					
Passeriformes	Estrildidae	*Estrilda astrild*	bico-de-lacre	BR, In		1			1
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	pardal	BR, In		1		1	
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus chii*	caminheiro-zumbidor	BR					
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus magellanicus*	pintassilgo	BR					
Passeriformes	Fringillidae	*Cyanophonia cyanocephala*	gaturamo-rei	BR					
Passeriformes	Fringillidae	*Chlorophonia cyanea*	gaturamo-bandeira	BR					
Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia chlorotica*	fim-fim	BR					
Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia chalybea*	cais-cais	BR	LC-LC-NT				
Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia violacea*	gaturamo-verdadeiro	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia pectoralis*	ferro-velho	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Passerellidae	*Arremon semitorquatus*	tico-tico-do-mato	BR, En					
Passeriformes	Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	tico-tico	BR					
Passeriformes	Icteridae	*Leistes superciliaris*	polícia-inglesa-do-sul	BR					
Passeriformes	Icteridae	*Cacicus chrysopterus*	tecelão	BR		1			1
Passeriformes	Icteridae	*Cacicus haemorrhous*	guaxe	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Icteridae	*Icterus pyrrhopterus*	encontro	BR					
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus rufoaxillaris*	chupim-azeviche	BR					
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus oryzivorus*	iraúna-grande	BR					
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus bonariensis*	chupim	BR		1		1	
Passeriformes	Icteridae	*Gnorimopsar chopi*	pássaro-preto	BR					
Passeriformes	Icteridae	*Agelaioides badius*	asa-de-telha	BR					
Passeriformes	Icteridae	*Agelasticus thilius*	sargento	BR	EN-LC-LC				
Passeriformes	Icteridae	*Agelasticus atroolivaceus*	carretão	BR, En					
Passeriformes	Icteridae	*Chrysomus ruficapillus*	garibaldi	BR					
Passeriformes	Icteridae	*Pseudoleistes guirahuro*	chupim-do-brejo	BR					
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis aequinoctialis*	pia-cobra	BR		1		1	
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pitiayumi*	mariquita	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Parulidae	*Myiothlypis leucoblephara*	pula-pula-assobiador	BR					
Passeriformes	Parulidae	*Myiothlypis rivularis*	pula-pula-ribeirinho	BR		1			1
Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus culicivorus*	pula-pula	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Mitrospingidae	*Orthogonys chloricterus*	catirumbava	BR, En		2		1	1
Passeriformes	Cardinalidae	*Habia rubica*	tiê-de-bando	BR		1			1
Passeriformes	Cardinalidae	*Amaurospiza moesta*	negrinho-do-mato	BR					
Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanoloxia glaucocaerulea*	azulinho	BR					
Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanoloxia brissonii*	azulão	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Orchesticus abeillei*	sanhaço-pardo	BR, En	NT-LC-NT				
Passeriformes	Thraupidae	*Nemosia pileata*	saíra-de-chapéu-preto	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Embernagra platensis*	sabiá-do-banhado	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Emberizoides ypiranganus*	canário-do-brejo	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Chlorophanes spiza*	saí-verde	BR		1			1
Passeriformes	Thraupidae	*Hemithraupis guira*	saíra-de-papo-preto	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Hemithraupis ruficapilla*	saíra-ferrugem	BR, En		1			1
Passeriformes	Thraupidae	*Tersina viridis*	saí-andorinha	BR		1			1

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens EIA	C1	C2	C3
Passeriformes	Thraupidae	*Cyanerpes cyaneus*	saíra-beija-flor	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Dacnis nigripes*	saí-de-pernas-pretas	BR, En	VU-LC-NT				
Passeriformes	Thraupidae	*Dacnis cayana*	saí-azul	BR		2	1		1
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator similis*	trinca-ferro	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator maxillosus*	bico-grosso	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator fuliginosus*	bico-de-pimenta	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Coereba flaveola*	cambacica	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	*Asemospiza fuliginosa*	cigarra-preta	BR		1			1
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	tiziu	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Trichothraupis melanops*	tiê-de-topete	BR		1			1
Passeriformes	Thraupidae	*Loriotus cristatus*	tiê-galo	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Coryphospingus cucullatus*	tico-tico-rei	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Tachyphonus coronatus*	tiê-preto	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	*Ramphocelus bresilia*	tiê-sangue	BR, En		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila lineola*	bigodinho	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila frontalis*	pixoxó	BR	EN-VU-VU				
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila falcirostris*	cigarrinha-do-sul	BR	EN-VU-VU	1		1	
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila collaris*	coleiro-do-brejo	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila caerulescens*	coleirinho	BR		1			1
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila melanogaster*	caboclinho-de-barriga-preta	BR, En	EN-VU-NT				
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila angolensis*	curió	BR	VU-LC-LC				
Passeriformes	Thraupidae	*Poospiza nigrorufa*	quem-te-vestiu	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Thlypopsis sordida*	saí-canário	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Thlypopsis pyrrhocoma*	cabecinha-castanha	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Castanozoster thoracicus*	peito-pinhão	BR, En	NT-LC-LC				
Passeriformes	Thraupidae	*Donacospiza albifrons*	tico-tico-do-banhado	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Microspingus cabanisi*	quete-do-sul	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Conirostrum speciosum*	figuinha-de-rabo-castanho	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Conirostrum bicolor*	figuinha-do-mangue	BR	NT-LC-NT				
Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis flaveola*	canário-da-terra	BR		2		1	1
Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis luteola*	tipio	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Haplospiza unicolor*	cigarra-bambu	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Pipraeidea melanonota*	saíra-viúva	BR		1			1
Passeriformes	Thraupidae	*Rauenia bonariensis*	sanhaço-papa-laranja	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Stephanophorus diadematus*	sanhaço-frade	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Cissopis leverianus*	tietinga	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Paroaria dominicana*	cardeal-do-nordeste	BR, En					
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis sayaca*	sanhaço-cinzento	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis cyanoptera*	sanhaço-de-encontro-azul	BR, En		1	1		
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	sanhaço-do-coqueiro	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis ornata*	sanhaço-de-encontro-amarelo	BR, En					
Passeriformes	Thraupidae	*Stilpnia peruviana*	saíra-sapucaia	BR, En	LC-NT-VU				
Passeriformes	Thraupidae	*Stilpnia preciosa*	saíra-preciosa	BR					
Passeriformes	Thraupidae	*Tangara seledon*	saíra-sete-cores	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	*Tangara cyanocephala*	saíra-militar	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	*Tangara desmaresti*	saíra-lagarta	BR, En					

Legenda: Status de Ocorrência: BR - Residente ou migrante reprodutivo (com evidências de reprodução no país disponíveis); VI - Visitante sazonal não reprodutivo do sul (S), norte (N), leste (E) ou oeste (W); VA - Vagante do sul (S), norte (N), leste (E) ou oeste (W), ou sem uma direção de origem definida; # - Status assumido, mas não confirmado; En - Espécie endêmica do Brasil; Ex - Espécie extinta no país (ou extinta na natureza); In - Espécie introduzida. Grau de ameaça: NT = Quase ameaçado; VU = Vulnerável, EN = Em perigo; CR = Criticamente ameaçado.

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

ANEXO F – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (FO) E ABUNDÂNCIA RELATIVA (AR) DAS ESPÉCIES REGISTRADAS DURANTE O ESTUDO (TOTAL) E POR CAMPANHA AMOSTRAL NOS AMBIENTES TERRESTRE-FLORESTAL

Espécie	Total		Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3	
	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%
Basileuterus culicivorus	57.52	5.09	61.67	4.94	46.88	3.35	60	6.59
Cantorchilus longirostris	41.83	2.88	51.67	4.05	37.5	1.79	35	2.38
Coragyps atratus	35.29	3.38	18.33	1.46	65.62	5.26	36.67	4.12
Cacicus haemorrhous	34.64	4.49	63.33	9.48	12.5	0.48	18.33	1.92
Fregata magnificens	33.99	11.1	16.67	2.19	78.12	34.81	28.33	3.02
Pitangus sulphuratus	33.33	2.53	18.33	1.05	65.62	4.67	31.67	2.56
Coereba flaveola	28.1	1.64	16.67	0.89	46.88	1.91	30	2.29
Brotogeris tirica	27.45	3.45	43.33	5.83	18.75	1.44	16.67	2.29
Ramphastos dicolorus	25.49	1.77	43.33	3	15.62	1.2	13.33	0.82
Euphonia pectoralis	24.84	1.52	30	2.11	18.75	0.72	23.33	1.47
Tachyphonus coronatus	24.84	1.8	13.33	0.97	6.25	0.24	46.67	3.94
Herpsilochmus rufimarginatus	24.18	1.58	20	1.38	34.38	1.44	23.33	1.92
Vireo chivi	24.18	2.81	61.67	7.21		0		0
Turdus rufiventris	20.26	0.98	10	0.49	28.12	1.08	26.67	1.47
Ramphocelus bresilia	19.61	1.39	15	1.22	28.12	1.44	20	1.56
Tangara cyanocephala	19.61	3.07	8.33	1.22	40.62	2.75	20	5.4
Picumnus temminckii	18.95	1.17	28.33	2.03	3.12	0.12	18.33	1.01
Cathartes aura	18.3	1.61	15	0.89	21.88	2.27	20	1.92
Setophaga pitiayumi	18.3	1.3	38.33	2.76	3.12	0.12	6.67	0.55
Turdus albicollis	18.3	1.08	21.67	1.38	3.12	0.12	23.33	1.47
Chiroxiphia caudata	17.65	1.9	31.67	4.13		0	13.33	0.82
Pygochelidon cyanoleuca	17.65	1.96	11.67	1.86	31.25	2.27	16.67	1.83
Thraupis sayaca	16.99	1.17	13.33	1.05	12.5	0.48	23.33	1.83
Schiffornis virescens	16.34	1.08	28.33	2.03		0	13.33	0.82
Tangara seledon	16.34	2.88	28.33	5.51	9.38	0.48	8.33	1.74
Aramides saracura	13.73	1.01	23.33	1.86	3.12	0.12	10	0.73
Dacnis cayana	13.73	1.11	6.67	0.49		0	28.33	2.66
Thamnophilus caerulescens	13.73	0.89	30	2.03		0	5	0.27
Rupornis magnirostris	13.07	0.79	13.33	0.89	12.5	0.6	13.33	0.82
Turdus amaurochalinus	13.07	0.73	5	0.24	40.62	1.79	6.67	0.46
Xiphorhynchus fuscus	12.42	0.63	11.67	0.57		0	20	1.19
Cyanocorax caeruleus	11.76	1.17	20	2.35		0	10	0.73
Piaya cayana	11.76	0.7	21.67	1.38		0	8.33	0.46
Pyrrhura frontalis	11.76	1.9	21.67	3.81		0	8.33	1.19
Euphonia violacea	11.11	0.7	5	0.41	6.25	0.24	20	1.37
Myiozetetes similis	11.11	0.66	11.67	0.73	18.75	0.84	6.67	0.46
Troglodytes musculus	11.11	0.54	6.67	0.32	18.75	0.72	11.67	0.64
Phylloscartes kronei	10.46	0.54	10	0.57		0	16.67	0.92
Ramphodon naevius	10.46	0.7	8.33	0.57	6.25	0.24	15	1.19
Thraupis palmarum	10.46	0.73	1.67	0.08	15.62	0.6	16.67	1.56
Pyriglena leucoptera	9.8	0.57	3.33	0.32		0	21.67	1.28
Trogon viridis	9.8	0.6	16.67	1.13		0	8.33	0.46
Turdus flavipes	9.8	0.76		0		0	25	2.2
Turdus leucomelas	9.8	0.51		0	25	0.96	11.67	0.73
Myrmoderus squamosus	9.15	0.47	6.67	0.41		0	16.67	0.92
Pionus maximiliani	9.15	1.36	5	0.41		0	18.33	3.48
Conopophaga melanops	8.5	0.6	15	1.13		0	6.67	0.46
Furnarius rufus	8.5	0.41		0	40.62	1.56		0
Tolmomyias sulphurescens	8.5	0.44		0		0	21.67	1.28
Thalurania glaucopis	7.84	0.41		0	9.38	0.48	15	0.82
Attila rufus	7.19	0.38	8.33	0.41		0	10	0.64
Aphantochroa cirrochloris	6.54	0.35	13.33	0.73	3.12	0.12	1.67	0.09
Crypturellus noctivagus	6.54	0.44	15	1.05		0	1.67	0.09
Crypturellus obsoletus	6.54	0.35	16.67	0.89		0		0
Leptotila verreauxi	6.54	0.41	13.33	0.89		0	3.33	0.18
Nannopterum brasilianum	6.54	1.8		0	31.25	6.82		0

Espécie	Total		Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3	
	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%
Philydor atricapillus	6.54	0.44	10	0.81		0	6.67	0.37
Trichothraupis melanops	6.54	0.51		0		0	16.67	1.47
Caracara plancus	5.88	0.35	3.33	0.24	9.38	0.36	6.67	0.46
Celeus flavescens	5.88	0.28	11.67	0.57		0	3.33	0.18
Sicalis flaveola	5.88	0.6		0	15.62	1.44	6.67	0.64
Synallaxis ruficapilla	5.88	0.32	6.67	0.41		0	8.33	0.46
Chaetura cinereiventris	5.23	2.02		0	9.38	6.22	8.33	1.1
Estrilda astrild	5.23	0.66		0		0	13.33	1.92
Megaceryle torquata	5.23	0.32	11.67	0.73	3.12	0.12		0
Milvago chimachima	5.23	0.25	5	0.24	3.12	0.12	6.67	0.37
Tyrannus melancholicus	5.23	0.25	8.33	0.41		0	5	0.27
Columbina talpacoti	4.58	0.28	1.67	0.08		0	10	0.73
Eleoscytalopus indigoticus	4.58	0.22		0		0	11.67	0.64
Ortalis squamata	4.58	0.32	10	0.73	3.12	0.12		0
Patagioenas picazuro	4.58	0.28	5	0.24	3.12	0.36	5	0.27
Camptostoma obsoletum	3.92	0.25		0	3.12	0.12	8.33	0.64
Lathrotriccus euleri	3.92	0.19	10	0.49		0		0
Ramphocaenus melanurus	3.92	0.22	5	0.32		0	5	0.27
Sporophila caerulescens	3.92	0.41		0		0	10	1.19
Ardea alba	3.27	0.25		0	15.62	0.96		0
Elaenia flavogaster	3.27	0.16	6.67	0.32		0	1.67	0.09
Hemithraupis ruficapilla	3.27	0.22		0		0	8.33	0.64
Larus dominicanus	3.27	0.25		0	15.62	0.96		0
Leptopogon amaurocephalus	3.27	0.19		0		0	8.33	0.55
Myiornis auricularis	3.27	0.16	1.67	0.08		0	6.67	0.37
Myiothlypis rivularis	3.27	0.19		0		0	8.33	0.55
Chionomesa fimbriata	2.61	0.13		0		0	6.67	0.37
Drymophila squamata	2.61	0.16	5	0.24		0	1.67	0.18
Egretta thula	2.61	0.13		0	12.5	0.48		0
Myiophobus fasciatus	2.61	0.16	1.67	0.08	9.38	0.48		0
Passer domesticus	2.61	0.13		0	12.5	0.48		0
Penelope obscura	2.61	0.19		0	3.12	0.12	5	0.46
Spatula versicolor	2.61	0.13	6.67	0.32		0		0
Dendrocolaptes platyrostris	1.96	0.13		0		0	5	0.37
Dysithamnus mentalis	1.96	0.09		0		0	5	0.27
Florisuga fusca	1.96	0.13		0		0	5	0.37
Haematopus palliatus	1.96	0.13		0	9.38	0.48		0
Ilicura militaris	1.96	0.09	5	0.24		0		0
Manacus manacus	1.96	0.09	1.67	0.08		0	3.33	0.18
Orthogonys chloricterus	1.96	0.28		0	3.12	0.6	3.33	0.37
Progne chalybea	1.96	0.13		0	9.38	0.48		0
Vanellus chilensis	1.96	0.13		0	9.38	0.48		0
Aramides cajaneus	1.31	0.06		0		0	3.33	0.18
Dendrocincla turdina	1.31	0.09		0		0	3.33	0.27
Drymophila ferruginea	1.31	0.06		0		0	3.33	0.18
Hypoedaleus guttatus	1.31	0.06		0	6.25	0.24		0
Myrmotherula unicolor	1.31	0.06		0		0	3.33	0.18
Nycticorax nycticorax	1.31	0.06		0	6.25	0.24		0
Pardirallus nigricans	1.31	0.09		0		0	3.33	0.27
Platyrinchus mystaceus	1.31	0.06		0		0	3.33	0.18
Tersina viridis	1.31	0.13		0		0	3.33	0.37
Todirostrum poliocephalum	1.31	0.09		0		0	3.33	0.27
Asemospiza fuliginosa	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Cacicus chrysopterus	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Certhiaxis cinnamomeus	0.65	0.03	1.67	0.08		0		0
Chlorophanes spiza	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Chrysuronia versicolor	0.65	0.03	1.67	0.08		0		0

Espécie	Total		Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3	
	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%
Cichlocolaptes leucophrus	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Colonia colonus	0.65	0.03	1.67	0.08		0		0
Egretta caerulea	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Elanoides forficatus	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Eupetomena macroura	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Forpus xanthopterygius	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Geothlypis aequinoctialis	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Habia rubica	0.65	0.09		0		0	1.67	0.27
Hirundo rustica	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Micrastur semitorquatus	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Mimus saturninus	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Mionectes rufiventris	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Molothrus bonariensis	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Phimosus infuscatus	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Pipraeidea melanonota	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Psilorhamphus guttatus	0.65	0.03	1.67	0.08		0		0
Ramphastos vitellinus	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Selenidera maculirostris	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Serpophaga subcristata	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Sittasomus griseicapillus	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Sporophila falcirostris	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Stelgidopteryx ruficollis	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Sterna trudeaui	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0
Terenura maculata	0.65	0.03	1.67	0.08		0		0
Thraupis cyanoptera	0.65	0.06	1.67	0.16		0		0
Todirostrum cinereum	0.65	0.03		0		0	1.67	0.09
Veniliornis spilogaster	0.65	0.03		0	3.12	0.12		0

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

ANEXO G – LISTA DOS TÁXONS DE PROVÁVEL OCORRÊNCIA DA MASTOFAUNA PARA A ÁREA DE ESTUDO DO EMPREENDIMENTO – PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA, PR

Táxon / Nome Científico	Nome Popular	Aspectos de Conservação	Registros Obtidos
ORDEM DIDELPHIMORPHIA			
Família Didelphidae			
Caluromys lanatus	cuíca-lanosa	DD – PR	
Caluromys philander	cuíca-lanosa	DD – PR	
Chironectes minimus	gambá-d'água	DD – PR	
Didelphis aurita	gambá-de-orelha-preta	LC	AID
Didelphis albiventris	gambá-de-orelha-branca	LC	AID
Gracilinanus microtarsus	cuíca	LC	
Marmosops incanus	cuíca	DD – PR	
Metachirus myosurus	cuíca	DD – PR	
Monodelphis americana	cuíca-de-três-listras	LC	
Monodelphis dimidiata	catita	DD – BR	
Monodelphis iheringi	catita	DD – BR	
Monodelphis sorex	catita	DD – BR	
Monodelphis scallops	catita	DD – BR	
Philander frenatus	catita	LC	
Philander opossum	cuíca-de-quatro-olhos	LC	
Thylamys velutinus	catita	LC	
ORDEM CINGULATA			
Família Dasypodidae			
Cabassous tatouay	tatu-de-rabo-mole	DD - PR, DD – BR	
Dasypus novemcinctus	tatu-galinha, itê	LC	
Dasypus septemcinctus	tatu-mirim	DD – PR	
Dasypus sp.	tatu	-	(controle)
Euphractus sexcinctus	tatu-peludo	LC	
ORDEM PILOSA			
Família Myrmecophagidae			
Tamandua tetradactyla	tamanduá-mirim	LC	
ORDEM PRIMATES			
Família Atelidae			
Alouatta guariba	bugio	LC	
Brachyteles arachnoides	muriqui	CR - PR, EN - BR, CR - IUCN	
Família Cebidae			
Leonthopitecus caissara	mico-leão-da-cara-preta		

Táxon / Nome Científico	Nome Popular	Aspectos de Conservação	Registros Obtidos
Sapajus nigritus	macaco-prego	NT – IUCN	
ORDEM CHIROPTERA **Família Noctilionidae**			
Noctilio leporinus	morcego	LC	
Família Furipteridae			
Furipterus horrens	morcego	VU-MMA, CR-SC	
Família Phyllostomidae			
Chrotopterus auritus	morcego	LC	
Anoura caudifera	morcego	LC	
Anoura geoffroyi	morcego	LC	
Carollia perspicillata	morcego	LC	
Chrotopterus auritus	morcego	LC	
Diphyllae caudata	morcego	LC	
Glossophaga soricina	morcego	LC	
Micronycteris megalotis	morcego	VU-SC	
Artibeus fimbriatus	morcego	LC	
Artibeus jamaicensis	morcego	LC	
Artibeus lituratus	morcego	LC	
Artibeus obscurus	morcego	LC	
Chiroderma doriae	morcego	LC	
Pygoderma bilabiatum	morcego	LC	
Mimon bennetti	morcego	LC	
Platyrrhinus lineatus	morcego	LC	
Sturnira lilium	morcego	LC	
Sturnira tildae	morcego	VU-SC	
Tonatia bidens	morcego	LC	
Vampyressa pusilla	morcego	LC	
Desmodus rotundus	morcego	LC	
Família Vespertilionidae			
Lasiurus ega	morcego	LC	
Lasiurus agregarius	morcego	LC	
Histiotus alienus	morcego	CR-SC	
Histiotus montanus	morcego	LC	
Histiotus velatus	morcego	LC	
Lasiurus borealis	morcego	LC	
Lasiurus cinereus	morcego	LC	

Táxon / Nome Científico	Nome Popular	Aspectos de Conservação	Registros Obtidos
Eptesicus cf. *brasiliensis*	morcego	LC	
Eptesicus diminutus	morcego	LC	
Eptesicus furinalis	morcego	LC	
Myotis levis	morcego	LC	
Myotis nigricans	morcego	LC	
Myotis riparius	morcego	LC	
Myotis ruber	morcego	NT-IUCN	
Família Molossidae			
Molossus molossus	morcego	LC	
Molossus rufus	morcego	LC	
Nyctinomops laticaudatus	morcego	LC	
Nyctinomops macrotis	morcego	LC	
Tadarida brasiliensis	morcego	LC	
ORDEM CARNIVORA **Família Felidae**			
Leopardus pardalis	jaguatirica, leãozinho	VU-PR, VU – BR	
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno	VU-PR, VU–BR, VU-IUCN	
Leopardus wiedii	gato-maracajá	VU-PR, VU–BR, NT-IUCN	
Puma concolor	leão-baio, onça, onça-parda, puma	VU-PR, VU–BR	
Herpailurus yagouaroundi	jaguarundi, gato-mourisco	DD – PR	
Panthera onca	onça-pintada	CR-PR, VU–BR, NT-IUCN	
Família Canidae			
Cerdocyon thous	cachorro-do-mato, graxaim	LC	AID
Speothos venaticus	cachorro-vinagre	VU-PR, VU-BR, NT-IUCN	
Família Mustelidae			
Lontra longicaudis	lontra	NT-IUCN	
Eira barbara	irara	LC	
Galictis cuja	furão- pequeno	LC	
Galictis vitatta	furão	LC	
Família Procyonidae			
Nasua nasua	quati	LC	
Procyon cancrivorus	mão-pelada	LC	
ORDEM PERISSODACTYLA **Família Tapiridae**			
Tapirus terrestris	anta	VU–PR, VU-IUCN	
ORDEM ARTIODACTYLA			

Táxon / Nome Científico	Nome Popular	Aspectos de Conservação	Registros Obtidos
Família Tayassuidae			
Pecari tajacu	cateto	VU – PR	
Tayassu pecari	queixada	CR–PR, NT - IUCN	
Família Cervidae			
Mazama americana	veado-mateiro	DD – PR, DD - IUCN	
Mazama gouazoubira	veado-virá, veado-catingueira	DD – PR	
ORDEM LAGOMORPHA **Família Leporidae**			
Sylvilagus brasiliensis	tapiti, coelho-brasileiro	VU–PR	
Lepus europaeus	lebre	LC	
ORDEM RODENTIA **Família Sciuridae**			
Guerlinguetus ingrami	esquilo, serelepe	-	
Família Cricetidae			
Abrawayaomys ruschi	rato-do-mato	LC	
Akodon cursor	rato-do-mato	LC	
Akodon montensis	rato-do-mato	LC	
Akodon paranaensis	rato-do-mato	LC	
Akodon serrensis	rato-do-mato	LC	
Bibimys labiosus	rato-do-mato	LC	
Brucepattersonius iheringi	rato-do-mato	LC	
Cerradomys subflavus	rato-do-mato	LC	
Cliomys laticeps	rato-do-mato	LC	
Delomys dorsalis	rato-do-mato	LC	
Delomys sublineatus	rato-do-mato	LC	
Euryoryzomys russatus	rato-do-mato	LC	
Hylaeamys laticeps	rato-do-mato	NT – IUCN	
Hylaeamys megacephalus	rato-do-mato	NT – IUCN	
Holochilus brasiliensis	rato-d'água	LC	
Nectomys squamipes	rato-d'água	LC	
Oligoryzomys flavescens	rato-do-mato	LC	
Oligoryzomys nigripes	rato-do-mato	LC	
Oxymycterus judex	rato-porco	LC	
Oxymycterus nasutus	rato-porco	LC	
Oxymycterus hispidus	rato-porco	LC	
Oxymycterus quaestor	rato-porco	LC	

Táxon / Nome Científico	Nome Popular	Aspectos de Conservação	Registros Obtidos
Oxymycterus rufus	rato-porco	LC	
Phyllomys blainvillii	rato-do-mato	LC	
Phyllomys dasythrix	rato-do-mato	LC	
Phyllomys nigrispinus	rato-do-mato	LC	
Rhipidomys mastacalis	rato-do-mato	LC	
Sooretamys angouya	rato-do-mato	LC	
Thaptomys nigrita	rato-pitoco	LC	
Trinomys iheringi	rato-do-mato	LC	
Wilfredomys oenax	rato-do-mato	CR-BR, EN-IUCN	
Família Erethizontidae			
Coendou spinosus	ouriço, porco-espinho	LC	
Coendou insidiosus	ouriço, porco-espinho	LC	
Família Caviidae			
Cavia aperea	preá	LC	
Cavia fulgida	preá	LC	
Hydrochoerus hydrochaeris	capivara	LC	
Família Dasyproctidae			
Dasyprocta azarae	cutia	NT–BR, DD-IUCN	
Família Cuniculidae			
Cuniculus paca	paca	EN–PR	
Família Echimyidae			
Kannabateomys amblyonyx	rato-da-taquara	LC	
Família Myocastoridae			
Myocastor coypus	ratão-do-banhado	LC	

Legenda: RE - Regionalmente Extinta (Regionally Extinct); CR - Criticamente em Perigo (Critically Endangered); EN - Em Perigo (Endagered); VU - Vulnerável (Vulnerable); NT - Quase Ameaçada (Near Threatened); LC - Risco Menor (Least Concern); NE - Não Avaliada (Not Evaluated); DD - Insuficientemente Conhecida (Data Deficient); PR - Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná (MIKICH & BÉRNILS, 2004); BR - Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (PORTARIA Nº - 148/2022); IUCN - Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (2023).

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

ANEXO H – LISTA DAS ESPÉCIES DE AVES COM PROVÁVEL OCORRÊNCIA PARA A ÁREA DE ESTUDO E REGISTRADAS DURANTE AS TRÊS CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM. SÃO APRESENTADAS AS ORDENS, FAMÍLIAS, ESPÉCIES, NOMES COMUNS, STATUS DE OCORRÊNCIA E GRAU DE AMEAÇA NOS ÂMBITOS GLOBAL, NACIONAL E ESTADUAL

Ordem	Família	Espécie	Nome Comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens			
						EIA	C1	C2	C3
Anseriformes	Anhimidae	Chauna torquata	tachã	BR					
Anseriformes	Anatidae	Dendrocygna bicolor	marreca-caneleira	BR, VI (W)					
Anseriformes	Anatidae	Dendrocygna viduata	irerê	BR					
Anseriformes	Anatidae	Dendrocygna autumnalis	marreca-cabocla	BR					
Anseriformes	Anatidae	Coscoroba coscoroba	capororoca	BR					
Anseriformes	Anatidae	Cairina moschata	pato-do-mato	BR					
Anseriformes	Anatidae	Sarkidiornis sylvicola	pato-de-crista	BR	NT-LC-LC				
Anseriformes	Anatidae	Callonetta leucophrys	marreca-de-coleira	BR					
Anseriformes	Anatidae	Amazonetta brasiliensis	marreca-ananaí	BR					
Anseriformes	Anatidae	Spatula versicolor	marreca-cricri	BR, VI (W)					
Anseriformes	Anatidae	Anas bahamensis	marreca-toicinho	BR					
Anseriformes	Anatidae	Anas flavirostris	marreca-pardinha	BR	EN-LC-LC				
Anseriformes	Anatidae	Nomonyx dominicus	marreca-caucau	BR					
Galliformes	Cracidae	Penelope obscura	jacuguaçu	BR		1		1	
Galliformes	Cracidae	Ortalis squamata	aracuã-escamoso	BR, En	VU-LC-LC	1		1	
Galliformes	Odontophoridae	Odontophorus capueira	uru	BR		1		1	
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	Phoenicopterus chilensis	flamingo-chileno	VI (W)	LC-LC-NT				
Podicipediformes	Podicipedidae	Rollandia rolland	mergulhão-de-orelha-branca	BR	DD-LC-LC				
Podicipediformes	Podicipedidae	Podilymbus podiceps	mergulhão-caçador	BR					
Podicipediformes	Podicipedidae	Podicephorus major	mergulhão-grande	BR	DD-LC-LC				
Columbiformes	Columbidae	Columba livia	pombo-doméstico	BR, In		3	1	1	1
Columbiformes	Columbidae	Zenaida auriculata	avoante	BR		3	1	1	1
Columbiformes	Columbidae	Columbina talpacoti	rolinha-roxa	BR		3	1	1	1
Cuculiformes	Cuculidae	Piaya cayana	alma-de-gato	BR		1		1	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Podager nacunda	corucão	BR		1	1		
Apodiformes	Apodidae	Streptoprocne zonaris	taperuçu-de-coleira-branca	BR		1	1		
Apodiformes	Apodidae	Chaetura cinereiventris	andorinhão-de-sobre-cinzento	BR		2		1	1
Apodiformes	Trochilidae	Ramphodon naevius	beija-flor-rajado	BR, En		1		1	
Apodiformes	Trochilidae	Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	BR		2		1	1
Apodiformes	Trochilidae	Aphantochroa cirrochloris	beija-flor-cinza	BR		2		1	1
Apodiformes	Trochilidae	Chionomesa fimbriata	beija-flor-de-garganta-verde	BR		1			1
Gruiformes	Rallidae	Aramides cajaneus	saracura-três-potes	BR		2	1		1
Gruiformes	Rallidae	Aramides saracura	saracura-do-mato	BR		2		1	1
Charadriiformes	Charadriidae	Pluvialis dominica	batuiruçu	VI (N)		1		1	
Charadriiformes	Charadriidae	Pluvialis squatarola	batuiruçu-de-axila-preta	VI (N)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus chilensis	quero-quero	BR		3	1	1	1
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius modestus	batuíra-de-peito-tijolo	VI (S)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius semipalmatus	batuíra-de-bando	VI (N)		1		1	
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius collaris	batuíra-de-coleira	BR					
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius falklandicus	batuíra-de-coleira-dupla	VI (S), BR					
Charadriiformes	Haematopodidae	Haematopus palliatus	piru-piru	BR		3	1	1	1
Charadriiformes	Recurvirostridae	Himantopus melanurus	pernilongo-de-costas-brancas	BR		2		1	1
Charadriiformes	Scolopacidae	Bartramia longicauda	maçarico-do-campo	VI (N)					
Charadriiformes	Scolopacidae	Numenius hudsonicus	maçarico-de-bico-torto	VI (N)	DD-VU-LC				
Charadriiformes	Scolopacidae	Limosa haemastica	maçarico-de-bico-virado	VI (N)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Scolopacidae	Arenaria interpres	vira-pedras	VI (N)					
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris canutus	maçarico-de-papo-vermelho	VI (N)	DD-VU-NT				
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris himantopus	maçarico-pernilongo	VI (N)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris alba	maçarico-branco	VI (N)					
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris bairdii	maçarico-de-bico-fino	VI (N)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris minutilla	maçariquinho	VI (N)	DD-LC-LC				

Ordem	Família	Espécie	Nome Comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens			
						EIA	C1	C2	C3
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris fuscicollis	maçarico-de-sobre-branco	VI (N)					
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris subruficollis	maçarico-acanelado	VI (N)	DD-VU-NT				
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris melanotos	maçarico-de-colete	VI (N)		1		1	
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris pusilla	maçarico-rasteirinho	VI (N)	DD-EN-NT				
Charadriiformes	Scolopacidae	Gallinago paraguaiae	narceja	BR					
Charadriiformes	Scolopacidae	Phalaropus tricolor	pisa-n'água	VI (N)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Scolopacidae	Actitis macularius	maçarico-pintado	VI (N)					
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa solitaria	maçarico-solitário	VI (N)					
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa melanoleuca	maçarico-grande-de-perna-amarela	VI (N)		3	1	1	1
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa semipalmata	maçarico-de-asa-branca	VI (N)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa flavipes	maçarico-de-perna-amarela	VI (N)		1		1	
Charadriiformes	Jacanidae	Jacana jacana	jaçanã	BR					
Charadriiformes	Rostratulidae	Nycticryphes semicollaris	narceja-de-bico-torto	BR	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Stercorariidae	Stercorarius chilensis	mandrião-chileno	VI (S)					
Charadriiformes	Stercorariidae	Stercorarius maccormicki	mandrião-do-sul	VI (S)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Stercorariidae	Stercorarius antarcticus	mandrião-antártico	VI (S)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Stercorariidae	Stercorarius pomarinus	mandrião-pomarino	VI (E?, N?)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Stercorariidae	Stercorarius parasiticus	mandrião-parasítico	VI (E, N?)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Laridae	Chroicocephalus maculipennis	gaivota-maria-velha	BR	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Laridae	Chroicocephalus cirrocephalus	gaivota-de-cabeça-cinza	BR	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Laridae	Leucophaeus pipixcan	gaivota-de-franklin	VA (N)	DD-LC-LC				
Charadriiformes	Laridae	Larus atlanticus	gaivota-de-rabo-preto	VI (S)	LC-LC-NT				
Charadriiformes	Laridae	Larus dominicanus	gaivotão	BR		3	1	1	1
Charadriiformes	Laridae	Rynchops niger	talha-mar	BR					
Charadriiformes	Laridae	Sternula superciliaris	trinta-réis-pequeno	BR					
Charadriiformes	Laridae	Phaetusa simplex	trinta-réis-grande	BR					
Charadriiformes	Laridae	Chlidonias niger	trinta-réis-negro	VI (N, E)					
Charadriiformes	Laridae	Sterna hirundo	trinta-réis-boreal	VI (N, E)					
Charadriiformes	Laridae	Sterna dougallii	trinta-réis-róseo	VI (N), VA (E)	LC-VU-LC				
Charadriiformes	Laridae	Sterna paradisaea	trinta-réis-ártico	VI (N)					
Charadriiformes	Laridae	Sterna hirundinacea	trinta-réis-de-bico-vermelho	BR	VU-VU-LC	1			1
Charadriiformes	Laridae	Sterna trudeaui	trinta-réis-de-coroa-branca	BR	NT-LC-LC	1		1	
Charadriiformes	Laridae	Thalasseus acuflavidus	trinta-réis-de-bando	BR, VI (S, N)	NT-VU-LC	3	1	1	1
Charadriiformes	Laridae	Thalasseus maximus	trinta-réis-real	BR, VI (S, N?)	EN-EN-LC				
Sphenisciformes	Spheniscidae	Spheniscus magellanicus	pinguim-de-magalhães	VI (S)	VU-LC-LC				
Procellariiformes	Diomedeidae	Thalassarche chlororhynchos	albatroz-de-nariz-amarelo	VI (S)	EN-EN-EN				
Procellariiformes	Diomedeidae	Thalassarche melanophris	albatroz-de-sobrancelha	VI (S)	VU-LC-LC				
Procellariiformes	Procellariidae	Macronectes giganteus	petrel-grande	VI (S)					
Procellariiformes	Procellariidae	Macronectes halli	petrel-grande-do-norte	VI (S)					
Procellariiformes	Procellariidae	Pterodroma incerta	grazina-de-barriga-branca	VI (S)	LC-EN-EN				
Procellariiformes	Procellariidae	Procellaria aequinoctialis	pardela-preta	VI (S)	VU-VU-VU				
Procellariiformes	Procellariidae	Calonectris borealis	cagarra-grande	VI (E)	DD-LC-LC				
Procellariiformes	Procellariidae	Calonectris edwardsii	cagarra-de-cabo-verde	VI (E)	DD-LC-NT				
Procellariiformes	Procellariidae	Puffinus puffinus	pardela-sombria	VI (E)	DD-LC-LC				
Ciconiiformes	Ciconiidae	Ciconia maguari	maguari	BR					
Ciconiiformes	Ciconiidae	Mycteria americana	cabeça-seca	BR					
Suliformes	Fregatidae	Fregata magnificens	fragata	BR		3	1	1	1
Suliformes	Sulidae	Sula leucogaster	atobá-pardo	BR		1	1		
Suliformes	Anhingidae	Anhinga anhinga	biguatinga	BR					
Suliformes	Phalacrocoracidae	Nannopterum brasilianum	biguá	BR		3	1	1	1
Pelecaniformes	Ardeidae	Tigrisoma lineatum	socó-boi	BR					
Pelecaniformes	Ardeidae	Tigrisoma fasciatum	socó-jararaca	BR	VU-VU-LC				
Pelecaniformes	Ardeidae	Cochlearius cochlearius	arapapá	BR	CR-LC-LC				
Pelecaniformes	Ardeidae	Botaurus pinnatus	socó-boi-baio	BR	NT-LC-LC				
Pelecaniformes	Ardeidae	Ixobrychus exilis	socoí-vermelho	BR	EN-LC-LC				

Ordem	Família	Espécie	Nome Comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens			
						EIA	C1	C2	C3
Pelecaniformes	Ardeidae	Ixobrychus involucris	socoí-amarelo	BR	EN-LC-LC				
Pelecaniformes	Ardeidae	Nycticorax nycticorax	socó-dorminhoco	BR		3	1	1	1
Pelecaniformes	Ardeidae	Nyctanassa violacea	savacu-de-coroa	BR					
Pelecaniformes	Ardeidae	Butorides striata	socozinho	BR					
Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus ibis	garça-vaqueira	BR		1			1
Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea cocoi	garça-moura	BR		1			1
Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea alba	garça-branca-grande	BR		3	1	1	1
Pelecaniformes	Ardeidae	Syrigma sibilatrix	maria-faceira	BR		1			1
Pelecaniformes	Ardeidae	Pilherodius pileatus	garça-real	BR	NT-LC-LC				
Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta thula	garça-branca-pequena	BR		3	1	1	1
Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta caerulea	garça-azul	BR		3	1	1	1
Pelecaniformes	Threskiornithidae	Eudocimus ruber	guará	BR	NT-LC-LC	1			1
Pelecaniformes	Threskiornithidae	Plegadis chihi	caraúna	BR					
Pelecaniformes	Threskiornithidae	Mesembrinibis cayennensis	coró-coró	BR					
Pelecaniformes	Threskiornithidae	Phimosus infuscatus	tapicuru	BR		3	1	1	1
Pelecaniformes	Threskiornithidae	Theristicus caudatus	curicaca	BR					
Pelecaniformes	Threskiornithidae	Platalea ajaja	colhereiro	BR		1	1		
Cathartiformes	Cathartidae	Sarcoramphus papa	urubu-rei	BR		1			1
Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps atratus	urubu-preto	BR		3	1	1	1
Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes aura	urubu-de-cabeça-vermelha	BR, VA (N)		3	1	1	1
Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes burrovianus	urubu-de-cabeça-amarela	BR					
Accipitriformes	Accipitridae	Elanoides forficatus	gavião-tesoura	BR, VA# (N)		1		1	
Accipitriformes	Accipitridae	Ictinia plumbea	sovi	BR		1			1
Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis magnirostris	gavião-carijó	BR		1		1	
Coraciiformes	Momotidae	Baryphthengus ruficapillus	juruva	BR					
Coraciiformes	Alcedinidae	Megaceryle torquata	martim-pescador-grande	BR		1			1
Coraciiformes	Alcedinidae	Chloroceryle amazona	martim-pescador-verde	BR					
Coraciiformes	Alcedinidae	Chloroceryle aenea	martim-pescador-miúdo	BR	NT-LC-LC				
Coraciiformes	Alcedinidae	Chloroceryle americana	martim-pescador-pequeno	BR		1		1	
Coraciiformes	Alcedinidae	Chloroceryle inda	martim-pescador-da-mata	BR	NT-LC-LC				
Piciformes	Ramphastidae	Ramphastos dicolorus	tucano-de-bico-verde	BR		1		1	
Piciformes	Picidae	Picumnus temminckii	picapauzinho-de-coleira	BR		1		1	
Falconiformes	Falconidae	Caracara plancus	carcará	BR		3	1	1	1
Falconiformes	Falconidae	Milvago chimachima	carrapateiro	BR		2		1	1
Psittaciformes	Psittacidae	Myiopsitta monachus	caturrita	BR		3	1	1	1
Psittaciformes	Psittacidae	Brotogeris tirica	periquito-rico	BR, En		3	1	1	1
Psittaciformes	Psittacidae	Pionus maximiliani	maitaca-verde	BR		1		1	
Psittaciformes	Psittacidae	Forpus xanthopterygius	tuim	BR		1		1	
Passeriformes	Thamnophilidae	Herpsilochmus rufimarginatus	chorozinho-de-asa-vermelha	BR		1		1	
Passeriformes	Thamnophilidae	Hypoedaleus guttatus	chocão-carijó	BR		1		1	
Passeriformes	Furnariidae	Furnarius rufus	joão-de-barro	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Furnariidae	Synallaxis spixi	joão-teneném	BR		1			1
Passeriformes	Rhynchocyclidae	Todirostrum poliocephalum	teque-teque	BR, En		1		1	
Passeriformes	Rhynchocyclidae	Todirostrum cinereum	ferreirinho-relógio	BR		1	1		
Passeriformes	Tyrannidae	Camptostoma obsoletum	risadinha	BR		2	1	1	
Passeriformes	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Tyrannidae	Serpophaga subcristata	alegrinho	BR, VI (W)		1		1	
Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Tyrannidae	Machetornis rixosa	suiriri-cavaleiro	BR		2		1	1
Passeriformes	Tyrannidae	Myiozetetes similis	bentevizinho-de-penacho-vermelho	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	suiriri	BR		2	1		1
Passeriformes	Tyrannidae	Fluvicola nengeta	lavadeira-mascarada	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	príncipe	BR		2		1	1
Passeriformes	Tyrannidae	Myiophobus fasciatus	filipe	BR		1		1	

Ordem	Família	Espécie	Nome Comum	Status de Ocorrência	Grau de Ameaça (PR-BR-IUCN)	Amostragens			
						EIA	C1	C2	C3
Passeriformes	Vireonidae	Vireo chivi	juruviara	BR		1	1		
Passeriformes	Hirundinidae	Pygochelidon cyanoleuca	andorinha-pequena-de-casa	BR, VI (S)		3	1	1	1
Passeriformes	Hirundinidae	Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora	BR		1	1		
Passeriformes	Hirundinidae	Progne chalybea	andorinha-grande	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo rustica	andorinha-de-bando	VI (N)		1		1	
Passeriformes	Troglodytidae	Troglodytes musculus	corruíra	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Troglodytidae	Cantorchilus longirostris	garrinchão-de-bico-grande	BR, En		1		1	
Passeriformes	Turdidae	Turdus leucomelas	sabiá-barranco	BR		1		1	
Passeriformes	Turdidae	Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Turdidae	Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	BR		2		1	1
Passeriformes	Mimidae	Mimus saturninus	sabiá-do-campo	BR		2	1	1	
Passeriformes	Mimidae	Mimus triurus	calhandra-de-três-rabos	VI (S)		1	1		
Passeriformes	Estrildidae	Estrilda astrild	bico-de-lacre	BR, In		1			1
Passeriformes	Passeridae	Passer domesticus	pardal	BR, In		3	1	1	1
Passeriformes	Fringillidae	Euphonia violacea	gaturamo-verdadeiro	BR		1		1	
Passeriformes	Fringillidae	Euphonia pectoralis	ferro-velho	BR		1		1	
Passeriformes	Passerellidae	Zonotrichia capensis	tico-tico	BR		2		1	1
Passeriformes	Icteridae	Cacicus haemorrhous	guaxe	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Icteridae	Molothrus bonariensis	chupim	BR		1		1	
Passeriformes	Parulidae	Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra	BR		1		1	
Passeriformes	Parulidae	Setophaga pitiayumi	mariquita	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Parulidae	Basileuterus culicivorus	pula-pula	BR		1		1	
Passeriformes	Thraupidae	Tersina viridis	saí-andorinha	BR		1			1
Passeriformes	Thraupidae	Coereba flaveola	cambacica	BR		2		1	1
Passeriformes	Thraupidae	Tachyphonus coronatus	tiê-preto	BR		2		1	1
Passeriformes	Thraupidae	Ramphocelus bresilia	tiê-sangue	BR, En		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	Sporophila falcirostris	cigarrinha-do-sul	BR	EN-VU-VU	1		1	
Passeriformes	Thraupidae	Sicalis flaveola	canário-da-terra	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	Thraupis sayaca	sanhaço-cinzento	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	Thraupis palmarum	sanhaço-do-coqueiro	BR		3	1	1	1
Passeriformes	Thraupidae	Tangara seledon	saíra-sete-cores	BR		1		1	
Passeriformes	Thraupidae	Tangara cyanocephala	saíra-militar	BR		1		1	

Legenda: Status de Ocorrência: BR - Residente ou migrante reprodutivo (com evidências de reprodução no país disponíveis); VI - Visitante sazonal não reprodutivo do sul (S), norte (N), leste (E) ou oeste (W); VA - Vagante do sul (S), norte (N), leste (E) ou oeste (W), ou sem uma direção de origem definida; # - Status assumido, mas não confirmado; En - Espécie endêmica do Brasil; Ex - Espécie extinta no país (ou extinta na natureza); In - Espécie introduzida. Grau de ameaça: NT = Quase ameaçado; VU = Vulnerável, EN = Em perigo; CR = Criticamente ameaçado.

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

ANEXO I – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (FO) E ABUNDÂNCIA RELATIVA (AR) DAS ESPÉCIES REGISTRADAS DURANTE O ESTUDO (TOTAL) E POR CAMPANHA AMOSTRAL NOS AMBIENTES COSTEIRO-AQUÁTICO

Espécie	Total		Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3	
	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%
Fregata magnificens	62.88	20.69	253.33	32.02	171.88	17.36	171.67	11.91
Vanellus chilensis	50.51	12.33	135	6.68	203.12	8.16	171.67	20.97
Pitangus sulphuratus	49.29	4.37	168.33	5.68	196.88	3.75	131.67	3.52
Egretta thula	45.64	6.92	136.67	7.5	103.12	3.51	183.33	8.84
Larus dominicanus	40.16	4.2	111.67	2.73	140.62	3.05	143.33	6.5
Pygochelidon cyanoleuca	36.51	5.11	133.33	7.44	121.88	3.09	101.67	4.27
Ardea alba	27.38	4.42	110	6.17	90.62	3.96	66.67	3.04
Coragyps atratus	25.56	5.29	65	4.62	103.12	5.73	90	5.63
Nannopterum brasilianum	22.92	3.95	115	6.17	109.38	5.32	15	0.75
Columba livia	22.72	8.63	41.67	3.25	81.25	9.61	101.67	13.24
Furnarius rufus	13.59	1.17	23.33	0.7	65.62	1.07	53.33	1.71
Passer domesticus	13.39	1.52	18.33	0.64	62.5	1.48	58.33	2.41
Cathartes aura	12.37	1.22	20	0.49	37.5	1.28	61.67	1.9
Thraupis sayaca	11.76	0.9	70	1.94	12.5	0.16	20	0.39
Thraupis palmarum	11.36	0.88	35	0.91	71.88	1.32	20	0.54
Sicalis flaveola	10.95	1.07	6.67	0.24	96.88	2.06	31.67	1.17
Troglodytes musculus	9.94	0.6	3.33	0.06	37.5	0.54	58.33	1.17
Progne chalybea	9.33	1.11	51.67	2.25	21.88	0.45	13.33	0.45
Fluvicola nengeta	9.13	0.74	28.33	0.76	56.25	1.32	16.67	0.3
Caracara plancus	7.3	0.48	21.67	0.43	28.12	0.41	23.33	0.57
Coereba flaveola	5.68	0.35		0	75	1.15	6.67	0.12
Columbina talpacoti	5.48	1.38	3.33	0.06	34.38	1.94	23.33	2.29
Myiopsitta monachus	5.48	0.85	11.67	0.76	25	0.91	20	0.9
Thalasseus acuflavidus	5.27	1.71	30	3.4	9.38	1.53	8.33	0.18
Brotogeris tirica	5.07	1.31	6.67	0.91	53.12	2.72	6.67	0.66
Phimosus infuscatus	4.67	0.29	3.33	0.09	28.12	0.37	20	0.42
Myiozetetes similis	4.46	0.32	8.33	0.18	34.38	0.66	10	0.21
Zenaida auriculata	4.46	0.3	8.33	0.18	31.25	0.58	11.67	0.21
Machetornis rixosa	4.26	0.27		0	25	0.33	21.67	0.48
Cacicus haemorrhous	4.06	0.4	13.33	0.43	34.38	0.74	1.67	0.12
Elaenia flavogaster	3.45	0.22	5	0.09	18.75	0.33	13.33	0.27
Ramphocelus bresilia	3.45	0.28	3.33	0.06	31.25	0.58	8.33	0.27

Espécie	Total		Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3	
	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%
Turdus rufiventris	3.25	0.23	5	0.21	34.38	0.45	3.33	0.09
Haematopus palliatus	3.04	0.24	6.67	0.15	18.75	0.41	8.33	0.21
Turdus amaurochalinus	3.04	0.19		0	31.25	0.45	8.33	0.18
Tringa flavipes	2.64	0.23		0	40.62	0.87		0
Aramides cajaneus	2.23	0.25	16.67	0.61		0	1.67	0.09
Camptostoma obsoletum	2.23	0.12	8.33	0.15	18.75	0.25		0
Tangara cyanocephala	2.23	0.21		0	34.38	0.78		0
Tyrannus melancholicus	2.03	0.12	1.67	0.03		0	15	0.3
Nycticorax nycticorax	1.83	0.31	1.67	0.06	21.88	1.03	1.67	0.03
Setophaga pitiayumi	1.83	0.1	3.33	0.06	9.38	0.12	6.67	0.12
Tringa melanoleuca	1.83	0.19	1.67	0.03	21.88	0.62	1.67	0.03
Basileuterus culicivorus	1.62	0.14		0	25	0.54		0
Milvago chimachima	1.62	0.12		0	6.25	0.16	10	0.21
Ramphastos dicolorus	1.62	0.14		0	25	0.54		0
Rupornis magnirostris	1.62	0.1		0	25	0.37		0
Todirostrum cinereum	1.62	0.09	13.33	0.24		0		0
Cantorchilus longirostris	1.42	0.11		0	21.88	0.41		0
Aramides saracura	1.22	0.13		0	9.38	0.25	5	0.18
Chaetura cinereiventris	1.22	0.11		0	3.12	0.08	8.33	0.24
Egretta caerulea	1.22	0.07	6.67	0.12	3.12	0.04	1.67	0.03
Herpsilochmus rufimarginatus	1.22	0.08		0	18.75	0.29		0
Mimus saturninus	1.22	0.07	6.67	0.12	6.25	0.08		0
Pyrocephalus rubinus	1.22	0.07		0	12.5	0.16	3.33	0.06
Sula leucogaster	1.22	0.12	10	0.33		0		0
Turdus leucomelas	1.22	0.07		0	18.75	0.25		0
Bubulcus ibis	1.01	0.4		0		0	8.33	1.08
Eupetomena macroura	1.01	0.07		0	3.12	0.04	6.67	0.15
Forpus xanthopterygius	1.01	0.06		0	15.62	0.21		0
Molothrus bonariensis	1.01	0.18		0	15.62	0.66		0
Chionomesa fimbriata	0.81	0.04		0		0	6.67	0.12
Stelgidopteryx ruficollis	0.81	0.09	6.67	0.24		0		0
Euphonia violacea	0.61	0.03		0	9.38	0.12		0
Himantopus melanurus	0.61	0.09		0	6.25	0.16	1.67	0.12
Megaceryle torquata	0.61	0.03		0		0	5	0.09
Myiophobus fasciatus	0.61	0.04		0	9.38	0.16		0

Espécie	Total		Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3	
	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%
Piaya cayana	0.61	0.03		0	9.38	0.12		0
Sterna trudeaui	0.61	0.03		0	9.38	0.12		0
Tachyphonus coronatus	0.61	0.03		0	6.25	0.08	1.67	0.03
Tangara seledon	0.61	0.04		0	9.38	0.16		0
Zonotrichia capensis	0.61	0.03		0	6.25	0.08	1.67	0.03
Aphantochroa cirrochloris	0.41	0.02		0	3.12	0.04	1.67	0.03
Ardea cocoi	0.41	0.02		0		0	3.33	0.06
Calidris melanotos	0.41	0.02		0	6.25	0.08		0
Charadrius semipalmatus	0.41	0.88		0	6.25	3.3		0
Eudocimus ruber	0.41	0.21		0		0	3.33	0.57
Euphonia pectoralis	0.41	0.02		0	6.25	0.08		0
Hirundo rustica	0.41	0.02		0	6.25	0.08		0
Hypoedaleus guttatus	0.41	0.02		0	6.25	0.08		0
Picumnus temminckii	0.41	0.02		0	6.25	0.08		0
Platalea ajaja	0.41	0.19	3.33	0.52		0		0
Pluvialis dominica	0.41	0.02		0	6.25	0.08		0
Sterna hirundinacea	0.41	0.02		0		0	3.33	0.06
Synallaxis spixi	0.41	0.02		0		0	3.33	0.06
Syrigma sibilatrix	0.41	0.04		0		0	3.33	0.12
Tersina viridis	0.41	0.04		0		0	3.33	0.12
Todirostrum poliocephalum	0.41	0.02		0	6.25	0.08		0
Vireo chivi	0.41	0.04	3.33	0.12		0		0
Chloroceryle americana	0.2	0.01		0	3.12	0.04		0
Elanoides forficatus	0.2	0.01		0	3.12	0.04		0
Estrilda astrild	0.2	0.01		0		0	1.67	0.03
Geothlypis aequinoctialis	0.2	0.01		0	3.12	0.04		0
Ictinia plumbea	0.2	0.01		0		0	1.67	0.03
Mimus triurus	0.2	0.01	1.67	0.03		0		0
Odontophorus capueira	0.2	0.01		0	3.12	0.04		0
Ortalis squamata	0.2	0.01		0	3.12	0.04		0
Penelope obscura	0.2	0.02		0	3.12	0.08		0
Pionus maximiliani	0.2	0.02		0	3.12	0.08		0
Podager nacunda	0.2	0.01	1.67	0.03		0		0
Ramphodon naevius	0.2	0.01		0	3.12	0.04		0
Sarcoramphus papa	0.2	0.01		0		0	1.67	0.03

Espécie	Total		Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3	
	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%	FO%	AR%
Serpophaga subcristata	0.2	0.01		0	3.12	0.04		0
Sporophila falcirostris	0.2	0.01		0	3.12	0.04		0
Streptoprocne zonaris	0.2	0.03	1.67	0.09		0		0

Fonte: ACQUAPLAN, 2024.

Parâmetro	Unidade	Campanhas -Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais														CONAMA Nº357:2005
		26/09/2023 (Inverno)							16/12/2024 (Primavera)							
		#01	#02	#03	#04	#05	#06	#C	#01	#02	#03	#04	#05	#06	#C	
Salinidade	‰	32,20	33,80	30,40	33,00	32,90	30,60	33,90	29,00	31,00	24,00	17,00	17,00	23,00	32,00	≥ 30
1,1- Dicloroeteno	µg/L	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	≤ 3
1,1,2- Tricloroeteno	µg/L	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	≤30
1,2- Dicloroetano	µg/L	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	≤ 37
2,4- Diclorofenol	µg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	≤ 290
2,4,5-T	µg/L	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	≤10
2,4,5-TP	µg/L	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	≤10
2,4,6- Triclorofenol	µg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	≤ 2,4
2,4-D	µg/L	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	≤30
3,3-Diclorobenzidina	µg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,00	≤ 0,028
Aldrin+Dieldrin	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0,0019
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	4,00	<0,050	2,00	1,00	<0,050	5,00	0,00	≤1,5
Arsênio Total	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	≤0,01
Bário Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<0,051	<0,051	<0,051	<0,051	<0,051	<0,051	<0,051	≤1
Benzeno	µg/L	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	≤700
Benzidina	µg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,0002
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,018
Benzo(a)pireno	µg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,019
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,020
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,021
Berílio Total	mg/L	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	≤5,3
Boro Total	mg/L	4,56	3,86	3,73	3,17	2,93	2,92	2,95	1,00	4,00	5,00	2,00	3,00	4,00	0,00	≤5
Cádmio Total	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	≤0,005
Carbaril	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	≤ 0,32
Carbono Orgânico Total (TOC)	mg/L	2,30	2,10	2,40	2,60	3,30	2,00	2,00	2,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	≤ 3
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	≤0,01
Cianeto Livre	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,001
Clordano (cis+trans)	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,00
Cloro Residual Total	mg/L	0,10	0,09	0,08	0,13	0,07	0,09	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	≤ 0,01
Clorofila-a	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,27	<0,27	<0,27	<0,27	<0,27	<0,27	<0,27	-
Cobre Dissolvido	mg/L	0,10	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0,005
Coliformes Termotolerantes (fecais)	UFC/100mL	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	48,00	100,00	92,00	200,00	<1,0	88,00	0,00	≤ 1000
Corantes Artificiais	-	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Criseno	µg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,018
Cromo Total	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	≤ 0,05
DDT+DDD+DDE	µg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,00
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	µg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	≤ 0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,018 µg/L
Dodecaclorociclopentano	µg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,001
Endossulfan	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	≤ 0,01
Endrin	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,004
Etilbenzeno	µg/L	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	≤ 25
Fenóis Totais	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	≤ 60
Ferro Dissolvido	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,00	<0,014	1,00	<0,014	0,00	<0,014	0,00	≤0,3
Fluoreto	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	≤ 1,4
Fósforo Total	mg/L	0,00	0,28	0,25	0,25	0,19	0,22	0,24	<0,013	0,00	<0,013	1,00	<0,013	<0,013	0,00	≤0,062

Gution	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	≤ 0,01
Heptacloro Epóxido + Heptacloro	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,000039
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,00029
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,018
Lindano	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,004
Malation	µg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	≤ 0,1
Manganês Total	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,013	<0,013	0,00	<0,013	<0,013	<0,013	0,00	≤ 0,1
Materiais Flutuantes	-	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Mercúrio Total	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	≤ 0,0002
Metoxicloro	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	≤ 0,03
Monoclorobenzeno	µg/L	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	≤ 25
Níquel Total	mg/L	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	≤ 0,025
Nitrato	mg/L	1,54	1,64	1,34	2,10	1,24	1,23	1,90	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	≤ 0,40
Nitrito	mg/L	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00	<0,006	0,00	0,00	<0,006	0,00	0,00	≤ 0,07
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	≤ 0,40
Nitrogênio total (NT)	mg/L	1,20	0,60	1,10	1,00	1,10	1,00	1,10	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-
Óleos e Graxas Visuais	-	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,46	6,72	6,40	5,68	5,77	5,92	6,64	8,00	7,00	8,00	7,00	7,00	7,00	6,00	≥ 6
PCBs	µg/L	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,03
Pentaclorofenol	µg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	≤ 7,9
pH		8,23	8,23	8,14	8,17	8,18	8,19	8,23	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	8,00	7,00	6,5-8,5
Polifosfato	mg/L	0,00	0,47	0,27	0,11	0,00	0,00	0,00	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	≤ 0,031
Prata Total	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	≤ 0,005
Resíduos Sólidos Objetáveis	-	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Selênio Total	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	≤ 0,01
Substâncias que produzem cor, odor e turbidez	-	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Sulfeto	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	≤ 0,002
Surfactantes Aniônicos	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	≤ 0,2
Tálio Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	≤ 0,1
Temperatura Amostra	°C	22,71	22,62	22,62	22,27	22,29	22,29	22,64	24,00	24,00	25,00	24,00	24,00	25,00	23,00	-
Tolueno	µg/L	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	≤ 215
Toxafeno	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤ 0,0002
Tributilestanho	µg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	≤ 0,01
Triclorobenzeno	µg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	≤ 80
Urânio Total	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	≤ 0,5
Zinco Total	mg/L	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	<0,066	<0,066	<0,066	<0,066	<0,066	0,00	≤ 0,09

X. GLOSSÁRIO

TERMOS TÉCNICOS

Área de arrebentação: área do litoral afetada pelo movimento de avanço e recuo das águas gerado por conta das ondas do mar.

Canais de macrodrenagem: cursos d'água que conduzem a água à superfície livre, assim evitando a erosão progressiva do fluxo d'água.

Cavidades Naturais: "[...]todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco [...]".

Dinâmica Sociocultural: variedade de culturas, traços, língua/linguagem, músicas, danças, crenças, lazer, gastronomia e outras manifestações como a cosmologia e a organização social.

Engorda Praial: alargamento da faixa de areia com obras de aterramento e colocação de areia dragada de outro local.

Erosão Marinha/Erosão Costeira: processo de desgaste, transporte e sedimentação de rochas e solos litorâneos por conta da ação da água do mar.

Fauna Cavernícola: formada por populações pequenas que são encontradas no meio hipógeo, como o ambiente externo de cavernas.

Galerias de águas pluviais: tubulações que irão captar, transportar e drenar a água da chuva concentrada nas áreas urbanas até cursos d'água próximos à região.

Levantamento Fitossociológico: tem por objetivo a quantificação da composição florística, estrutura, funcionamento, dinâmica e distribuição de uma determinada vegetação.

Levantamento Florístico: estudo que busca identificar espécies existentes de flora na área de estudo, além de verificar o estado de conservação das plantas que existem no ambiente.

Levantamentos Faunísticos: estudo que busca identificar espécies existentes de fauna na área de estudo, além de verificar o estado de conservação das espécies de animais que existem no ambiente.

Medidas Mitigadoras: medidas destinadas a corrigir os impactos negativos ou reduzir sua magnitude.

Medidas Potencializadoras: medidas que buscam maximizar o efeito de um impacto positivo.

Memoriais de cálculos: documento que irá fornecer, de forma detalhada, todos os cálculos que foram feitos no decorrer da obra, fornecendo também informações como especificações, quantidades e dimensionamentos.

Memorial Descritivo: documento público registrado em cartório, que irá detalhar todas as etapas da obra.

Relatórios técnicos: documento que possui informações coletadas de visitas técnicas.

Sazonalidade Climática: variação média de temperaturas mínimas e máximas de cada mês, ao longo de um ano.

Sítios de Nidificação: local específico em que animais, principalmente as aves, escolhem para a construção do ninho.